

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANÁLISE ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE BIOSSÓLIDO NA
AGRICULTURA**

NÚRIA ROSA GAGLIARDI QUINTANA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
- Área de Concentração em Energia na
Agricultura.

BOTUCATU - SP

Junho - 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANÁLISE ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE BIODISSÍLIDO NA
AGRICULTURA**

NÚRIA ROSA GAGLIARDI QUINTANA

Orientador: Prof. Dr. Maristela Simões do Carmo

Co-orientador: Prof. Dr. Wanderley José de Melo

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP

Junho - 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Q7a Quintana, Núria Rosa Gagliardi, 1979-
Análise econômica da aplicação de biossólido na agricultura / Núria Rosa Gagliardi Quintana. - Botucatu : [s.n.], 2006.
xx, 111 f. : gráfs, tabs.

Dissertação (mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Maristela Simões do Carmo
Co-Orientador: Wanderley José de Melo
Inclui bibliografia.

1. Lodo de esgoto. 2. Viabilidade econômica. 3. Administração agrícola. 4. Agricultura - Aspectos ambientais. 5. Produtos agrícolas - Transporte. I. Carmo, Maristela Simões do. II. Melo, Wanderley José de. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

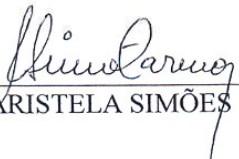
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “ANÁLISE ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE BIOSSÓLIDO NA
AGRICULTURA”

ALUNA: NÚRIA ROSA GAGLIARDI QUINTANA

ORIENTADORA: PROF^a DR^a MARISTELA SIMÕES DO CARMO
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. WANDERLEY JOSÉ DE MELO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF^a DR^a MARISTELA SIMÕES DO CARMO



PROF^a DR^a SHEILA ZAMBELLO DE PINHO



DR^a VALERIA COMITRE

Data da Realização: 12 de junho de 2006.

A todos que acreditaram no meu trabalho, mesmo antes de ele ser concebido...

DEDICO

A todos que duvidaram do meu trabalho, mesmo antes de ele ser concebido...

OFEREÇO

Que o conhecimento nos permita,

*”Onde houver dúvida, levar a fé;
Onde houver erro, levar a verdade;
Onde houver trevas, levar a luz”.*

Trechos da oração de São Francisco de Assis

AGRADECIMENTOS

De toda dissertação, essa é, sem dúvida, a parte mais difícil de escrever... Isso porque gratidão se demonstra não só com a razão e palavras, mas também com o coração e através dos nossos atos...

É muito grande a felicidade que sinto! Esse trabalho eu idealizei desde 1992, quando ainda criança, tomei leve consciência da importância de proteger o ambiente e percebi que poderia (e deveria) contribuir de alguma (e que fosse a melhor) maneira, para que assim, pudesse cumprir a minha parte...

Portanto, quero agradecer a cada pessoa que passou pela minha vida e deixou pra mim, um pouco de sua história e fez ou ainda faz comigo, a minha história.

No entanto, eu jamais deixaria de citar algumas:

Agradeço,

À Deus, sempre tão presente em minha vida!

Aos Santos de minha fé: São Francisco de Assis, protetor dos animais, da natureza e dos Ecólogos e São João Gualberto, protetor dos Engenheiros Florestais.

Aos meus pais e à minha irmã Nina, por todo amor, força e toda oportunidade que eles me proporcionam... Amo vocês!

Ao meu avô, por saber dosar como ninguém força e ternura... Você é muito lindo e eu te amo “muitão”!

Ao Murote, por me acompanhar durante parte desta caminhada, e por tudo que me ensinou...

Aos meus avós Celina, Maria e Diogo (*in memorian*).

Aos meus tios e primos: Maria Tereza, Dejair, Angelo, Paloma, Maria Aparecida, Ruth, Rodrigo, Geraldo, Joana, Vânia, Vanize, Diego, Cássio, Sued, Iasmin, Neto, Lívia, Juliana, Rafaela, Waldemar, Roni, José (*in memorian*), Alessandro, Aretuza, Diva, João Luiz, Beth, Adele, Adriana, Anderson, Letícia e Leonardo... Muito obrigada a todos! Vocês são muito especiais pra mim...

Ao Rodrigo (Flato), pelo companheirismo e toda colaboração... “Eu tenho tanto pra lhe falar, mas com palavras, não sei dizer”... Você sabe que é muito importante e especial pra mim!

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”... Eu sempre soube que um dia, faria parte desse time, do qual tenho tanto orgulho e admiração!

À Faculdade de Ciências Agrônômicas, minha segunda casa, por todos esses anos de aprendizagem, conquistas e muitas, muitas felicidades!

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Energia na Agricultura”, pela oportunidade, confiança e suporte.

À CAPES, pelo respaldo financeiro em épocas tão difíceis!

À Banca de seleção para o Mestrado nas pessoas dos Professores Doutores Sérgio Hugo Benez, Zacarias Xavier de Barros e Kléber Pereira Lanças... Mais uma vez, muito obrigada pela oportunidade e confiança!

Ao Professor Doutor Zacarias Xavier de Barros, na qualidade de coordenador de curso, sempre ativo e muito atento, nunca mediu esforços para que pudesse proporcionar o melhor aos seus alunos!

Aos Professores Doutores Sérgio Hugo Benez, Osmar de Carvalho Bueno, Gilson Luiz Volpato, Martha Maria Mischan, Maura Esperancini e Mário Benincasa, pelas lições de profissão e de vida. Vocês são admiráveis como seres humanos e, lógico, como profissionais!

À Professora Doutora Martha Maria Mischan pela imensa colaboração na análise estatística dos dados desta dissertação.

À Seção de Pós-Graduação: Marlene, Marilene e Jaqueline, por toda paciência, profissionalismo e carinho com que sempre me receberam.

Aos professores do Departamento de Gestão e Tecnologia Agropecuária: Professores Doutores José Matheus Perosa, Maura S. T. Esperancini, Osmar de Carvalho Bueno, Mauro S. V. Pinto, Saulo P. S. Guerra, Izabel de Carvalho, Izabel C. Takitane, Elias J. Simon, Ângelo Catâneo, entre outros...

Aos funcionários do Departamento de Gestão e Tecnologia Agropecuária: Marcos, Mário, Nivaldo e Dona Rosa, muito obrigada pela paciência, profissionalismo e amizade com que me trataram nesses anos.

À todos os funcionários da Biblioteca, muito obrigada pela amizade, companheirismo e solicitude durante esses anos.

Ao Professor Doutor Leandro Borges Lemos, não só pelas caronas, mas muito mais pelas conversas e lições que me transmitiu como verdadeiro mestre e educador. Para sempre levarei comigo o ideal de profissional que um dia quero ser!

Aos colegas de república: Fábio (Amélia), Gustavo (Mané), Leonardo (Cantarera), Lidiane (Suflê), Ana Elisa (Rabanete), Walison (Supapo) Regina (Perereca), Júlia (Faceta) e Selma.

Aos vizinhos de república: Marcelo, Rodrigo (Flato) e Vladimir (Vlad).

Às amigas que me acolheram como se eu fosse da república: Francely (Saxa), Thais (Bicuíba), Camila (Miquera) e Cecília (Virola).

Aos queridos amigos de Jaboticabal... São tantas pessoas, e todas tão importantes pra mim, que seria muito difícil listá-las, no entanto, preciso citar algumas: Larissa, Douglas, Taís, Ana, Glauco, Pedro (Ponto um), Pedro (Kuzido), Marina, André (Splinter), Angela...

Aos amigos de Botucatu: Andréa (Chicória), Gláucia (Soró), Tanise, Glória, Adenilson (Macatuba), Flávia, Fernanda, Alexandre, Érica, Michele...

Aos amigos de Ribeirão: Bárbara, Fernanda, Patrícia, Marcelo, Antônio, Lucila e Giovana (Djodjo).

Aos amigos de Garça: Rosana, Júlio, Kelma, Josébio, Ezer, entre tantos outros...

Aos amigos de longe e que me fazem tanta falta: Rodrigo (Jamel), Thiago (Mormaço), Renata (Colgate), também entre tantos outros...

Aos amigos da XII Turma de Engenharia Florestal, dos quais eu sinto muita falta, muitas saudades e muito orgulho também!

Aos irmãos Gabriel Maurício Peruca de Melo e Valéria Peruca de Melo, por todo ensinamento que me transmitiram com tanta paciência e cuidado...

Aos funcionários da CATI de Jaboticabal, nas pessoas de Maria Cândida Sacco Marcelino e Luiz Antônio Borsonaro.

Ao Laboratório de Física e Biofísica nas pessoas de Edson Marcelo Bruder e Professor Doutor Marcos Antônio de Rezende.

À Banca de qualificação: Professoras Doutoras Martha Maria Mischán, Andréa Eloísa Bueno Pimentel.

À Banca de defesa: Professoras Doutoras Valeria Comitre e Sheila Zambello de Pinho.

E finalmente, à todos que merecem estar aqui... Saibam que vocês estão no meu coração embora não caibam neste pedaço tão importante de papel!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos Professores Doutores Maristela Simões do Carmo e Wanderley José de Melo,
pelas orientações quanto à melhor forma de executar este trabalho;
pela possibilidade de torná-lo possível;
pela liberdade de deixá-lo exatamente como eu queria;
pela confiança;
pela amizade;
pelos ensinamentos;
por toda compreensão;
e por todos os motivos que eu, mais do que ninguém, sei quais são e que jamais
caberiam neste espaço.

Sempre os admirei como pesquisadores, e agora os admiro também como pessoas!

Muito obrigada por tudo...

Núria!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	XIII
LISTA DE FIGURAS.....	XVII
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	XIX
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
4.1 O Lodo de esgoto.....	9
4.1.1 Características do lodo de esgoto	10
4.1.2 Agentes patogênicos.....	10
4.1.3 Metais pesados.....	12
4.1.4 Legislação.....	13
4.1.5 Uso agrícola.....	14
4.1.6 Influências do lodo de esgoto em algumas propriedades físicas do solo	16
4.1.7 Influências do lodo de esgoto em algumas propriedades químicas do solo	17
4.1.8 Aterro exclusivo	17
4.2 O Transporte de Lodo de esgoto	19
4.3 Avaliação Econômica.....	20
4.3.1 Custo de produção	20
4.3.2 Produtividade e Rentabilidade do lodo de esgoto como fertilizante	22
5 MATERIAL E MÉTODO	26
5.1 Material.....	26
5.2 O Experimento.....	27
5.2.1 Área Experimental.....	27
5.2.2 Duração.....	27
5.2.3 Solos	27
5.2.4 Condução do experimento	28
5.2.5 O Lodo de esgoto.....	29

5.3 Avaliação Econômica.....	29
5.3.1 Montagem das Matrizes	29
5.3.2 Metodologia de Custos Operacionais	31
5.3.2.1 Cálculo dos Custos Operacionais Efetivos.....	31
5.3.2.2 Cálculo dos Custos Operacionais Totais	32
5.3.3 Cálculo de Receita e Rentabilidade.....	32
5.4 Análise Estatística	33
5.5 Transporte.....	34
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6.1 Avaliação Econômica.....	37
6.1.1 Análise numérica das rentabilidades	37
6.1.2 Análise Gráfica das Rentabilidades.....	40
6.1.2.1 Fase 1	41
Rentabilidade Efetiva	41
Rentabilidade Total	42
6.1.2.2 Fase 2.....	45
Rentabilidade Efetiva	45
Rentabilidade Total	46
6.1.3 Dose Econômica Adequada.....	46
6.1.3.1 Resultado da Análise Estatística.....	47
6.1.3.2 Rentabilidade Efetiva	48
6.1.3.3 Rentabilidade Total	49
6.2 Transporte.....	50
6.2.1 Custo subsidiado pela ETE geradora.....	50
6.2.2 Custo subsidiado pelo agricultor	50
7 CONCLUSÕES.....	53
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÊNDICES	65

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Classificação do bio-sólido em função dos processos de redução dos patógenos.....	11
2	Teores máximos de metais pesados permitidos no bio-sólido para uso agrícola.....	13
3	Quantidade acumulada máxima de metais pesados permitidos para aplicação sucessiva.....	14
4	Teores máximos de metais pesados permitidos no bio-sólido para aplicação anual.	14
5	Produtividades (em kg), Receitas, Custos e Rentabilidades, por tratamento e ano de cultivo, no Latossolo Vermelho distrófico (LVd), em Reais (R\$), 1999 a 2003, Jaboticabal, SP.....	37
6	Produtividades (em kg), Receitas, Custos e Rentabilidades, por tratamento e ano de cultivo, no Latossolo Vermelho eutroférico (LVef), em Reais (R\$), 1999 a 2003, Jaboticabal, SP.....	38
7	Teste F, média geral, coeficiente de variação e erro padrão residual para as rentabilidades efetiva e total.....	46
8	Médias das rentabilidades efetiva e total.	46
9	Teste F das regressões e coeficientes de determinação (R^2).	47
1A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 2), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 418 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	65
2A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 2), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 355,78 kg. (Tratamento L2- Bio-sólido 2,5t ha ⁻¹).....	66
3A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 2), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 352,34 kg. (Tratamento L3-Bio-sólido 5t ha ⁻¹).....	67
4A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 2), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 361,97 kg. (Tratamento L4-Bio-sólido 10t ha ⁻¹).....	68
5A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 3), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 389,81 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	69
6A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 3), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 395,44 kg. (Tratamento L2- Bio-sólido 2,5t ha ⁻¹).....	70
7A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 3), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 440 kg. (Tratamento L3-Bio-sólido 5t ha ⁻¹).....	71

LISTA DE TABELAS

(continuação)

Tabela		Página
8A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 3), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 441,38 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	72
9A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 4), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 306,73 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	73
10A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 4), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 301,74 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha ⁻¹).....	74
11A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 4), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 306,49 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha ⁻¹).....	75
12A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 4), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 318,85 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	76
13A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 5), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 290,63 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	77
14A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 5), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 293,38 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha ⁻¹).....	78
15A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 5), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 310,13 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha ⁻¹).....	79
16A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 5), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 331,25 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	80
17A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 6), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 265,54 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	81
18A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 6), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 285,18 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha ⁻¹).....	82
19A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 6), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 327 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha ⁻¹).....	83
20A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 6), Jaboticabal, LVd, 1/16 ha, Produtividade média de 343,13 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	84

LISTA DE TABELAS
(continuação)

Tabela		Página
21A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 2), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 406,66 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	85
22A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 2), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 372,83 kg. (Tratamento L2- Biossólido 2,5t ha ⁻¹).....	86
23A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 2), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 365,41kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha ⁻¹).....	87
24A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 2), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 440,34 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	88
25A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 3), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 537,63 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	89
26A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 3), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 468,88 kg. (Tratamento L2- Biossólido 2,5t ha ⁻¹).....	90
27A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 3), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 489,50 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha ⁻¹).....	91
28A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 3), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 520,44 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	92
29A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 4), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 289,94 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	93
30A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 4), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 282,58 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha ⁻¹).....	94
31A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 4), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 292,61 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha ⁻¹).....	95
32A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 4), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 312,43 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	96
33A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 5), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 342,38 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	97
34A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 5), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 406,5 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha ⁻¹).....	98

LISTA DE TABELAS
(continuação)

Tabela		Página
35A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 5), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 351,25 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha ⁻¹).....	99
36A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 5), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 487,50 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	100
37A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 6), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 293,50 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral).....	101
38A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 6), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 350,50 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha ⁻¹).....	102
39A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 6), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 368,13 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha ⁻¹).....	103
40A	Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, (Ano 6), Jaboticabal, LVef, 1/16 ha, Produtividade média de 375,38 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha ⁻¹).....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Média das rentabilidades efetivas calculadas para a fase 1, no LVd.	40
2	Média das rentabilidades efetivas calculadas para a fase 1, no LVef.	40
3	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 2, para o LVd.....	41
4	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 2, para o LVef.	41
5	Média das rentabilidades totais calculadas para a fase 1, no LVd.....	42
6	Média das rentabilidades totais calculadas para a fase 1, no LVef.....	42
7	Comportamento da rentabilidade total no ano 2, para o LVd.	43
8	Comportamento da rentabilidade total no ano 2, para o LVef.....	43
9	Média das rentabilidades efetivas calculadas para a fase 2, no LVd.....	44
10	Média das rentabilidades efetivas calculadas para a fase 2, no LVef.....	44
11	Média das rentabilidades totais calculadas para a fase 2, no LVd.....	45
12	Média das rentabilidades totais calculadas para a fase 2, no LVef.....	45
13	Curva da rentabilidade efetiva em função das doses aplicadas.....	47
14	Curva da rentabilidade total em função das doses aplicadas.....	48
1A	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 3, para o LVd.....	105
2A	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 3, para o LVef.....	105
3A	Comportamento da rentabilidade total no ano 3, para o LVd.....	105
4A	Comportamento da rentabilidade total no ano 3, para o LVef.....	106
5A	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 4, para o LVd.....	106
6A	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 4, para o LVef.....	106
7A	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 5, para o LVd.....	107
8A	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 5, para o LVef.	107
9A	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 6, para o LVd.....	107
10A	Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 6, para o LVef.	108
11A	Comportamento da rentabilidade total no ano 4, para o LVd.	108
12A	Comportamento da rentabilidade total no ano 4, para o LVef.....	108
13A	Comportamento da rentabilidade total no ano 5, para o LVd.	109
14A	Comportamento da rentabilidade total no ano 5, para o LVef.....	109

LISTA DE FIGURAS

(continuação)

Figura		Página
15A	Comportamento da rentabilidade total no ano 6, para o LVd.	109
16A	Comportamento da rentabilidade total no ano 6, para o LVef.....	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABRELPE: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

As: Arsênio

bs: base seca

CAESB: Companhia das Águas e Esgoto de Brasília

Cd: Cádmio

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

COE: Custo Operacional Efetivo

COMPESA: Companhia Pernambucana de Saneamento

Conder: Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia

COT: Custo Operacional Total

CTC: Capacidade de Troca de Cátions

Cu: Cobre

ETE: Estação de Tratamento de Esgotos

FCAV: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias

g: gramas

ha: hectare

Hg: Mercúrio

IEA: Instituto de Economia Agrícola

IGP-M: Índice Geral de Preços de Mercados

J: Joule

K: potássio

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS
(continuação)

K₂O: óxido de potássio

kg: quilograma(s)

km: quilômetro(s)

LVd: Latossolo Vermelho distrófico

LVef: Latossolo Vermelho eutroférico

MJ: mega Joule

N: nitrogênio

Ni: Níquel

P: fósforo

P₂O₅: pentóxido de fósforo

Pb: Chumbo

pH: potencial hidrogeniônico

RE: Rentabilidade Efetiva

RT: Rentabilidade Total

SAASP: Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Se: Selênio

Sifreca: Sistema de Informações de Fretes

t: tonelada(s)

t ha⁻¹: toneladas por hectare

UNESP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

V%: saturação por bases

1 RESUMO

Neste estudo avaliou-se a dose economicamente adequada de lodo de esgoto (base seca) proveniente da ETE/Barueri empregada na cultura do milho. Para a obtenção dos dados, utilizaram-se relatórios gerados pela UNESP/Jaboticabal referente ao experimento realizado naquela unidade. A partir desses foram constituídas matrizes econômicas para quatro tratamentos, seguindo modelo de custos de produção do IEA/SAASP. O experimento, no qual este estudo baseou-se, foi instalado em Latossolos Vermelhos distrófico e eutroférico, durante seis anos, sendo no primeiro ano adotado o cultivo convencional, posteriormente substituído por cultivo mínimo. Quatro tratamentos para os 2 tipos de solos (blocos casualizados; $n = 5$) foram realizados: **T**, sem fertilização no primeiro ano, e fertilização mineral nos anos subsequentes; **D1**, aplicação de $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ de lodo de esgoto (base seca), nos três primeiros anos; substituída por $20,0 \text{ t ha}^{-1}$ nos anos seguintes; **D2**, $5,0 \text{ t ha}^{-1}$ de lodo de esgoto; **D3**, $10,0 \text{ t ha}^{-1}$ de lodo de esgoto. Quando necessário, houve complementação mineral nos tratamentos **D1** a **D3**. Para análise dos dados do presente estudo, o experimento foi dividido em duas fases: a primeira, anos 2 e 3, e a segunda, os três últimos anos, sendo cada ano considerado um bloco, devido alteração na dose em **D1**. Apenas os

dados da segunda fase foram considerados nas análises posteriores. Os dados foram comparados por análise de variância complementada por teste de Tukey e regressão quadrática (x =dose de lodo de esgoto e y =rentabilidade) para cada solo e rentabilidade ($P<0,05$). Além disso, calculou-se a distância máxima eficiente de transporte do lodo de esgoto, considerando-se o custo do transporte pago pela geradora do resíduo ou pelos agricultores que o utilizam. Observou-se que a rentabilidade diferiu somente para as doses de lodo de esgoto. Obteve-se diferença estatística entre testemunha e os demais tratamentos, embora sem diferença entre os últimos. A análise de regressão, que foi significativa até segundo grau, indica que nos dois tipos de solo, para qualquer rentabilidade, a dose economicamente adequada é de 13,50 toneladas de lodo de esgoto por hectare. Para as ETEs é compensável a entrega aos agricultores quando comparada ao depósito em aterros até 1110 km; já para os agricultores, a busca pelo lodo de esgoto compensa até um raio de 2730 km.

Palavras-chave: lodo de esgoto; avaliação econômica; transporte; viabilidade; rentabilidade.

ECONOMIC ANALYSES OF SEWAGE SLUDGE APPLICATION IN AGRICULTURE. Botucatu, 2006. 111 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: NÚRIA ROSA GAGLIARDI QUINTANA

Adviser: MARISTELA SIMÕES DO CARMO

Co- Adviser: WANDERLEY JOSÉ DE MELO

2 SUMMARY

In this study, it was assessed an economically feasible dose of sewage sludge (dry matter basis) from ETE/Barueri in sweet-corn culture. Data were obtained from reports of a previous experiment conducted in UNESP/ Jaboticabal (described below). It was composed worksheets concerning economical data for each treatment following a production trade-off template from IEA/SAASP. The experiment, wherein this study was based on, was performed on haplustox (RED LATOSSOL) and RED LATOSSOL typical eutrophyc, for about six years, divided into conventional cultivation just in the first year, and subsequently replaced by minimum cultivation. Four treatments took place for the 2 kinds of soil (two-way anova design; $n = 5$): **T**, no fertilizer added in the first year, and mineral fertilizing subsequently; **D1**, 2.5 t ha⁻¹ of sewage sludge in the first three years; replaced by 20.0 t ha⁻¹ subsequently; **D2**, 5.0 t ha⁻¹ de sewage sludge; **D3**, 10.0 t ha⁻¹ of sewage sludge; soil mineral enrichment was done when necessary for both **D1** to **D3** treatment. For data analysis of the present study, the experiment was divided into two phases: first one, comprising year 2 and 3, while second phase the last three years, each year was considered an experimental block, it was made due to alteration in the used dose for **D1**, however data of second phase only were considered for further analysis. Data were evaluated by ANOVA and post hoc compared by Tukey test, and quadratic regression ($x =$ sewage sludge dose and $y =$ yield) for each soil and yield ($P < 0.05$). Moreover, it was calculated the maximum efficient distance for sewage sludge transportation, for this it was considered the cost for transporting spent by the generating source or by farmers who has used sewage sludge. Results indicate that yield was different just for sewage sludge dose. It was obtained statistical difference among control treatment and the

others, even though no difference was observed among the latter ones. Although no difference was observed among tested doses, the regression analysis, which was significant and a second power one, indicates that for both kinds of soil, for any yield, the suitable dose is 13.50 ton of sewage sludge. Regarding the ETEs, it is economically feasible to delivery it for farmers than discharge it on 1110 km far landfill; while, in the case of farmers, it is feasible to obtain the sewage sludge until a distance of 2730 km from the generating source.

Keywords: sewage sludge; economic evaluation; transportation; feasibility; yield.

3 INTRODUÇÃO

Com a crescente pressão da sociedade pela despoluição dos mananciais, e a possível escassez de água que compromete algumas regiões do país, é necessário e oportuno que o tratamento de esgotos venha a tornar-se rotineiro. Contudo, parte da população não conta sequer com os serviços básicos de saneamento.

As Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), ao submeterem este material a processos que possibilitem o retorno da água no ambiente, geram resíduo denominado lodo de esgoto, conhecido também por biossólido, e conseqüentemente, outro problema que é a destinação deste resíduo.

Na busca de alternativas para este problema, a reciclagem, ao permitir utilidade a todo tipo de material descartado que se acumula nos centros urbanos, é também capaz de agregar valor econômico aos subprodutos gerados.

Entre as opções disponíveis como a incineração, deposição oceânica e florestal, a utilização agrícola como fertilizante tem sido considerada promissora, uma vez que propõe uma maneira de transformar esse resíduo em um produto comercial (TAKAMATSU, 2004).

A utilização como biofertilizante, substituindo os fertilizantes químicos, evita gastos econômicos e energéticos próprios da atividade de fertilização do solo. Se depositado em aterros sanitários, com altos custos de manutenção, perde-se a energia que poderia ser empregada adequadamente de outras formas, além de proporcionar risco de contaminação de solos e lençóis freáticos, o que gera gastos na sua manutenção. Uma estação de tratamento que produza 11 toneladas de lodo por dia gasta, apenas no monitoramento do aterro, aproximadamente R\$ 16 mil por mês, e quanto maior a produção do produto, menor será a vida útil do aterro e maior o risco de contaminação (ESGOTO, 2004).

Os elevados teores de matéria orgânica, além dos macro e micronutrientes existentes no lodo de esgoto, permitem-no ser comparado a um biofertilizante potencial, capaz de proporcionar outros efeitos benéficos ao solo que não acontecem com a adição dos adubos químicos.

O lodo de esgoto é rico também em microorganismos e nutrientes tais como nitrogênio e fósforo, essenciais para o desenvolvimento das plantas e obtenção de boa produtividade. Este material passa por diversos tratamentos e controles de qualidade, que garantem a sua higienização e eficácia para ser utilizado como fertilizante (SABESP, 2004).

Segundo MALTA (2001), o lodo de esgoto altera as propriedades físicas do solo, melhorando sua densidade, porosidade e capacidade de retenção de água. Além disso, melhora seu nível de fertilidade, elevando o pH, diminuindo o teor de alumínio trocável, aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas; e ainda, por conter em sua constituição teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, promove o crescimento de organismos do solo, os quais são de fundamental importância para a ciclagem dos elementos.

A Companhia de Saneamento de Jundiaí (CSJ, 2004) afirma que além da vantagem de economia para os agricultores, que substituem os fertilizantes químicos pelo uso do lodo de esgoto, existe a vantagem adicional do pouco impacto ambiental causado por este material e o fato de que, se for bem orientado, pode ser sustentável por tempo indeterminado.

As ETEs da grande São Paulo, produzem por dia, 2000 t de lodo de esgoto, o que contém, em média, 20 t N, 50 t P₂O₅, 6 t K₂O e 120 t de matéria orgânica. O

gasto de energia para produzir o fertilizante correspondente é equivalente a cem mil barris de petróleo por ano (GOBBI, 2003).

Entretanto, a origem do lodo de esgoto deve ser considerada quanto à possibilidade de seu uso na agricultura, uma vez que as quantidades de metais pesados e agentes patogênicos podem limitar o seu emprego. Vários estudos buscam definir a quantidade ideal de lodo de esgoto a ser aplicado nas diferentes culturas. Algumas restrições estão relacionadas, principalmente, ao seu emprego na horticultura.

Sabe-se que grande quantidade de energia de “input” provém de fertilizantes e adubos químicos utilizados no preparo do solo. Dessa forma, não se pode descartar a possibilidade de utilização daquilo que é considerado “lixo” como fertilizante agrícola, em especial do lodo de esgoto, visto que a atividade agrícola configura-se como importante fonte energética, principalmente na produção de fibras e alimentos.

SILVA et al. (2002a), ao definirem economia como a ciência que estuda o modo como os indivíduos e a sociedade fazem suas escolhas e decisões, para que os recursos disponíveis possam contribuir da melhor forma para satisfazer as necessidades individuais e coletivas, leva à constatação da importância do estudo da viabilidade econômica do uso do lodo de esgoto como fertilizante na agricultura.

Bettioli & Camargo (2000), apud KOCSSIS & MARIA (2004), afirmam que, seguindo em busca de satisfazer essas necessidades, o lodo de esgoto é empregado como recurso alternativo com êxito, não só na atividade agrícola, mas também na atividade florestal; reuso industrial (produção de agregado leve, fabricação de tijolos e cerâmica e produção de cimento); conversão em óleo combustível e recuperação de solos.

Além disso, os ganhos energéticos trazidos pela aplicação do lodo de esgoto podem ser um caminho para balanços positivos na produção agrícola, pois, de acordo com CASTANHO FILHO & CHABARIBERY (1982), os gastos energéticos de várias culturas no Estado de São Paulo indicam grande consumo de energia de fonte não renovável, no caso, o petróleo.

BUENO & QUINTANA (2004) concluíram que a busca por novas fontes de energia que permitam a sustentabilidade energética das operações de preparo do solo, mesmo tratando-se de cultivo mínimo, torna-se necessária e urgente, uma vez que a participação da fonte industrial de energia como determinante nesta atividade possui em sua

composição, relação direta com a energia fóssil, não renovável e fator de preocupação em diversos aspectos englobados na questão do desenvolvimento sustentável.

Ainda que haja alguns riscos, é possível reconhecer diversos benefícios originários da aplicação do lodo de esgoto, tais como, redução de custos e melhor emprego de energia alternativa na atividade de adubação, conservação do ambiente e das características físicas e químicas do solo.

Diante disto, esta dissertação propõe o estudo da melhor utilização e alocação do lodo de esgoto na cultura do milho, sob a ótica econômica. Os objetivos específicos são: a) comparação econômica, em condições experimentais, da aplicação de lodo de esgoto e fertilizantes químicos; b) avaliação da dose econômica adequada de lodo de esgoto para uso agrícola, dentro daquelas estudadas; c) cálculo do raio de entrega, por transporte rodoviário, economicamente compensável às ETEs geradoras deste resíduo quando comparado à opção de depósito em aterros sanitários e; d) cálculo do raio de busca compensável aos agricultores para aplicação deste resíduo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O Lodo de esgoto

Atualmente, o destino dos lodos produzidos em ETEs das regiões metropolitanas que implantaram sistemas de tratamento de esgoto sanitário é um problema ambiental preocupante (ALEM SOBRINHO, 2001).

De acordo com o referido autor, normalmente, a solução provisória de disposição do lodo em aterro sanitário ou em áreas agrícolas, de maneira descontrolada, são as primeiras destinações deste material. Com isso, para o projeto de novas estações é necessário que se estude o destino a ser dado ao lodo, pois este aspecto será determinante na definição do sistema de tratamento de esgotos a ser adotado.

Alguns autores afirmam que o tratamento das águas servidas, com o objetivo de permitir o seu retorno ao ambiente sem causarem poluição, gera o resíduo cujo nome é lodo de esgoto. Somente depois de passar pelos processos de higienização, estabilização e secagem é que o lodo de esgoto deve ser chamado de bio sólido (MELO et al., 2000).

De fato, com o intuito de vencer o preconceito e alcançar o reconhecimento dos leigos em relação aos benefícios deste material, a *Water Enviromental*

Federation (WEF) criou o termo biossólido para diferenciá-lo, quando em condições de ser utilizado na agricultura, do material fecal que o origina (ANDREOLI & PEGORINI, 1998).

Esta denominação deve ser utilizada apenas quando o biossólido apresentar decomposição predominantemente orgânica e proporcionar conseqüente disposição benéfica (GOBBI, 2003).

4.1.1 Características do lodo de esgoto

A qualidade do lodo de esgoto está intimamente ligada ao nível sócio-econômico de uma nação, pois é resultante dos hábitos culturais, saneamento, saúde e estágio de desenvolvimento industrial de um país (PIGOZZO, 2003).

Assim, devido à possível presença de metais pesados e organismos patogênicos em sua composição, oferece riscos à saúde do homem e do ambiente, com restrições para uso agrícola. Nestes casos, o lodo de esgoto pode ser empregado na fabricação de agregado leve, além de ser incinerado e/ou disposto em aterro sanitário (MELO, 2002).

No entanto, uma vez contornados ou inexistentes esses problemas, o material pode ser considerado excelente biofertilizante devido à quantidade de matéria orgânica e macro e micronutrientes nele contidos (MELO et al., 2001).

Na Região Metropolitana de São Paulo, o Plano Diretor de lodos da SABESP recomenda para a disposição final de lodo de esgotos, a incineração, o aterro exclusivo e o uso agrícola (TSUTIYA, 2001a).

4.1.2 Agentes patogênicos

A concentração dos agentes patogênicos no lodo de esgoto pode variar também com o tempo, além da origem do material. Embora contenha grande variedade de microorganismos, apenas pequena parte de bactérias, vírus, protozoários e helmintos, além de fungos, é que são nocivos aos homens e animais. Esses patógenos necessitam, ainda, de uma quantidade mínima para que possam infectar seus hospedeiros (TSUTIYA, 2001b).

De acordo com STRAUS (2000) e, TSUTIYA (2001a), para que seja passível de aplicação em áreas agrícolas, o lodo de esgoto deve passar por tratamentos que garantam um lodo de esgoto com número reduzido de patógenos e, dessa forma, atenda às normas da CETESB (1999).

STRAUS (2000) afirma também que, de acordo com os processos e parâmetros do tratamento do lodo, o conseqüente lodo de esgoto poderá ser caracterizado nas classes A ou B, como mostra a tabela 1. No entanto, a comercialização do lodo de esgoto para uso agrícola só é permitida quando o material se encontra na primeira classe.

Tabela 1. Classificação do lodo de esgoto em função dos processos de redução dos patógenos.

Lodo de esgoto	Classificação	Processos de redução de patógenos
Classe A	Coliformes fecais: densidade < 10^3 NMP/gST ¹ e <i>Salmonella</i> sp: Densidade < 3 NMP/4gST ¹ .	Compostagem Secagem térmica Tratamento térmico Digestão aeróbia termofílica Irradiação Pasteurização
Classe B	Coliformes fecais: densidade < $2 \cdot 10^6$ NMP/gST ¹ em pelo menos uma amostra e Coliformes fecais: média geométrica da densidade de sete amostras < $2 \cdot 10^6$ NMP/gST ¹ ou < $2 \cdot 10^6$ UFC/gST ² .	Digestão aeróbia ou anaeróbia Secagem Compostagem Estabilização com cal

¹NMP/gST: Número Mais Provável por grama de Sólidos Totais.

²UFC/gST: Unidades Formadoras de Colônias por grama de Sólidos Totais.

Fonte: CETESB (1999).

A averiguação da redução adicional de patógenos, de acordo com o procedimento para classificação do lodo de esgoto em classe A (CETESB, 1999), se dá: a) pela análise do lodo antes de seu tratamento de modo a observar a presença do indicador selecionado; b) através de documentação da faixa de valores para os parâmetros de tratamento de patógenos a ser testado e; c) pela análise do lodo de esgoto após o tratamento.

De acordo com a CETESB, o lodo de esgoto Classe A não apresenta restrições de uso, no entanto, o de Classe B exige alguns cuidados tais como: evitar contato manual com o material ou com a área contemplada para a sua aplicação por pelo menos trinta dias; não cultivar, por 14 meses após a aplicação, alimentos cuja parte consumida entre em contato com o lodo de esgoto e; por fim, não poderão ser cultivados na área, por um período mínimo de nove meses e no máximo 38 meses, alimentos que se desenvolvam no subsolo. No caso de impossibilidade de evitar o contato dos trabalhadores com a área em menos de trinta

dias, recomenda-se a utilização de equipamentos e procedimentos adequados de higiene e segurança.

4.1.3 Metais pesados

O lodo de esgoto pode conter diferentes tipos e concentrações de metais pesados, que quando adicionados ao solo apresentam comportamento dependente do tipo deste solo (MELO, 2002).

De acordo com MARQUES et al. (2001), esses metais também podem ser encontrados naturalmente no solo, quando originários de rochas e de matéria orgânica; ou ainda serem depositados neste ambiente, através de fertilizantes minerais, escórias industriais e lodo de esgotos, além de outras formas e vias de deposição.

Os mesmos autores afirmam que a teoria do platô defende que a capacidade de adsorção de um metal é constante durante sua permanência no solo, quando prevalecem formas do elemento parcialmente disponíveis às plantas. Característica atribuída ao lodo de esgoto, fonte e regulador dessa disponibilidade ao mesmo tempo.

Outra teoria, conhecida por teoria da bomba relógio, também considera que a capacidade de adsorção de um metal no solo tende a aumentar com a adição de lodo de esgotos, devido ao acréscimo de matéria orgânica. Assim, os metais disponíveis no solo aumentariam, colocando em risco o ambiente e a possibilidade de penetrar na cadeia alimentar. Porém, esses incrementos na capacidade de adsorção diminuiriam aos níveis iniciais devido à decomposição de matéria orgânica e interrupção do depósito de lodo de esgotos (MARQUES et al., 2001).

O balanço entre a adição e a extração dos metais pesados nos solos indica que as concentrações desses elementos tendem a aumentar de acordo com as atividades industriais e agrícolas, sendo a completa remoção desses contaminantes praticamente impossível (MELO, 2002).

A fitodisponibilidade desses metais sofre interferência de atributos do solo, natureza do elemento, presença de outros elementos, características dos resíduos depositados, atividade biológica e fatores ambientais (MARQUES et al., 2001).

Quanto aos atributos do solo, especificamente, a solubilidade dos metais pesados está sujeita a fatores tais como pH, textura, matéria orgânica, capacidade de

troca catiônica, e outros fatores intrínsecos ao solo (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992).

Em geral, esses elementos formam complexos com a matéria orgânica, diminuindo sua mobilidade no solo. No entanto, com a formação de complexos de baixo peso molecular pode ocorrer movimentação em profundidade (MELO, 2002).

Solos leves disponibilizam os metais pesados facilmente por um curto período. Por sua vez, o solo argiloso possui boa capacidade de armazenamento desses metais, de forma a fornecê-los lentamente às plantas (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992).

Quanto mais argiloso o solo, maior tende a ser sua CTC, e maior a possibilidade de ter o metal pesado na sua forma trocável (MELO, 1997).

Quanto ao pH, os metais pesados têm sua solubilidade diminuída com o aumento deste fator (com exceção do molibdênio e do selênio) (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992).

4.1.4 Legislação

Segundo MARQUES et al., (2001), a aplicação de lodo de esgotos em solos agrícolas no Estado de São Paulo obedece às normas P.4.230 CETESB (1999).

Embora ainda não exista uma legislação federal brasileira que regulamente o uso de lodo de esgotos na agricultura, quando este material atender aos padrões de qualidade e for devidamente registrado, será aplicada a legislação federal de corretivos e fertilizantes (CARVALHO & CARVALHO, 2001).

Os mesmos autores esclarecem que a CETESB, por sua vez, possui normas que se restringem aos resíduos de tratamento biológico não enquadráveis na legislação federal, visto ser ilegal dupla fiscalização (Tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 2. Teores máximos de metais pesados permitidos no lodo de esgoto para uso agrícola.

Metal	As	Cd	Cu	Pb	Hg	Mo	Ni	Se	Zn
Conc.máx. (mg kg ⁻¹)	75	85	4300	840	57	75	420	100	7500

Fonte: CETESB, 1999.

Tabela 3. Quantidade acumulada máxima de metais pesados permitidos para aplicação sucessiva.

Metal	As	Cd	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Zn
Qde. máx. (kg ha ⁻¹)	41	39	1500	300	17	420	100	2800

Fonte: CETESB, 1999.

Tabela 4. Teores máximos de metais pesados permitidos no lodo de esgoto para aplicação anual.

Metal	As	Cd	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Zn
Dose anual (kg ha ⁻¹)	2,0	1,9	75	15	0,85	21	5,0	140

Fonte: CETESB, 1999.

Vale lembrar que, além de impor os limites de deposição dos metais pesados no solo, sabe-se que a CETESB é responsável também pela classificação dos lodos de esgotos de acordo com a densidade de agentes patogênicos (ver item 4.1.2).

4.1.5 Uso agrícola

O lodo de esgoto pode ser usado como fertilizante granulado complexo quando reunido no mesmo grânulo juntamente com sais minerais; como mistura de fertilizantes minerais e orgânicos em grânulos ou em pó e, como carga numa formulação mineral substituindo carga inerte para atingir o peso padrão comercial de uma tonelada (TSUTIYA, 2001a).

O mesmo autor afirma que, por aproveitarem melhor a composição química do lodo de esgoto e desprezarem os riscos de contaminação com patógenos, algumas culturas são mais indicadas para receberem fertilização com este tipo de material. É o caso do milho e das gramíneas, além de atividades como reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e fruticultura.

FRANK (1998), afirmou que o emprego de lodo de esgoto como fertilizante reduziria 60% do consumo de fertilizantes fosfatados atualmente utilizados, indo ao encontro da afirmação de TSUTIYA (2000) que na grande São Paulo a produção diária de lodo de esgoto atinge algo em torno de 2,4 toneladas de fósforo.

Este biofertilizante, além de fósforo, oferece também nitrogênio e outros nutrientes para as plantas, contribuindo com o seu desenvolvimento (SABBEY, 1974).

No entanto, é preciso cuidado porque o uso exclusivo de lodo de esgoto como fertilizante poderá causar deficiências nutricionais para as culturas devido ao desequilíbrio no teor de nutrientes oferecidos (SOUZA, 2004).

TRANNIN (2004), corroborando com essa afirmação, explica que a variabilidade da composição química e do teor de umidade do lodo de esgoto dificulta a busca por padrões das doses recomendadas, exigindo estudos que permitam uma utilização agronômica segura.

Várias pesquisas concluíram que o lodo de esgoto levou ao desenvolvimento e produtividade maior ou igual ao proporcionado pelos fertilizantes convencionais. ANDREOLI & PEGORINI (2000), por exemplo, afirmam que este é o caso dos cereais.

Ao avaliar a eficiência do lodo de esgoto como fonte de fósforo em comparação ao superfosfato triplo, aplicados em doses equivalentes, SILVA et al. (2002b) notaram que aquele foi mais eficiente do que este.

GALDOS, et al. (2004) realizaram experimento com duração de dois anos agrícolas, para determinar as alterações que a aplicação de lodo de esgoto gerou sobre os teores de fósforo, entre outros elementos, num Latossolo Vermelho eutroférico cultivado com milho. Observaram que a produção foi maior nos tratamentos com este tipo de fertilização, onde os teores de fósforo no solo foram semelhantes aos do tratamento com adubo químico.

NASCIMENTO et al. (2004), ao estudarem o efeito da aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto gerado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) sobre o crescimento das plantas de milho e feijão cultivadas em casa de vegetação, concluíram que doses crescentes aumentaram a produção de matéria seca em ambas.

QUINTANA et al. (2004) afirmaram que a substituição da fertilização nitrogenada inorgânica por lodo de esgotos proporcionou melhoria de alguns parâmetros da couve brócolos de cabeça única (*Brassica oleraceae* var. *italica*, híbrido decathlon), tais como número de folhas comercializáveis, diâmetro médio de caule e de cabeça e peso médio de cabeça.

ROCHA et al. (2004) avaliaram o estado nutricional e o crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com lodo de esgoto. Na ocasião, notaram que a aplicação deste resíduo influenciou positivamente na nutrição das plantas, proporcionando produção de madeira igual à obtida no tratamento que só recebeu adubação mineral, quando a dose aplicada de lodo de esgoto foi de 12t ha⁻¹.

TRANNIN (2004); por sua vez, observou que o lodo de esgoto melhorou a fertilidade do solo, o estado nutricional e a produtividade do milho.

De acordo com ALMEIDA et al. (2005), o incremento da biomassa aérea e radicular de espécies arbóreas aumentou perante doses crescentes de lodo de esgoto aplicadas no plantio.

No entanto, TSUTIYA (2001a) observa que, para que possam receber aplicação de lodo de esgotos, as áreas cultiváveis devem obedecer à legislação vigente, especialmente a Florestal, proporcionar facilidade de acesso durante a deposição do material, e respeitar outras limitações, como a proximidade de áreas residenciais, a direção predominante de ventos e a declividade mínima.

4.1.6 Influências do lodo de esgoto em algumas propriedades físicas do solo

- **Porosidade**

A aplicação de doses crescentes de lodo de esgotos é capaz de aumentar a porosidade total do solo (MARCIANO, 1999).

- **Capacidade de retenção de água**

De acordo com MELO et al. (2001), a capacidade de retenção de água é afetada pelo número e distribuição dos poros e pela superfície específica, sendo, portanto esta propriedade também afetada pela deposição de lodo de esgotos.

Assim, essa capacidade também aumenta de acordo com o aumento da adição de lodo de esgotos no solo.

- **Densidade**

Marciano (1999) e Jorge et al. (1991) apud MELO et al. (2001) verificaram tendência na redução da densidade do solo com a aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto.

4.1.7 Influências do lodo de esgoto em algumas propriedades químicas do solo

- **Matéria Orgânica**

Doses crescentes de lodo de esgoto aumentaram os teores de matéria orgânica do solo significativamente, de acordo com OLIVEIRA (2000).

- **pH e Acidez Potencial (H+Al)**

O lodo de esgoto adicionado ao solo age como corretivo de acidez, elevando o pH e diminuindo o teor de alumínio trocável (DIAS, 1994 e MELO, 2002).

- **Cálcio**

Estudos de SILVA et al. (1998) indicaram que o aumento da dose aplicada de lodo de esgoto e o aumento de cálcio extraível são diretamente proporcionais.

- **Fósforo**

MELO (2002) afirma que não há necessidade de complementação de fósforo ao lodo de esgoto, pois este resíduo fornece as quantidades deste nutriente exigidas pelas plantas.

- **Magnésio**

Comportamento semelhante ao do Cálcio (SEKI, 1995).

- **Potássio**

De acordo com MELO (2002), o uso de lodo de esgoto como fertilizante pede suplementação de adubação potássica.

4.1.8 Aterro exclusivo

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) alerta aos municípios brasileiros que encarem a questão de tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos com maior comprometimento e responsabilidade, direcionando mais investimentos para o setor. Tito Bianchini, presidente desta associação na atualidade, explica que aterro sanitário não é em hipótese alguma sinônimo de lixão.

De fato, PINHEIRO (2005) explica que; ao contrário do aterro sanitário, os lixões não atendem nenhuma norma de controle. O lixo é disposto de qualquer maneira e sem nenhum tratamento, o que acaba causando inúmeros problemas ambientais.

Com o objetivo de absorver os lodos de esgotos inadequados para os mais diversos usos ou excedentes à demanda, o aterro sanitário busca garantir o destino correto deste resíduo. Um aterro mal projetado pode provocar a contaminação do ar, de águas superficiais e subterrâneas, do solo e, conseqüentemente, da população.

Os aterros sanitários já são responsáveis por um terço das emissões de metano que contribuem para as mudanças climáticas. Por isso, entre os principais objetivos da Lei de Enquadramento Européia sobre aterros sanitários estão a redução da quantidade de lixo biodegradável despejado nos aterros (a maior fonte do metano) e a promoção de instalações de coleta de metano para seu uso na produção de energia.

Para contornar estes problemas, TSUTIYA (2001a) afirma que é necessário que o aterro tenha localização adequada, elaboração de projeto criterioso, implantação de infra-estrutura de apoio, elementos de proteção ambiental e gerenciamento e operação do aterro.

O mesmo autor explica que, no aterro exclusivo, os lodo de esgotos são depositados após serem secos termicamente ou como tortas tratadas. Ensaio geotérmicos mostram que tortas com 40% de lodo de esgotos com cal virgem, ou 90% de sólidos, são as mais adequadas para este tipo de destino.

A solução, embora boa, não é a melhor do ponto de vista econômico. De acordo com o *site* Recycle (visitado no dia 27/10/2005), a Prefeitura de um município pequeno no interior de Santa Catarina gasta mensalmente R\$ 12 mil para depositar o lixo coletado em aterro sanitário privado, além dos custos com coleta, manutenção dos caminhões, combustível e funcionários que chegam à quase R\$ 50 mil.

Para construir um aterro sanitário convencional é necessário elaborar um EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto no Meio Ambiente), que custa aproximadamente R\$ 100 mil. Numa solução dita "convencional", entre o projeto e a construção de aterro sanitário com manta e tratamento do chorume, o custo está em torno de R\$ 1,2 milhão, preço médio dos aterros implantados pela Conder (Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia), por exemplo.

Caso a empresa geradora opte por depositar seus resíduos em aterros particulares, é de responsabilidade do gerador o transporte dos resíduos até o aterro, ou seja, a empresa deve contratar o caminhão adequado para o transporte.

De qualquer forma, compostagem, coleta seletiva e reciclagem são fatores importantes para aumentar a vida útil dos aterros, desde que haja demanda e mercado para os produtos ou materiais obtidos com a utilização desses processos.

4.2 O Transporte de Lodo de esgoto

O custo com transporte e distribuição do lodo de esgoto no solo é o fator mais limitante para viabilizar economicamente a reciclagem agrícola deste resíduo (ANDREOLI et al., 1999; BETTIOL & CAMARGO, 2000), principalmente quando se pensa na aplicação em áreas distantes das ETEs geradoras, devido ao alto teor de umidade, o que significa pagamento para transporte de água (MELO et al., 2001).

Dessa forma, a vantagem inicial do lodo de esgoto como fertilizante é limitada pela distância de transporte do material entre a ETE fornecedora e o local de aplicação do material (SILVA et al., 2002c).

Os mesmos autores esclarecem que para aumentar a área de abrangência de distribuição do material existe a possibilidade de remoção do excesso de água, visto que para o mesmo volume de carga transportam-se mais nutrientes. Porém, a desidratação consome energia e requer custo adicional, podendo abolir o fornecimento gratuito do biofertilizante.

SILVA et al. (2002c) defendem que a distância máxima a ser percorrida deve ser aquela em que a capacidade fertilizadora do lodo de esgoto, e seu correspondente químico, sejam iguais do ponto de vista do valor de frete.

Atualmente, em Franca, no interior de São Paulo, a SABESP fornece o *Sabesfértil* gratuitamente aos agricultores interessados no produto. O mesmo ocorre na capital federal, onde o lodo de esgoto é fornecido pela Companhia das Águas e Esgoto de Brasília (CAESB), cabendo aos produtores arcar somente com o custo do transporte entre a geradora e a propriedade (SILVA et al., 2002c).

TRANNIN et al. (2005) alertam que na gestão adequada dos resíduos, para manter o lodo de esgoto em aterros exclusivos, a empresa geradora desembolsa cerca de R\$100,00 por tonelada do produto, custo bastante elevado quando comparado ao do frete, R\$0,15 t⁻¹ km⁻¹, sugerindo que este poderia ser subsidiado pela ETE geradora.

SILVA et al. (2002c), ao simular a distância economicamente viável de transporte subsidiado pelo agricultor, do lodo de esgoto com diferentes conteúdos de água, concluiu que o material com 90% de umidade pode ser transportado até 122 km, chegando a 1105 km de distância para o lodo de esgoto com 10% de teor de água.

Por fim, MELO et al. (2001) explicam que o trânsito de lodo de esgotos deve ser feito com a máxima segurança, respeitando as normas de transporte de carga perigosa em vigor. O caminhão basculante é o mais indicado para esta atividade por facilitar a operação de descarga. A tampa móvel de sua carroceria deve conter uma trava, de modo a anular o risco de possível abertura durante o transporte, ocasião em que o lodo de esgoto seria derramado em vias públicas com risco de contaminação ambiental, de homens e animais.

4.3 Avaliação Econômica

4.3.1 Custo de produção

De acordo com VERA-CALDERÓN & FERREIRA (2004), uma das formas de se determinar a viabilidade econômica de um sistema de produção é através da análise de custos e receitas geradas pelo sistema produtivo.

Classicamente, o custo de produção é definido como a soma dos valores de todos os serviços aplicados na produção de uma utilidade, sendo esse valor global equivalente ao sacrifício monetário total da firma que a produz (MATSUNAGA et al., 1976).

QUINTANA & CARMO (2005) ainda esclarecem que custo de produção pode ser definido como a soma dos valores monetários dos fatores de produção necessários na obtenção do produto final, por unidade ou área produtiva, cuja finalidade é auxiliar os produtores na escolha das atividades e das práticas a serem utilizadas, e fornecer subsídios ao governo na formulação de políticas públicas.

Assim, custo de produção é um instrumento de planejamento e gestão que permite mensurar o sucesso de uma empresa, seja ela qual for, em seu esforço econômico (OLIVEIRA & VEGRO, 2004).

Isso porque é de se esperar que o preço de venda de um produto, além do lucro esperado, englobe, no mínimo, o seu custo de produção/transporte. Caso este seja maior que o preço da mercadoria, cabe análise detalhada de como os fatores fixos podem estar

superestimando o custo e reduzindo a receita, cuja remuneração no curto prazo, muitas vezes, o empresário não leva em consideração para o planejamento do empreendimento e eleição de algumas entre todas as opções de exploração (MATSUNAGA et al., 1976).

OLIVEIRA & VEGRO (2004) explicam que o Instituto de Economia Agrícola (IEA) desenvolve metodologia para mensuração do custo de produção para diversas culturas e criações que, quando corretamente aplicada, determina pontos que exigem maior atenção dos administradores.

Além disso, a análise do custo de produção para determinação da eficiência econômica é fundamental no estudo de rentabilidade dos recursos utilizados (REIS et al., 1999), auxiliando os agricultores na tomada de decisão (REZENDE et al. 2005).

Para se ter uma idéia da importância deste item na agricultura, os estudos de custo de produção e rentabilidade na cafeicultura paulista, realizados por OLIVEIRA & VEGRO (2004) através dos indicadores de desempenho, evidenciaram a inviabilização da atividade caso não se melhore o monitoramento dos custos.

MATSUNAGA et al. (1976) afirmam que o custo de produção é subdividido em variável e fixo, de acordo com as definições abaixo.

O custo variável depende diretamente do nível de produção de uma empresa agrícola num período considerado. Desde que o preço do produto cubra o custo variável médio, o produtor tem condições de manter a produção no curto prazo.

Independentemente da escala de produção, o produtor arca com os chamados custos fixos. Neles, estão incluídos: terra, remuneração do empresário, capital-fixo, mão-de-obra permanente, alguns impostos e seguros. Na medida em que o preço cobre apenas os custos fixos, o produtor é obrigado a diminuir sua produção ou até mesmo deixar de produzir.

Dessa forma, os autores procuraram adequar uma estrutura de custo de produção que fosse mais objetiva, tendo em vista as dificuldades em avaliar a parcela de custos fixos, representada pela depreciação de máquinas, benfeitorias e outros encargos fixos no preço da mercadoria. Adotou-se então o denominado custo operacional, classificado em custo operacional efetivo e custo operacional total.

O custo operacional efetivo é composto por todos os dispêndios efetivos em dinheiro: mão-de-obra, insumos, manutenção de equipamentos, transportes, impostos, entre outros (VERA-CALDERÓN & FERREIRA, 2004).

Os mesmos autores esclarecem que o custo operacional total inclui depreciação de bens de capital e mão-de-obra familiar, além do custo operacional efetivo.

4.3.2 Produtividade e Rentabilidade do lodo de esgoto como fertilizante

Para avaliar a viabilidade da utilização de substratos compostos pela mistura de diferentes proporções de lodo de esgotos com casca de arroz carbonizada, TRIGUEIRO (2002) estabeleceu ensaio para produção de mudas de eucalipto e pinus, em proporções variando de 0 a 100% entre lodo de esgotos e casca de arroz carbonizada. Os resultados revelaram que doses superiores a 70% de lodo de esgoto foram prejudiciais ao desenvolvimento das mudas de ambas as espécies.

Ao pesquisar os efeitos de diferentes doses de nitrogênio sobre a produção de plantas de alho, RESENDE et al. (2000) estudaram a aplicação de cinco doses deste nutriente (0, 35, 70, 105 e 140 kg ha⁻¹) em plantas provenientes de cultura de tecidos e de multiplicação convencional, avaliadas aos 30, 50, 90, 110, 130 e 150 dias. Para o caso das plantas provenientes de multiplicação convencional, doses de 119 e 102 kg ha⁻¹ de N proporcionaram o máximo acúmulo de matéria seca aos 90 e 110 dias, respectivamente.

Em estudo semelhante para avaliar a produção de madeira em um povoamento de *Eucalyptus grandis*, ROCHA et al. (2004) testaram nove tratamentos com lodo de esgoto nas doses 5 t ha⁻¹, 10 t ha⁻¹, 15 t ha⁻¹, 20 t ha⁻¹ e 40 t ha⁻¹. Pela equação de regressão ajustada, os autores observaram que a produção máxima de madeira seria conseguida com lodo de esgoto na dose de 37 t ha⁻¹.

SILVA et al. (2002c), ao estudarem a relação benefício/custo da aplicação de bio sólido na produção de milho, concluíram que embora a produção física tenha aumentado com o acréscimo da dose de 54 até 216 t ha⁻¹, a análise da relação benefício/custo mostrou que doses muito elevadas podem não ser economicamente vantajosas.

Da mesma forma, GOBBI (2003), analisando a potencialidade do lodo de esgoto como fonte de macronutrientes no cultivo do milho, constatou que a utilização deste material proporcionou maior receita bruta do que o tratamento com adubação química. No

entanto, o mesmo autor inferiu que, embora a maior dose de lodo de esgoto tenha alcançado a maior produção física, produziu a menor renda líquida.

Isso é explicado por HOFFMAN et al. (1987) através da função de produção; relação que expressa a quantidade máxima de produto obtido através de um conjunto de insumos, dada a tecnologia disponível, por unidade de tempo, ou seja, a produção é função de muitas variáveis, sendo que existem relações tecnológicas que restringem as opções dos empresários em condições reais. No entanto, na experimentação agrícola, o estudo da produção considera somente um fator variável e os demais constantes.

Os autores esclarecem que à medida que se aumenta a quantidade empregada de um fator variável, mantendo-se os demais constantes, o produto físico total aumenta, a princípio mais do que proporcionalmente à quantidade empregada, depois menos que proporcionalmente, atinge um máximo e, finalmente, decresce.

O aumento da quantidade aplicada de um fator variável, mantidos os demais constantes, sempre determina produtos físicos marginais decrescentes depois de certo ponto. Esta propriedade é comumente chamada de “lei da produtividade física marginal finalmente decrescente”, “lei dos rendimentos decrescentes”, “lei da produtividade decrescente”.

RAIJ (1998) defende que os benefícios da aplicação do lodo de esgoto podem superar os da adubação mineral, principalmente em relação à economia com fertilizantes.

TRIGUEIRO (2002) produziu mudas de eucalipto e pinus com excelentes resultados. No caso da primeira espécie, houve redução nos custos com fertilizantes de 64%, e de 12,5% para a segunda espécie, quando as mudas foram produzidas com lodo de esgoto.

A utilização agrícola de lodo de esgotos destaca-se por evitar destinos de custos mais elevados e com maior impacto no ambiente e na população, como por exemplo, a disposição em aterros sanitários (ANDREOLI et al., 1999).

Por outro lado, a disposição agrícola do lodo de esgoto é vantajosa aos agricultores, na medida em que reduz os custos de produção e mantém a produtividade da lavoura (TRANNIN et al., 2005).

No entanto, por se tratar de um produto de recente utilização na agricultura, seu uso gera dúvidas quanto ao custo do produto em relação aos fertilizantes convencionais e requer um estudo mais completo na avaliação econômica de sua aplicação (SILVA et al., 2002c).

Ao estudar a produtividade do milho cultivado em latossolos fertilizados com lodo de esgoto, MELO (2002) concluiu que este biofertilizante pode ser utilizado em substituição parcial ao fertilizante mineral, mesmo não havendo efeito significativo do lodo de esgoto em relação à produção de matéria seca nas diferentes partes da planta, sugerindo que seu uso diminuiria os elevados custos da fertilização.

Contudo, KVARNSTROM & NILSSON (1999) concluíram que o preço do lodo de esgoto foi determinado pela demanda, e não pelo valor intrínseco de sua fertilização. Os autores esclarecem que somente os municípios com demanda igual ou superior à capacidade de produção cobram pelo lodo de esgoto. Nos demais casos, este subproduto é entregue gratuitamente ou até mesmo com frete subsidiado, como estratégia de indução de demanda.

SEROA DA MOTA (1998) indica que outra hipótese é a valoração pelo método de mercado de bens substitutos, utilizado quando o recurso a ser valorado pode ser substituído por um insumo comercializado. Neste caso, os preços deste são utilizados no cálculo do valor econômico da alternativa viável.

TRANNIN (2004) explica que para este método, o cálculo do valor monetário de lodo de esgotos como fonte de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica utiliza preços de fertilizantes químicos e compostos, cujos mercados já estão consolidados.

No entanto, RAIJ (1998) sugere que a valoração econômica do lodo de esgoto baseie-se na substituição da adubação mineral, quando capaz de proporcionar rendimentos, no mínimo, iguais a essa. Este é o método da chamada produtividade relativa (produtividade obtida pelo lodo de esgoto em relação à atingida pela adubação química), a técnica mais utilizada na atividade de valoração, segundo CORRÊA & CORRÊA (2001).

Como já exposto, o custo com transporte é fator limitante para a viabilidade econômica do uso agrícola deste resíduo. Dessa forma, na valoração do lodo de esgoto, deve-se levar em conta também o seu transporte entre a ETE geradora e o local de aplicação.

TRANNIN (2004) resume que a valoração do lodo de esgoto dependerá dos teores e das formas em que se encontram seus nutrientes. Porém, a consolidação do mercado deste resíduo necessita da sua produção em larga escala, do desenvolvimento de técnicas de uso agrícola e do crescimento da demanda por este produto.

5 MATERIAL E MÉTODO

5.1 Material

Foram instalados dois experimentos, em solo arenoso e em solo argiloso, avaliado o nível de fertilidade dos solos usados nos experimentos e a produtividade da cultura, num convênio envolvendo governo canadense, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), SABESP e Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP de Jaboticabal (RELATÓRIO CONVÊNIO, 2001).

Cumprindo com essas atribuições, a UNESP gerou um total aproximado de 60 (sessenta) relatórios de atividades contendo todas as informações necessárias para que este estudo fosse executado. Esses relatórios forneceram a base de dados para esta dissertação.

5.2 O Experimento

5.2.1 Área Experimental

As áreas experimentais localizam-se na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, que está a uma altitude de 610 metros e 21°15'22"S e 48°15'18"W de coordenadas geográficas. Segundo a classificação de Köppen, o clima é tipo Cwa, ou seja, subtropical, temperado, seco no inverno e com temperatura média máxima superior a 22°C (SOUZA, 2004).

5.2.2 Duração

O experimento foi instalado durante seis anos agrícolas: 1997/1998, 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003, utilizando-se dois tipos de solo (Latosolo Vermelho distrófico e Latossolo Vermelho eutroférico).

5.2.3 Solos

De acordo com a EMBRAPA (1999), os Latossolos Vermelhos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresentar mais que 150 cm de espessura, com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

- **Latossolo Vermelho distrófico (LVd)**

Antigo Latossolo Vermelho-Escuro, são solos com saturação por bases baixa ($V\% \leq 50$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

- **Latossolo Vermelho eutroférico (LVef)**

Antigo Latossolo Roxo, são solos com saturação por bases alta ($V\% \geq 50$) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) de 18% a 36% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

5.2.4 Condução do experimento

Durante o período deste estudo o experimento foi conduzido com a cultura do milho. No ano agrícola 1997/1998 utilizaram-se sementes de variedade “Manduri”, que foi substituída em 1998/1999 pelo híbrido AG 122. A partir do terceiro ano agrícola (1999/2000), as sementes foram novamente substituídas, agora, pelo híbrido duplo AGROMEN 3150.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições.

Os tratamentos utilizados foram:

T = sem qualquer tipo de fertilização (no ano agrícola 1997/1998) e apenas com fertilização mineral (nos anos subseqüentes); seguindo recomendações de adubação para o Estado de São Paulo.

D1 = aplicação de 2,5 t ha⁻¹ de lodo de esgoto (base seca) e complementação mineral de P e K, quando necessário, durante os três primeiros anos agrícolas (1997/1998, 1998/1999, 1999/2000). Aplicação de 20,0 t ha⁻¹ de lodo de esgoto (base seca) e complementação mineral de P e K, quando necessário, durante os anos agrícolas de 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003.

D2 = aplicação de 5,0 t ha⁻¹ de lodo de esgoto (base seca) e complementação mineral de P e K, quando necessário, durante todos os anos agrícolas em estudo.

D3 = aplicação de 10,0 t ha⁻¹ de lodo de esgoto (base seca) e complementação mineral de P e K, quando necessário, durante todos os anos agrícolas em estudo.

No ano agrícola 1997/1998, as áreas experimentais sofreram operações convencionais de cultivo, uma aração e duas gradagens. Nos anos subseqüentes, adotou-se o sistema de cultivo mínimo.

No novo sistema foram feitas aplicações de herbicida dessecante 20 (vinte) dias antes da data prevista para semeadura. Em seguida, somente a camada superficial do solo (0-15 cm) sofreu gradagem leve. Após a primeira gradagem, ocorreu distribuição do lodo de esgoto nas parcelas, incorporado através de nova operação de gradagem.

Devido às diferenças nas variedades de milho utilizadas, e principalmente no cultivo adotado no primeiro ano agrícola, optou-se por desprezar o ano agrícola de 1997/1998, analisando-se os cinco restantes, de 1999 a 2003.

5.2.5 O Lodo de esgoto

A Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri é gerenciada pela SABESP. Proveniente desta ETE, o lodo de esgoto foi obtido por tratamento com cal nos anos agrícolas 1997/1998 e 1998/1999. A partir do ano agrícola 1999/2000, o tratamento com cal foi substituído por tratamento com polímero. Destaca-se que este resíduo possui alto e variado teor de umidade em sua composição.

De acordo com SILVA et al. (1998), os metais pesados contidos em 30t ha⁻¹ de lodo de esgoto da ETE de Barueri não apresentaram problemas de contaminação no solo.

5.3 Avaliação Econômica

5.3.1 Montagem das Matrizes

As matrizes econômicas foram montadas para cada tratamento, de acordo com o modelo de custos de produção adotado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Este modelo propõe a descrição de todas as atividades de cultivo, desde o preparo do solo até a colheita, detalhando os tipos de máquinas e implementos utilizados, mão-de-obra aplicada, tempo de duração de cada uma destas atividades, e ainda, quantidade dos insumos consumidos.

Os preços de cada item de despesa assinalada foram aplicados às quantidades obtendo-se os custos de produção. Além destes itens, acrescentaram-se ainda nestas matrizes, dados de receita e rentabilidade.

Basicamente onze operações de cultivo compuseram o itinerário técnico de produção de milho através do tratamento testemunha: aplicação de herbicida;

rebaixamento vegetal; gradagem leve; sulcamento; adubação mineral; semeadura; desbaste; aplicação de herbicida; aplicação de inseticida; adubação de cobertura e colheita mecanizada.

Para os demais tratamentos, o itinerário foi o mesmo, pouco variando da testemunha: aplicação de herbicida; rebaixamento vegetal; gradagem leve; aplicação de lodo de esgoto; gradagem leve; sulcamento; adubação mineral; semeadura; desbaste; aplicação de herbicida; aplicação de inseticida e colheita mecanizada.

No total montaram-se quarenta matrizes: cinco anos de experimento, dois tipos de solo e quatro tratamentos. A opção de montagem de uma matriz para cada repetição ficou impossibilitada, devido à complexidade, e o tempo necessário para se elaborar duzentas matrizes: cinco anos de experimento, dois tipos de solo, quatro tratamentos e cinco repetições. Trabalhou-se então com os valores médios dos resultados encontrados nas repetições do experimento.

É importante ressaltar que, de acordo com o modelo utilizado, os coeficientes técnicos de produção são expressos em quantidade utilizada por hectare. No entanto, por se tratar de áreas experimentais, com 2500 m² cada uma, optou-se pela montagem das tabelas nessas dimensões, a fim de evitar possíveis erros de distorção ao se expandir os dados para um hectare, base geralmente usada em cálculos de custo de produção e rentabilidade. Sendo quatro tipos de tratamentos, para cada um, tem-se área de 1/16 de hectares, ou seja, 625 m².

Para os cálculos do custo de produção e rentabilidade de cada matriz foram utilizados os preços vigentes no mercado nos anos agrícolas correspondentes¹.

Como o lodo de esgoto, atualmente, é doado aos produtores com interesse na sua utilização, considerou-se que a aquisição deste material não teve nenhum custo na realização do experimento. Convém explicar que outros custos, tal como transporte, por exemplo, foram bancados pelo governo canadense, de acordo com convênio.

¹ Dependendo da necessidade, alguns valores foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços (IGP-M) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Exemplo de cálculo: valor de herbicida em maio de 2005 (R\$134,76) x (índice nov de 98(147,628)/índice maio de 05 (338,299)) = Valor em nov de 1998 (R\$58,81). Os índices utilizados na correção foram obtidos no *site* da Fundação Getúlio Vargas, em 05/06/2005.

5.3.2 Metodologia de Custos Operacionais

Com o emprego do programa Excel, foram obtidos os custos operacionais, conforme a metodologia do IEA (MATSUNAGA et al., 1976).

Nessa estrutura, os custos totais são divididos em custo operacional efetivo (COE) e custo operacional total (COT), considerando os gastos variáveis e parcelas dos gastos fixos, deixando para os prováveis resíduos positivos (receita menos custos) a remuneração de outros fatores de produção como o lucro sobre o capital empregado, a renda da terra e o trabalho gerencial do empresário.

Com isso, é possível eliminar distorções que conduzam à inviabilidade do agricultor no curto prazo, uma vez que o COE engloba os gastos efetivamente desembolsados pelo agricultor, correspondendo aos custos variáveis, entre eles despesas com mão-de-obra, operações com máquinas e equipamentos e material consumido.

Ao COE são acrescentadas parcelas dos custos fixos relativas à depreciação de máquinas e equipamentos, e juros sobre capital investido, compondo o COT, de tal forma que o agricultor torna sua produção viável no curto prazo quando o preço do produto é maior (ou igual) ao custo operacional efetivo médio².

5.3.2.1 Cálculo dos Custos Operacionais Efetivos

O Custo Operacional Efetivo consiste na soma dos valores de custo horário de operação e material consumido.

▪ Custo Horário de Operação

O total de horas trabalhadas pelos tratoristas e diaristas (Relatório Convênio, 2001) foi multiplicado pelos preços correntes, obtidos junto à Casa da Agricultura de Jaboticabal.

Para calcular o custo horário de operação das máquinas e equipamentos, multiplicaram-se as horas de uso pelo custo horário, sem depreciação, calculado pelo IEA, e disponível na Revista Informações Econômicas nos meses de março de cada ano, desde 1999. De acordo com esta publicação, o custo horário sem depreciação inclui

² Na estrutura de custos totais, em que não há resíduo, mas sim se englobam a remuneração dos outros fatores de produção (renda da terra, lucro médio e trabalho gerencial), a viabilidade na produção se dá quando o preço do produto é maior ou igual ao Custo Variável médio.

garagem, reparos, combustíveis, lubrificantes, pneus, e seguro para tratores, colhedoras e caminhão.

- **Custo de Material Consumido**

O custo com material consiste no produto da quantidade utilizada pelo preço vigente no mercado durante o período em que o insumo foi consumido. Da mesma forma que no item anterior, esses preços foram obtidos junto à publicação do IEA.

Em alguns casos, quando o material não constava da lista disponibilizada, os preços foram levantados em lojas no município de Jaboticabal e foram corrigidos pelo índice IGP-M da Fundação Getúlio Vargas.

5.3.2.2 Cálculo dos Custos Operacionais Totais

O COT representa o COE acrescido de parte dos custos fixos, como a depreciação de máquinas e equipamentos.

- **Depreciação de Máquinas e Equipamentos**

É o produto da hora de uso dos equipamentos, em cada atividade, pela depreciação horária calculada pelo IEA, disponível na Revista Informações Econômicas, para o ano correspondente.

- **Juros sobre Capital Investido**

Embora este item não faça parte da metodologia de cálculo de custos adotada pelo IEA, optou-se por incluí-lo neste trabalho a fim de possibilitar que o custo de produção cubra o custo de oportunidade.

Os juros correspondentes ao uso das máquinas e equipamentos podem ser obtidos pela fórmula sugerida pelo IEA: $((C_0/2)*r)/UA$

Onde: C_0 é o preço do equipamento novo; r é a taxa de juros, aqui considerada 0,12 (12% ao ano); e UA é horas de uso anual. Os dados de custo inicial dos equipamentos foram retirados das publicações da Revista Informações Econômicas.

5.3.3 Cálculo de Receita e Rentabilidade

Multiplicou-se a produtividade média de cada tratamento, em cada ano, pelo preço do milho no mercado, para o mês de abril do respectivo ano, publicado em

Informações Econômicas, vários números, relativo ao Escritório de Desenvolvimento Rural que engloba o município de Jaboticabal (EDR de Jaboticabal).

Assim como os custos de produção, as rentabilidades foram chamadas de Efetiva e Total. A primeira consiste na diferença entre a Receita e o COE, e a segunda, na diferença entre a Receita e o COT.

5.4 Análise Estatística

Após a avaliação das rentabilidades econômica efetiva e total de cada tratamento na produção de milho, procedeu-se à análise estatística.

Devido à diferença no tratamento **D1**, onde a aplicação de 2,5 t ha⁻¹ de lodo de esgoto durante os três primeiros anos agrícolas (1997/1998, 1998/1999, 1999/2000) foi substituída pela aplicação de 20,0 t ha⁻¹ de lodo de esgoto durante 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003, optou-se por dividir o experimento em duas fases. Considerou-se fase um, os anos agrícolas 2 (1998/1999) e 3 (1999/2000) e fase dois os três últimos anos agrícolas³, sendo que cada ano foi considerado um bloco.

O delineamento estatístico foi de parcelas subdivididas, com dois solos nas parcelas, em blocos casualizados, e quatro tratamentos doses nas subparcelas. Na fase um havia dois blocos e na fase dois, três blocos.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e regressão. Para os procedimentos estatísticos utilizou-se o software SAS/STAT[®] (SAS Institute Inc., 1999).

O modelo de regressão foi o quadrático ($Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \varepsilon_{ij}$), onde Y_{ij} = rentabilidade da parcela que recebeu a dose i , no ano j , X_i = i -ésima dose do lodo de esgoto, β_0 , β_1 e β_2 = parâmetros do modelo, ε_{ij} = erro associado à parcela (ij). Foi ajustado para cada tipo de solo (Latossolo Vermelho distrófico e Latossolo Vermelho eutroférico) e para cada rentabilidade, efetiva e total. O nível de significância adotado nos testes foi de 5%.

³ Embora tenha havido o descarte do primeiro ano do experimento (1997/98), continuou-se, nesta dissertação, com a seqüência numérica original do Relatório Convênio, 2001, ou seja, ano 1 para o ano agrícola 1997/98, ano 2 para o ano agrícola 1998/99, e assim por diante.

5.5 Transporte

SILVA et al. (2002c), ao calcular a distância máxima eficiente de transporte do lodo de esgoto, partiu da premissa que, para que haja vantagem de uso, o valor total dos nutrientes contidos numa massa definida do material deve ser igual ou superior ao custo do frete para seu transporte entre a ETE geradora e o local de aplicação.

Embora este estudo busque, através dessa mesma metodologia, uma equação que indique esta vantagem, vale lembrar que o lodo de esgoto foi considerado uma cortesia da usina geradora (no caso a ETE de Barueri) para os produtores rurais que utilizam este material. Desta forma, trabalhou-se com duas hipóteses, o custo de transporte pago pela ETE geradora do resíduo, e o custo de transporte pago pelos agricultores que usam este resíduo.

Convém ressaltar que, mesmo tendo sido a aplicação do resíduo na área experimental com alto teor de umidade, nos cálculos da produtividade, e também nesta dissertação, foram adotadas doses de lodo de esgoto em base seca.

- **Custo subsidiado pela ETE geradora**

Utilizando uma adaptação de SILVA et al (2002c), a fórmula a seguir procura estabelecer, para a geradora que arca com o custo, qual a vantagem no frete de transporte, se no depósito em aterro sanitário ou como cortesia aos agricultores.

$$C_t \times D_{GLa} \leq P_A$$

$$D_{GLa} \leq \frac{P_A}{C_t}$$

Onde:

C_t = Custo de transporte por tonelada de lodo de esgoto (R\$ t⁻¹ km⁻¹)

D_{GLa} = Distância (km) entre a geradora e o local de aplicação do lodo de esgoto.

P_A = Preço de depósito por tonelada de biossólido em aterro (R\$ t⁻¹)

Pesquisa feita pela autora, através de entrevistas via e-mails, para aterros particulares⁴, indicou que o preço médio para deposição de uma tonelada de lodo de esgoto nestes locais era de R\$ 115,00, em dezembro de 2005.

O preço do frete rodoviário para calcário a granel, de 18 de fevereiro a 24 de março de 2006, foi retirado do *site* de Sistema de Informações de Fretes (Sifreca) (visitado em 03/04/2006), com valor de R\$0,1036 t⁻¹ km⁻¹. Optou-se por utilizar o preço de transporte deste material devido à dificuldade de se encontrar o preço para transporte de lodo de esgoto. Além disso, o calcário é o material que mais se aproxima das características físicas do lodo de esgoto em estudo. Como já dito anteriormente, este material exige cuidado com o seu transporte para que não haja possíveis contaminações.

- **Custo assumido pelo agricultor**

Esta fórmula indica, para o produtor ao incluir o lodo de esgoto nos seus custos, se há vantagem no frete do transporte em relação ao uso de fertilizantes químicos.

Uma das técnicas de valoração mais utilizada é a de mercado de bens substitutos, que se emprega sempre que o recurso ambiental a ser valorado pode ser substituído por um insumo comercializado e, se for possível, obterem-se preços deste produto no mercado (CORRÊA & CORRÊA, 2001).

Assim, determinou-se o valor agregado ao lodo de esgoto pelas quantidades de fósforo, nitrogênio e potássio, contidas em uma tonelada deste material. Os insumos cotados para fontes de fósforo, nitrogênio e potássio foram Superfosfato Simples, Sulfato de Amônia e Cloreto de Potássio, respectivamente, por serem estes os fertilizantes químicos adotados para a fertilização do tratamento testemunha, e cujos preços estão disponíveis na Revista Informações Econômicas.

Os preços utilizados foram de dezembro de 2005, por ser o último mês com dados de custo que mais se aproxima dos meses com preço para transporte. Os cálculos consideraram os percentuais de NPK em cada fertilizante. Assim, uma tonelada de Sulfato de

⁴ Média entre os preços para depósito de lodo de esgoto em aterros sanitários particulares situados nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil.

Amônio, com 200 kg de N, custava R\$687,62, e portanto a tonelada de nitrogênio foi avaliada, na época, em R\$3866,10.

Para o Superfosfato Simples (18% de P_2O_5), cotado em R\$583,23/tonelada do adubo, obteve-se R\$3226,56 a tonelada de fósforo e, por fim, o Cloreto de Potássio (58% de K_2O) cotado a R\$33,00/tonelada ou R\$1892,52 a tonelada do potássio.

A equação que representa essa relação vem a seguir:

$$D_{GLa} \leq \frac{(P_N Q_N) + (P_{P_2O_5} Q_{P_2O_5}) + (P_{K_2O} Q_{K_2O})}{C_t}$$

Onde:

D_{GLa} = Distância (km) entre a geradora e o local de aplicação do lodo de esgoto

P_N = Preço da tonelada de N (R\$)

Q_N = Quantidade de N disponível no lodo de esgoto (kg)

$P_{P_2O_5}$ = Preço da tonelada de P_2O_5 (R\$)

$Q_{P_2O_5}$ = Quantidade de P_2O_5 disponível no lodo de esgoto (kg)

P_{K_2O} = Preço da tonelada de K_2O (R\$)

Q_{K_2O} = Quantidade de K_2O disponível no lodo de esgoto (kg)

C_t = Custo de transporte por tonelada de lodo de esgoto ($R\$ t^{-1} km^{-1}$)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Avaliação Econômica

6.1.1 Análise numérica das rentabilidades

Os dados de receita, COE, COT, RE e RT, para cada ano e tratamento, encontram-se nas tabelas 5 e 6 para os Latossolos Vermelhos distrófico e eutroférico, respectivamente. As matrizes que geraram estes resultados encontram-se no apêndice.

Analisando-se as informações da tabela 5, pode-se observar que, no ano 2, somente a rentabilidade total (RT) foi negativa. Nessas condições, o preço da venda do milho cobre apenas os custos variáveis, e o produtor tem que repensar sua produção ou até mesmo deixar de produzir no longo prazo.

No ano 3, somente o tratamento testemunha obteve rentabilidade total negativa, diferentemente dos demais, que atingiram rentabilidades, efetiva e total, positivas, indicando favorecimento dos preços relativos para o milho. Além disso, houve queda nos custos de produção por não ter havido necessidade de tratamento fitossanitário neste ano.

Tabela 5. Produtividades (em kg), Receitas, Custos e Rentabilidades, por tratamento e ano de cultivo, no Latossolo Vermelho distrófico (LVd), em Reais (R\$), 1999 a 2003, Jaboticabal, SP.

Itens	Tratamentos			
	1	2	3	4
Ano 2				
Produtividade	418,00	355,78	352,34	361,97
Receita	54,34	46,25	45,80	47,06
COE	46,04	44,18	44,18	44,18
COT	57,00	55,34	55,34	55,34
RE	8,30	2,07	1,62	2,88
RT	(2,66)	(9,09)	(9,54)	(8,28)
Ano 3				
Produtividade	389,81	395,44	440,00	441,38
Receita	77,96	79,09	88,00	88,28
COE	69,67	56,28	56,28	56,28
COT	81,41	68,23	68,23	68,23
RE	8,29	22,81	31,72	32,00
RT	(3,45)	10,86	19,77	20,05
Ano 4				
Produtividade	306,73	301,74	306,49	318,85
Receita	42,94	42,24	42,91	44,64
COE	84,45	58,58	58,58	58,58
COT	97,92	72,26	72,26	72,26
RE	(41,51)	(16,34)	(15,67)	(13,94)
RT	(54,98)	(30,02)	(29,35)	(27,62)
Ano 5				
Produtividade	290,63	293,38	310,13	331,25
Receita	55,22	55,74	58,93	62,94
COE	117,19	74,02	88,56	82,48
COT	132,72	88,30	104,31	98,23
RE	(61,97)	(18,28)	(29,63)	(19,54)
RT	(77,50)	(32,56)	(45,38)	(35,29)
Ano 6				
Produtividade	265,54	285,18	327,00	343,13
Receita	82,32	88,41	101,37	106,37
COE	104,04	57,61	64,68	62,34
COT	118,77	72,59	79,66	77,32
RE	(21,72)	30,80	36,69	44,03
RT	(36,45)	15,82	21,71	29,05

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 6. Produtividades (em kg), Receitas, Custos e Rentabilidades, por tratamento e ano de cultivo, no Latossolo Vermelho eutroférico (LVef), em Reais (R\$), 1999 a 2003, Jaboticabal, SP.

Itens	Tratamentos			
	1	2	3	4
	Ano 2			
Produtividade	406,66	372,83	365,41	440,34
Receita	52,87	48,47	47,50	57,24
COE	45,14	42,03	42,03	42,03
COT	56,25	53,28	53,28	53,28
RE	7,73	6,44	5,47	15,21
RT	(3,38)	(4,81)	(5,78)	3,96
	Ano 3			
Produtividade	537,63	468,88	489,50	520,44
Receita	107,53	93,78	97,90	104,09
COE	65,38	48,87	47,74	48,87
COT	77,29	60,93	59,80	60,93
RE	42,15	44,91	50,16	55,22
RT	30,24	32,85	38,10	43,16
	Ano 4			
Produtividade	289,94	282,58	292,61	312,43
Receita	40,59	39,56	40,97	43,74
COE	85,11	57,32	57,32	57,32
COT	98,74	71,11	71,11	71,11
RE	(44,52)	(17,76)	(16,35)	(13,58)
RT	(58,15)	(31,55)	(30,14)	(27,37)
	Ano 5			
Produtividade	342,38	406,50	351,25	487,50
Receita	65,05	77,24	66,74	92,63
COE	120,97	72,31	84,71	80,90
COT	136,68	86,70	100,57	96,76
RE	(55,92)	4,93	(17,97)	11,73
RT	(71,63)	(9,46)	(33,83)	(4,13)
	Ano 6			
Produtividade	293,50	350,50	368,13	375,38
Receita	90,99	108,66	114,12	116,37
COE	126,77	56,48	63,12	60,57
COT	141,70	71,58	78,22	75,67
RE	(35,78)	52,18	51,00	55,80
RT	(50,71)	37,08	35,90	40,70

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Para o ano 4, as receitas geradas diminuíram e os custos aumentaram quando comparados ao ano anterior. Assim, todas as rentabilidades foram negativas, em todos os tratamentos. Comportamento idêntico ocorreu no ano 5, devido à elevação expressiva dos custos, em detrimento do aumento irrisório das receitas (Tabela 5).

No sexto ano, ao sabor da conjuntura econômica, os preços relativos foram favoráveis ao aumento das receitas que atingiram valores máximos durante os anos analisados e, com exceção do tratamento testemunha, todos os demais atingiram lucros expressivos (Tabela 5).

Na tabela 6 observa-se que, no ano 2, somente o tratamento 4 atingiu receita total positiva. Os demais tratamentos apresentaram comportamento semelhante aos resultados para o LVd, em que os preços do produto cobriam apenas os gastos efetivos.

No ano 3, todos os tratamentos obtiveram rentabilidades positivas, inclusive a testemunha, que apresentou prejuízos quando testada no LVd. Assim, o preço do produto cobre os custos variáveis e fixos, e o produtor tem condições de manter a produção no médio e longo prazos.

Para o ano 4, nota-se o mesmo comportamento para os dois tipos de solo, com diminuição das receitas geradas e aumento dos custos quando comparados ao ano anterior, caracterizando resultados econômicos negativos.

Diferentemente do observado para o LVd, onde todos os tratamentos apresentaram receitas negativas no ano 5, para o LVef, os tratamentos 2 e 4 atingiram RE positivas.

No ano 6 ocorreu comportamento idêntico nos dois tipos de solo, sendo que, com exceção do tratamento testemunha, todos os tratamentos mostraram-se com lucratividade.

6.1.2 Análise Gráfica das Rentabilidades

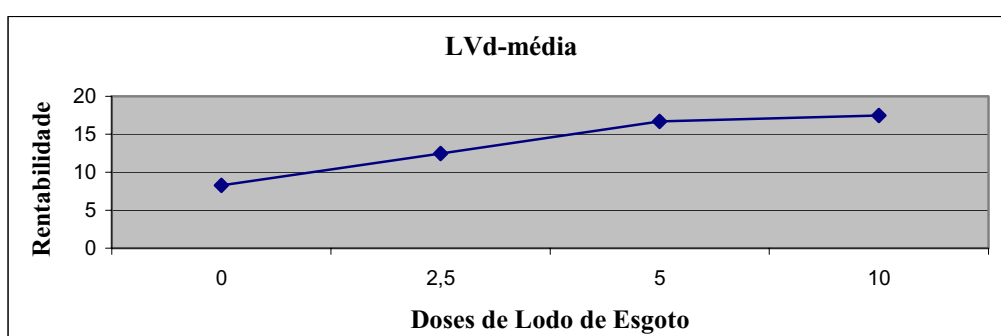
Os gráficos 1 a 12 relacionam as rentabilidades (efetiva e total), para cada tipo de solo, em função da aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto, e possibilitam uma visão comparativa das médias da rentabilidade para as duas fases definidas na Análise Estatística do capítulo Material e Método.

6.1.2.1 Fase 1

Rentabilidade Efetiva

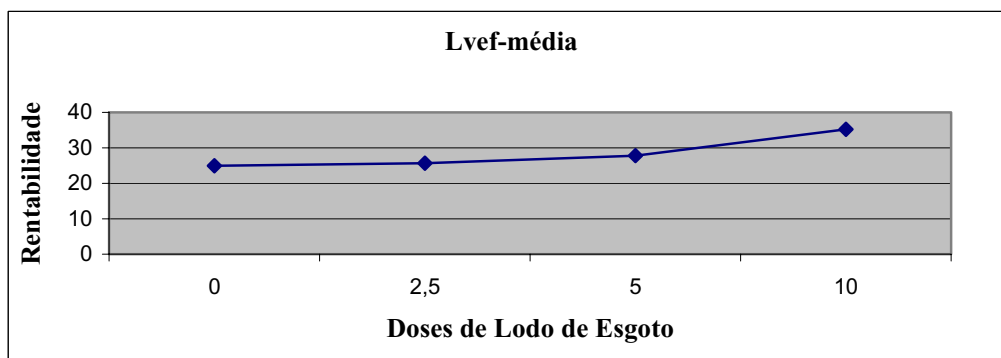
Os gráficos 1 e 2 expressam as médias das rentabilidades efetivas durante os anos 2 e 3, ou seja, fase 1, para os Latossolos Vermelhos distrófico e eutroférico, respectivamente. Através deles é possível observar que houve aumento na rentabilidade efetiva em função da aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto.

Figura 1. Média das rentabilidades efetivas calculadas para a fase 1, no LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 2. Média das rentabilidades efetivas calculadas para a fase 1, no LVef.

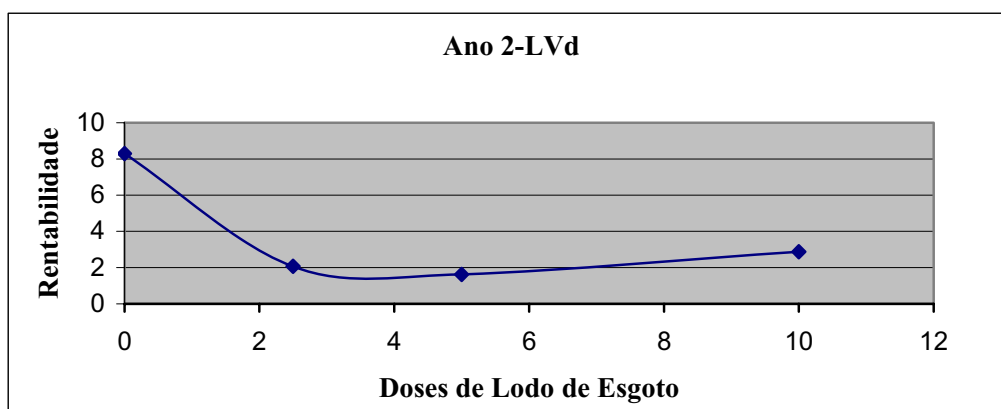


Fonte: Dados da pesquisa (2006).

No entanto, para as rentabilidades efetivas individuais, esse comportamento se alterou no ano 2, e, ao contrário do acontecido para as médias, houve queda inicial em função da aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto com posterior recuperação (gráficos 3 e 4) para os solos LVd e LVef, respectivamente.

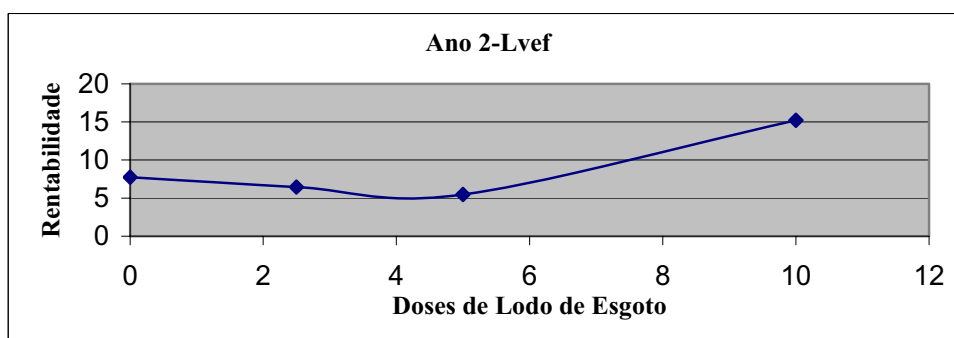
Para o ano 3, o desempenho foi o mesmo das médias. Optou-se por disponibilizar os gráficos desse ano no apêndice, para não avolumar por demais o texto da dissertação e, ao mesmo tempo, possibilitar a consulta do comportamento das rentabilidades das doses para cada ano específico.

Figura 3. Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 2, para o LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 4. Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 2, para o LVef.

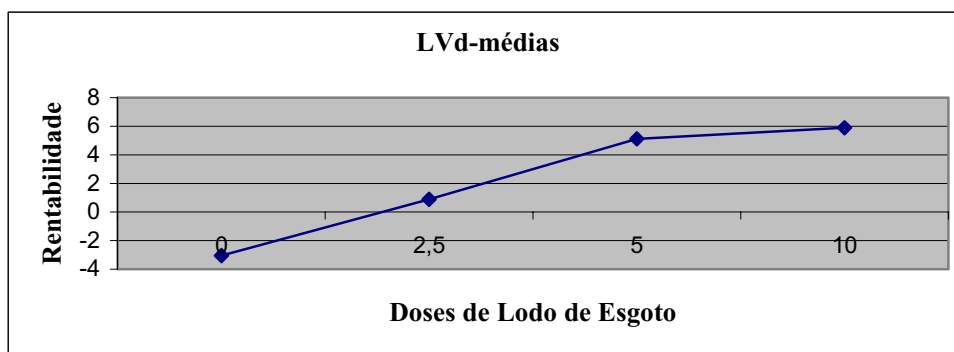


Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Rentabilidade Total

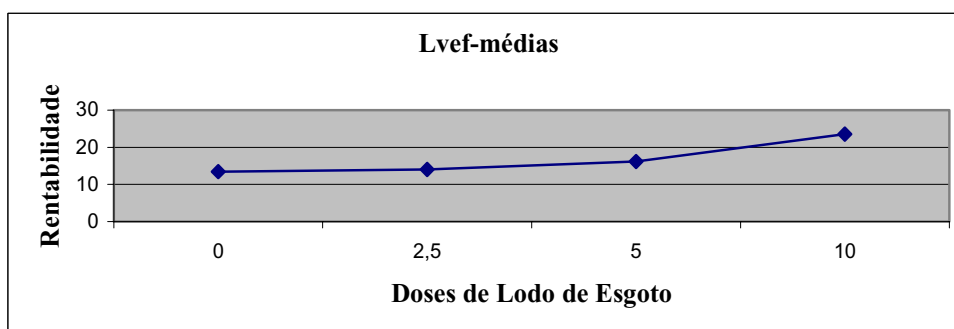
Os gráficos 5 e 6 confirmam que a média da rentabilidade total, para a fase 1 nos Latossolos Vermelhos distrófico e eutroférico, respectivamente, cresceu com o aumento das doses de aplicação do lodo de esgoto no solo, à semelhança do que ocorreu com as médias das rentabilidades efetivas na mesma fase.

Figura 5. Média das rentabilidades totais calculadas para a fase 1, no LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

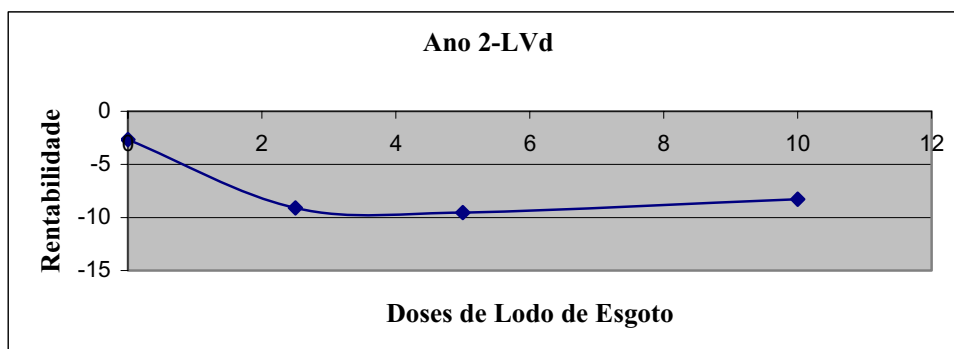
Figura 6. Média das rentabilidades totais calculadas para a fase 1, no LVef.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

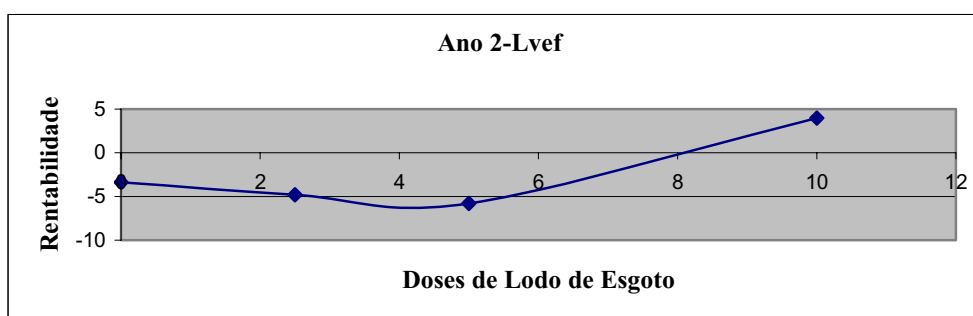
Os gráficos 7 e 8 relacionam, para o ano 2, a rentabilidade total com as doses de aplicação de lodo de esgoto nos solos LVd e LVef, respectivamente. Mais uma vez, assim como na RE, houve queda inicial e posterior recuperação para a RT com doses crescentes de aplicação de lodo de esgoto no solo. O comportamento da rentabilidade total para o ano 3 pode ser visualizado nos gráficos do apêndice.

Figura 7. Comportamento da rentabilidade total no ano 2, para o LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 8. Comportamento da rentabilidade total no ano 2, para o LVef.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Na fase 1, nota-se que para o tratamento 2, nos dois tipos de solo, LVd e LVef, as rentabilidades, tanto efetiva como total, tiveram comportamento diferente das médias e do ano 3, ou seja, enquanto a rentabilidade aumentou com o aumento das doses aplicadas de lodo de esgoto no solo, para o ano 2 houve diminuição inicial e posterior recuperação das rentabilidades.

Uma possível explicação para o ocorrido é que o ano agrícola 2 (1998/1999) foi o primeiro cujo tratamento testemunha recebeu adubação mineral, atingindo produtividade de 418kg e conseqüente rentabilidade maior que os demais tratamentos. A exceção fica por conta do tratamento 4, que recebeu 10 t ha⁻¹ de lodo de esgoto, dose mais significativa, explicando a recuperação da rentabilidade após a queda.

A partir do ano seguinte, ano 3, observa-se que a produtividade, e conseqüente rentabilidade, aumenta conforme o aumento das doses de lodo de esgoto. Além

disso, nota-se também que a produtividade aumentou de um ano para outro, quando do uso de lodo de esgoto. Com a adubação química, ocorreu o inverso, ou seja, com o passar dos anos, a produtividade diminuiu dentro do mesmo tratamento.

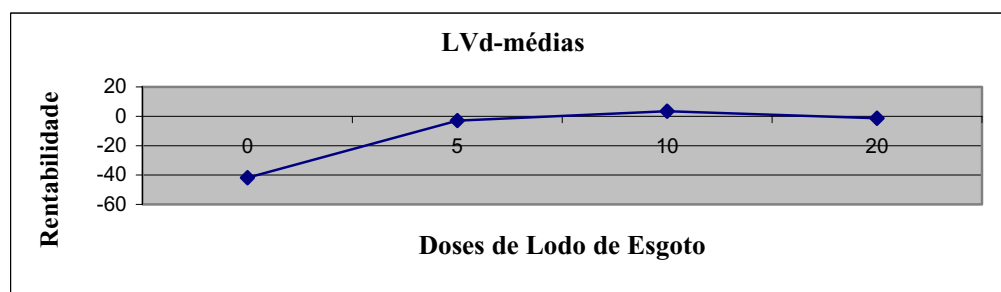
Este comportamento corrobora com a afirmação de MALTA (2001), de que o lodo de esgoto altera as propriedades físicas e químicas do solo, melhorando seu nível de fertilidade e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas.

6.1.2.2 Fase 2

Rentabilidade Efetiva

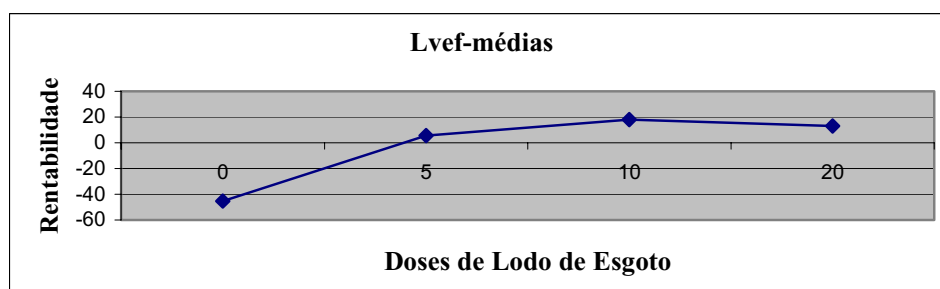
Os gráficos 9 e 10 expressam as médias das rentabilidades efetivas durante a fase 2 (anos 4 a 6) para os solos LVd e LVef, respectivamente. Observa-se que, embora com forte influência dos valores negativos, houve aumento na rentabilidade efetiva com o aumento nas doses aplicadas de lodo de esgoto. À semelhança da análise da fase 1, os gráficos dos anos específicos 4, 5 e 6 encontram-se nos apêndices.

Figura 9. Média das rentabilidades efetivas calculadas para a fase 2, no LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 10. Média das rentabilidades efetivas calculadas para a fase 2, no LVef.

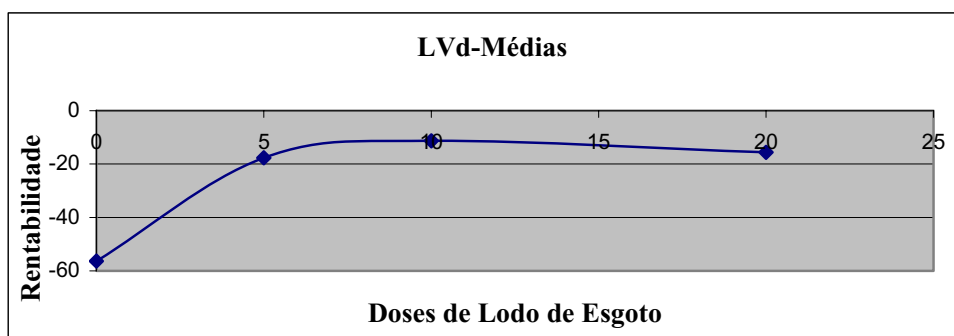


Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Rentabilidade Total

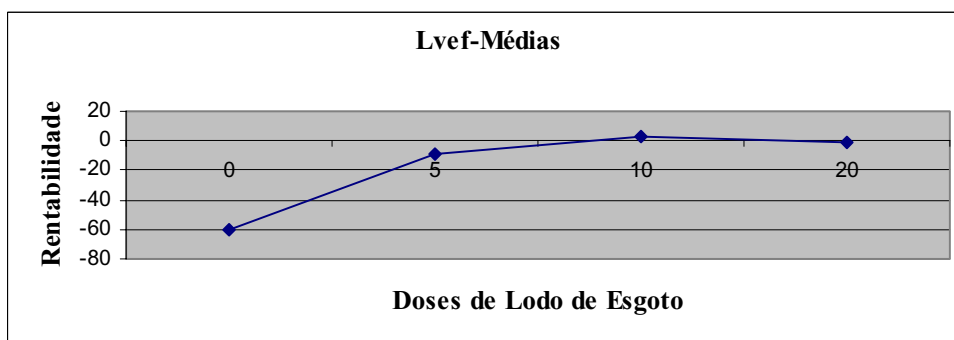
A rentabilidade total (figuras 11 e 12) para os dois tipos de solo, em valores médios, também aponta para as duas fases, crescimento conforme o aumento das doses de lodo de esgoto. As figuras individuais para os anos 4, 5 e 6 também encontram-se nos apêndices.

Figura 11. Média das rentabilidades totais calculadas para a fase 2, no LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 12. Média das rentabilidades totais calculadas para a fase 2, no LVef.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

6.1.3 Dose Econômica Adequada

Devido ao comportamento assistemático do experimento no primeiro ano da fase 1, ou seja, o ano 2, ano agrícola 1998/1999, optou-se por calcular a dose economicamente adequada somente para a última fase, que vai de 2000 a 2003, para as rentabilidades efetiva e total.

6.1.3.1 Resultado da Análise Estatística

Os dados de rentabilidades efetivas e totais foram transformados de modo que não existissem valores abaixo de zero na análise, uma vez que algumas das rentabilidades foram negativas. Para isso, somou-se a todos os valores uma constante, igual a 78. Os resultados de teste F, média geral, coeficiente de variação e erro padrão residual encontram-se na tabela 7.

Tabela 7. Teste F, média geral, coeficiente de variação e erro padrão residual para as rentabilidades efetiva e total.

	Coeficiente de Variação (%)	Média Geral	Erro padrão residual	F		
				Solos	Doses	D x S
Rentabilidade Efetiva	18,7	71,624	13,395	2,32	21,00*	0,60
Rentabilidade Total	23,6	56,923	13,437	2,22	20,89*	0,61

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Nas análises foram testados os dois tipos de solos, quatro doses de lodo de esgoto e a interação entre as doses e os solos. O resultado, apontado pelo teste F, mostrou que, estatisticamente, apenas as doses foram responsáveis pelas diferenças nas rentabilidades efetiva e total. As médias atingidas encontram-se na tabela 8.

Tabela 8. Médias das rentabilidades, efetiva e total.

Tratamentos	Rentabilidade Efetiva	Rentabilidade Total
(Dose 0)	34,480 B	19,763 B
(Dose 5)	79,345 A	64,485 A
(Dose 10)	88,750 A	73,890 A
(Dose 20)	83,922 A	69,552 A

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

O teste de Tukey, aplicado às diferentes médias de doses, demonstra que houve diferença entre a testemunha e os tratamentos com lodo de esgoto, embora não haja diferença entre estes. Por se tratar de fator quantitativo (dose), procedeu-se à análise de regressão.

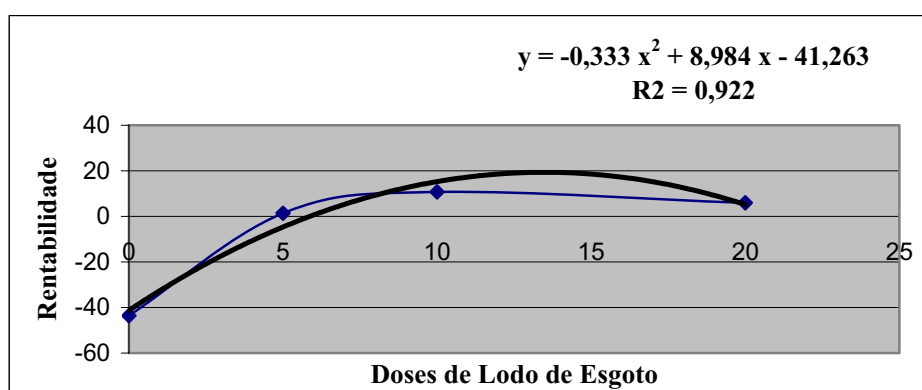
Tabela 9. Teste F das regressões e coeficientes de determinação (R^2).

Regressão	Rentabilidade Efetiva	Rentabilidade Total
X	31,76*	32,16*
x^2	29,15*	28,43*
x^3	2,08	2,07
R^2	0,922	0,921

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

6.1.3.2 Rentabilidade Efetiva

Figura 13. Curva da rentabilidade efetiva em função das doses aplicadas.



Fonte: Dados da Pesquisa (2006).

A derivada da equação $y = -0,333 x^2 + 8,984 x - 41,263$, quando igualada a zero, conduz à dose correspondente ao máximo da função. Assim, tem-se:

$$y = -0,333 x^2 + 8,984 x - 41,263$$

$$dy/dx = -0,666 x + 8,984 = 0$$

$$-0,666 x = -8,984$$

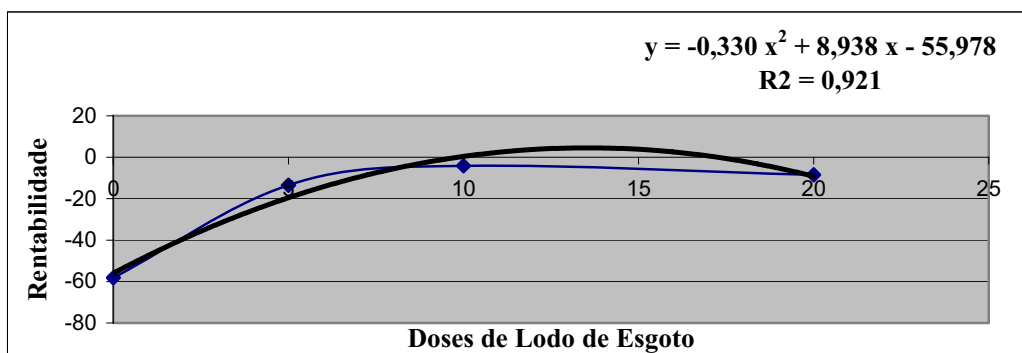
$$x = 13,48$$

$$x \approx 13,50$$

Logo, pela verificação da equação, tem-se que x é igual a 13,48, ou seja, para que se atinja a rentabilidade efetiva máxima, a dose econômica esperada é de aproximadamente 13,50 toneladas.

6.1.3.3 Rentabilidade Total

Figura 14. Curva da rentabilidade total em função das doses aplicadas.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

A derivada dy/dx da equação $y = -0,330 x^2 + 8,938 x - 55,978$, quando igualada a zero, conduz à dose que se quer calcular. Assim, tem-se:

$$y = -0,330 x^2 + 8,938 x - 55,978$$

$$dy/dx = -0,660 x + 8,938 = 0$$

$$-0,660 x = -8,938$$

$$x = 13,54$$

$$x \approx 13,50$$

O resultado é bastante próximo à dose econômica ótima para a RE. Tem-se, então, que x é igual a 13,54, ou seja, para que se atinja a rentabilidade total máxima, a dose economicamente ótima ou ideal é de aproximadamente 13,50 toneladas.

Ressalta-se que esses resultados se referem aos dois tipos de solo, LVd e LVef. Portanto, para que se atinjam a RE ou RT máximas, a dose econômica ótima é 13,50 toneladas de lodo de esgoto, base seca.

6.2 Transporte

6.2.1 Custo subsidiado pela ETE geradora

$$D_{GLa} \leq \frac{P_A}{C_t}$$

Onde:

C_t = Custo de transporte do lodo de esgoto = R\$0,1036 t⁻¹ km⁻¹

D_{GLa} = Distância (km) da geradora ao local de aplicação do lodo de esgoto

P_A = Preço da área de aterro = R\$ 115,00/t

$$D_{GLa} \leq \frac{115,00}{0,1036}$$

$$D_{GLa} \leq 1110 \text{ km}$$

6.2.2 Custo subsidiado pelo agricultor

$$D_{GLa} \leq \frac{(P_N Q_N) + (P_{P_2O_5} Q_{P_2O_5}) + (P_{K_2O} Q_{K_2O})}{C_t}$$

Onde:

D_{GLa} = Distância (km) da geradora ao local de aplicação do lodo de esgoto

P_N = Preço da tonelada de N = R\$3866,10

Q_N = Quantidade de N disponível no lodo de esgoto = 0,03t

$P_{P_2O_5}$ = Preço da tonelada de P₂O₅ = R\$3226,56

$Q_{P_2O_5}$ = Quantidade de P₂O₅ disponível no lodo de esgoto = 0,04t

P_{K_2O} = Preço da tonelada de K₂O = R\$1892,52

Q_{K_2O} = Quantidade de K₂O disponível no lodo de esgoto = 0,02t

C_t = Custo de transporte do lodo de esgoto = R\$0,1036 t⁻¹ km⁻¹

$$D_{GLa} \leq \frac{(P_N Q_N) + (P_{P_2O_5} Q_{P_2O_5}) + (P_{K_2O} Q_{K_2O})}{C_t}$$

$$D_{GLa} \leq \frac{(3866,10 \times 0,03) + (3226,56 \times 0,04) + (1892,52 \times 0,02)}{0,1036}$$

$$D_{GLa} \leq \frac{(115,98) + (129,06) + (37,85)}{0,1036}$$

$$D_{GLa} \leq \frac{282,89}{0,1036}$$

$$D_{GLa} \leq 2730 \text{ km}$$

Considerando que o material em estudo nesta dissertação deve ser desidratado a 100°C para atingir a base seca, pelos cálculos, poderá ser transportado até 2730 km com custo sob responsabilidade do agricultor.

Isso ocorre porque, para um mesmo volume de carga, transportam-se mais nutrientes, o que viabiliza o frete para áreas mais distantes.

Ao comparar o custo de transporte subsidiado pela ETE geradora de resíduos e o custo arcado pelo agricultor, nota-se que, para este, o transporte cobre uma maior distância do que para aquela.

Porém, vale lembrar que na construção de um aterro sanitário é necessária a elaboração de EIA/RIMA, além de outros gastos entre o projeto, a construção do aterro e o tratamento do chorume. E mais, caso a empresa geradora opte por depositar seu resíduo em aterros particulares, é de sua responsabilidade o transporte dos resíduos até o aterro, arcando com os custos de coleta, manutenção dos caminhões, combustível e funcionários.

Outra sugestão seria o transporte custeado por ambas as partes, geradoras e usuários do lodo de esgoto, na tentativa de otimizar a distância de transporte deste material.

De qualquer forma, destaca-se que a concentração de nutrientes e elementos contidos no lodo de esgoto variam diariamente, dificultando a precisão destes teores em determinada massa transportada.

Por fim, é preciso observar, quanto aos resultados obtidos nesta pesquisa, que podem ocorrer limitações por se tratar de dados experimentais e relações econômicas. Esses valores estão sujeitos ao emprego do lodo de esgoto em áreas pequenas e relativamente controladas, além dos valores monetários estarem sujeitos às variações dos preços relativos.

7 CONCLUSÕES

Os resultados atingidos permitem concluir que:

A adubação com biofertilizante proporcionou maior rentabilidade, quando comparada à fertilização química.

A dose economicamente adequada, calculada dentro daquelas estudadas, é de 13,50 toneladas (base seca) por hectare nos dois tipos de solo, com o objetivo de atingir qualquer uma das rentabilidades, efetiva e total.

Para as ETEs geradoras de lodo de esgoto, é compensável economicamente a entrega deste resíduo em base seca, até 1110 km de distância à opção de depósito em aterros sanitários.

Para os agricultores que optarem pelo custo da aplicação de biofertilizante *vis-à-vis* o emprego de fertilizantes químicos, é compensável a busca por este biofertilizante, em base seca, até 2730 km de distância, nas condições explícitas nesta dissertação.

Em geral, pode-se afirmar que a substituição da adubação química, pelo biofóssido pode contribuir para o melhor desenvolvimento das plantas, pela melhoria das características físicas e químicas do solo, e pelo aumento da rentabilidade econômica, usando-se a dose ótima.

Os resultados encontrados, embora sejam bons indicadores para os futuros produtores e usuários de biofóssido, devem ser empregados com cautela, visto serem provenientes de dados experimentais e valores monetários dependentes da variação dos preços relativos dos insumos e produtos. É importante também, colocar como limitação ao emprego deste resíduo, a possibilidade da presença de metais pesados e agentes patogênicos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEM SOBRINHO, P. Tratamento de esgoto e geração de lodo. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. de C. T. de; MELFI, A. J.; MELO, W. J. de; MARQUES, M.O. (Ed.). **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.7-40.

ALMEIDA, G. J. F.; POGGIANI, F.; MOREIRA E MOREIRA, R.; STAPE, J.L. Efeito do biossólido aplicado no plantio no desenvolvimento aéreo e radicular de espécies arbóreas In: SIICUSP, 13, 2005, Piracicaba. **Anais...** Esalq/USP, 2005. CD-Rom.

ANDREOLI, C. V. & PEGORINI, E. S. Gestão de biossólidos: situação e perspectivas. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDOS NO MERCOSUL. 1,1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná/ Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1998.p. 11-18.

ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de bio-sólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba: Sanepar; Finep, 1999. 288p.

ANDREOLI, C. V. & PEGORINI, E. S. Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.281-312.

ATERRO sanitário. Disponível em:

<http://europa.eu.int/comm/environment/youth/waste/contents10_pt.html> Acesso em 27 de outubro 2005.

ATERRO sanitário é a solução mais viável, diz ABRELPE. Disponível em:

<<http://www.abrelpe.com.br/noticias/rel-0034.html> SP 11.03.2002> Acesso em 27 de outubro 2005.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

BUENO, O de C.; QUINTANA, N.R.G. **Avaliação energética do preparo do solo para implantação da cultura de eucalipto: subsídio para uma análise de sustentabilidade**. In: AGRENER GD 2004, 5, 2004, Campinas.

CARVALHO, P. C. T; CARVALHO, F. J. P. C. Legislação sobre bio-sólidos. In: TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. de C. T. de; MELFI, A. J.; MELO, W. J. de; MARQUES, M.O. (Ed.). **Bio-sólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.209-226.

CASTANHO FILHO, E. P. & CHABARIBERY, D. **Perfil energético da agricultura paulista**; Relatório de pesquisa; IEA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo; São Paulo; setembro; 1982.

CENTRO DE EXCELÊNCIA BANCÁRIA. Disponível em:

<www.fgvsp.br/ceb/igpm.htm> Acesso em 05 de junho 2005.

CETESB. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – critério para projeto e operação: manual técnico. São Paulo. ABIA, 1999 p.4230.

CORRÊA, R.S. & CORRÊA, A.S. Valoração de bio sólidos como fertilizantes e condicionadores de solos. **Sanare**, Curitiba, v.16, n. 2, p 49-56, 2001.

CSJ, Companhia Saneamento de Jundiaí. **Bio sólido.** Disponível em:

<http://www.saneamento.com.br/trat_biossolido.htm> Acesso em 25 de agosto 2004.

DESTINAÇÃO final adequada do lixo urbano para municípios de pequeno porte.

Disponível em: < <http://www.conder.ba.gov.br/macarani.htm> > Acesso em 25 de outubro 2005.

DIAS, F.L.F. **Efeito da aplicação de calcário, lodo de esgoto e vinhaça em solo cultivado com sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench).** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1994.74 p. Trabalho de graduação.

DINHEIRO fora. Disponível em: < <http://an.uol.com.br/recicle/2rec.htm> > Acesso em 25 de outubro 2005.

ECONOMIA IGPM. Disponível em: <http://www.sindusconj.com.br/econ_igpm.html> Acesso em 05 de junho 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Solos, 1999. 412p.

ESGOTO e lixo podem incrementar a agricultura. Disponível em: <<http://saturno.crea-rs.org.br/jornal/51/paginas/pag7.html>> Acesso em 20 de agosto 2004.

FRANK, R. The use of biosolids from wastewater treatment plants in agriculture. **Environmental Management**, New York, v.9, n. 4, p. 165-169, Apr. 1998.

FRETES Rodoviários. Disponível em:

<<http://sifreca.esalq.usp.br/sifreca/pt/fretes/rodoviarios/argila.php>> Acesso em 09 de dezembro 2005.

GALDOS, M.V.; MARIA, I.C. de; CAMARGO, O. A. Atributos químicos e produção de milho em um Latossolo Vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.569-577, 2004.

GOBBI, M. A. **Potencialidade do uso do lodo de esgoto como fonte de macronutrientes no cultivo do milho (*Zea mays L.*) no município de Maringá – PR.** 2003. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

HOFFMAN, R.; SERRANO, O.; NEVES, E. M.; THAME, A. C. M.; ENGLER, J. J. C. **Administração da empresa agrícola.** São Paulo: Pioneira, 1987. 325p. 5ª ed. rev.

JORGE, J. A.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J.M.A.S.; Condições físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro quatro anos após aplicação de biossólido e calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.237-240,1991.

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants.** Flórida: CRC Press, 1992. 365p.

KOCSSIS, M.; MARIA, I.C. de. **O efeito do lodo de esgoto na recuperação da estrutura física de solos degradados.** Disponível em: < http://www.cibergeo.org/agbnacional/VICBG-2004/Eixo2/E2_230.htm> Acesso em 25 de agosto 2004.

KVARNSTROM, E. & NILSSON, M. Reusing phosphorus: engineering possibilities and economic realities. **Journal of Economic Issues**, Knoxville, v.33, n.2, p.393-341, June 1999.

MALTA, T. S. **Aplicação de lodos de estações de tratamento de esgotos na agricultura: estudo do caso do município de Rio das Ostras - RJ**. 2001. 68 p. Dissertação (Mestrado) Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 2001.

MARCIANO, C.R. **Incorporação de resíduos urbanos e as propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho-Amarelo**. Piracicaba, ESALQ (1999). 93p. (Tese de Doutorado).

MARQUES, M. O.; MELO, W.J.; MARQUES, T. A. Metais pesados e o uso do biossólido na agricultura. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. de C. T. de; MELFI, A. J.; MELO, W. J. de; MARQUES, M.O. (Ed.). **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.365-403.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia do custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, t.1, p.123-139, 1976.

MELO, W.J. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Rio de Janeiro, 20-26 de julho de 1997.

MELO, W.J. & MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.109-141.

MELO, W. J.; MARQUES, M.O.; MELO, V. P. O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. de C. T. de; MELFI, A. J.; MELO, W. J. de; MARQUES, M.O. (Ed.). **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.289-363.

MELO, V. P. de. **Propriedades químicas e disponibilidade de metais pesados para a cultura do milho em dois latossolos que receberam a adição de biossólido.** 2002. 134f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Mercado Agrícola. Disponível em: < http://www.agroinform.com.br/merc_agro.html> Acesso em 1º de dezembro 2005.

NASCIMENTO, C.W.A.; BARROS, D.A.S.; MELO, E.E.C.; OLIVEIRA, A.B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.385-392, 2004.

OLIVEIRA, F. C. **Disposição de lodo e composto de lixo urbano num latossolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar.** 2000. 247f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

OLIVEIRA, M. D. M.; VEGRO, C. L. R. Custo de produção e rentabilidade na cafeicultura paulista: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, v.34, n.4, p.33-44, 2004.

PIGOZZO, A. T. J. **Disposição de lodo de esgoto: acúmulo de metais pesados no solo e em plantas de milho (*Zea mays L.*).** 2003. 200p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

PINHEIRO, M. **Qual a diferença entre aterro sanitário e lixão?** Disponível em: <http://www.saudenainternet.com.br/doutormadruga/respostas_25.shtml> Acesso em 27 de outubro 2005

QUINTANA, N.R.G.; CINTRA, A.A.D.; REVOREDO, M.D.; SOUZA, L.C.; SILVA, F.F.; MELO, W.J.; BRAZ, L.T. Características agrônômicas de couve brócolos de cabeça única

(*Brassica oleraceae* var. *italica*, híbrido decathlon) cultivado sob diferentes compostos contendo bio-sólido In: SIMPÓSIO SOBRE COMPOSTAGEM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, 2004, Botucatu. **Anais...** Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, 2004. CD-Rom.

QUINTANA, N. R. G. & CARMO, M. S. **Participação do uso de agrotóxicos no custo de produção da soja em plantio direto.** Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 72, n.2, p.87, 2005.

RAIJ, B. van. Uso agrícola de bio-sólidos. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDOS NO MERCOSUL, 1., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SANEPAR; ABES, 1998. p.147-151.

RECEBIMENTO de resíduos. Disponível em:

<<http://www.santecresiduos.com.br/recebe2.php>> Acesso em 27 de outubro 2005.

REIS, R. P.; TAKAKI, H. R. C.; REIS, A. J. **Como calcular o custo de produção.** Lavras: UFLA, 1999.15p.

RELATÓRIO CONVÊNIO. **Bio-sólido na Agricultura.** 2001.

RESENDE, F. V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R. J. Efeito da adubação nitrogenada no crescimento e na produção de alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.1, p.49-57, 2000.

REZENDE, B. L. A.; COSTA, C. C., CECÍLIO FILHO, A. B. MARTINS, M. I. E. G. Custo de produção e rentabilidade da alface crespa, em ambiente protegido, em cultivo solteiro e consorciado com tomateiro, Jaboticabal, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.35, n.7, p.42-50, 2005.

ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biosólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.623-639, 2004.

SABBEY, B.R. **The use of sewage sludge as a fertilizer. Environmental Engineering Series.** London, 72:108-112, 1974.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo **Sabesfértil. O Alimento da Terra.** Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/a_sabesp/tecnologia/sabesfertil.htm> Acesso em 20 de agosto 2004.

SAS/STAT[®]. SAS Institute Inc., 1999.

SEKI, L.T. **Estudo da aplicação de doses de calcário e de biosólido na cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) cv. UFRGS-7, cultivada em Latossolo Vermelho-Escuro.** 1995. 63f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

SEROA DA MOTA, R. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.**

Brasília: Ministério do meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia legal – MMA, IPEA, PNUD, CNPq. 1998. 218 p. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/publica/mvalora/man0102.html#s02>> Acesso em: 27 de outubro 2005.

SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B.; PEIXE, C.A.; MENDONÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p.1-8,1998.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S.R. **Economia Florestal.** Viçosa: Editora UFV, (2002a) p. 9-20.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal: I. Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em latossolo no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.487-495, 2002b.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no distrito federal. II – Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.497-503, 2002c.

SOUZA, W. J. O. **Fósforo em solo tratado com biossólido e cultivado com milho**. 2004. 92p. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

STRAUS, E.L. Normas de utilização de lodos de esgoto na agricultura. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p. 215-224.

Tabela de Preços Médios Pagos pela Agricultura, Cidade de São Paulo, Setembro a Dezembro de 1998; 1999; 2000; 2001 e 2002. **Revista Informações Econômicas**. Vol.29; 30; 31; 32; 33; nº1; Janeiro/1999; 2000; 2001; 2002; 2003.

TAKAMATSU, A. A. **Microbiologia Ambiental. Lodo**. Disponível em:

<<http://www.geocities.com/RainForest/2038/envmicro/Sludgep.htm>> Acesso em 20 de agosto 2004.

TRANNIN I. C. B. **Avaliação agronômica de um biossólido industrial e de seus efeitos sobre atributos do solo**. 2004. 171p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

TRANNIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Avaliação agronômica de um biossólido industrial para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.3, p.261-269, mar. 2005.

TRIGUEIRO, R. M. **Uso de biossólidos como substrato para produção de mudas de pinus e eucalipto**. 2002. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

TSUTIYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.69-105.

TSUTIYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. de C. T. de; MELFI, A. J.; MELO, W. J. de; MARQUES, M.O. (Ed.). **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, (2001a) p.133-180.

TSUTIYA, M. T. Características de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. de C. T. de; MELFI, A. J.; MELO, W. J. de; MARQUES, M.O. (Ed.). **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, (2001b) p. 89-131.

VERA-CALDERÓN, L.E.; FERREIRA, A.C. M. Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.34, n.1, p.7-17, jan. 2004.

APÊNDICES

Tabela 1A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1998/1999 (Ano 2) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 418 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	2,91	1,81	1,33	0,23	0,23	0,32	0,86	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	4,37	4,07	8,55	1,61	0,20	0,16	1,11	0,35	0,30	20,72

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Híbrido AG 122	2,5	kg	2,30	5,75
Fertilizante	Sulfato de Amônio	23,97	kg	0,26	6,23
Fertilizante	Superfosfato simples	10,48	kg	0,22	2,31
Fertilizante	Cloreto de potássio	3,23	kg	0,35	1,13
Herbicida	sanon 40 sc	0,12	l	58,81	7,06
Herbicida	siptran	0,50	l	5,24	2,62
Inseticida	karatê	0,01	l	22,91	0,23

Custos

subtotal		R\$25,32
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$46,04
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,41
Juros sobre o capital investido		R\$5,55
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$57,00

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	418,00 kg	Custos		Rentabilidades:	
		COE	R\$46,04	Efetiva (R-COE)	R\$8,30
Preço de venda	R\$0,13/kg	COT	R\$57,00	Total (R-COT)	R\$(2,66)
Receita	R\$54,34				

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 2A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1998/1999 (Ano 2) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 355,78 kg. (Tratamento L2- Biossólido 2,5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação										
(hora de serviço)										
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25							0,25	
Total de horas	6,95	1,87	1,33	0,29	0,29	0,32	0,86	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	10,43	4,21	8,55	2,03	0,25	0,16	1,11	0,35	0,30	27,39

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	híbrido AG 122	2,5	kg	2,30	5,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	3,23	kg	0,35	1,13
Herbicida	sanson 40 sc	0,12	l	58,81	7,06
Herbicida	siptran	0,50	l	5,24	2,62
Inseticida	karatê	0,01	l	22,91	0,23

Custos

subtotal R\$16,79

Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material) R\$44,18

Depreciação de máquinas e equipamentos R\$5,61

Juros sobre o capital investido R\$5,55

Custo Operacional total (COT) (COE+Depreciação +Juros) R\$55,34

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	355,78 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,13/kg	COE	R\$44,18	Efetiva (R-COE)	R\$2,07
Receita	R\$46,25	COT	R\$55,34	Total (R-COT)	R\$(9,09)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 3A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1998/1999 (Ano 2) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 352,34 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	6,95	1,87	1,33	0,29	0,29	0,32	0,86	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	10,43	4,21	8,55	2,03	0,25	0,16	1,11	0,35	0,30	27,39

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	híbrido AG 122	2,5	kg	2,30	5,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	3,23	kg	0,35	1,13
Herbicida	sanson 40 sc	0,12	l	58,81	7,06
Herbicida	siptran	0,50	l	5,24	2,62
Inseticida	karatê	0,01	l	22,91	0,23
Custos subtotal					R\$16,79

subtotal

Custo Operacional Efetivo(COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$44,18
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,61
Juros sobre o capital investido		R\$5,55
Custo Operacional total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$55,34

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	352,34 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$ 0,13/kg	COE	R\$44,18	Efetiva (R-COE)	R\$1,62
Receita	R\$45,80	COT	R\$55,34	Total (R-COT)	R\$(9,54)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 4A - Coeficientes Técnicos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1998/1999 (Ano 2) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 361,97 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	6,95	1,87	1,33	0,29	0,29	0,32	0,86	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	10,43	4,21	8,55	2,03	0,25	0,16	1,11	0,35	0,30	27,39

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	híbrido AG 122	2,5	kg	2,30	5,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	3,23	kg	0,35	1,13
Herbicida	sanson 40 sc	0,12	l	58,81	7,06
Herbicida	siptran	0,50	l	5,24	2,62
Inseticida	karatê	0,01	l	22,91	0,23

Custos

subtotal		R\$16,79
Custo Operacional Efetivo(COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$44,18
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,61
Juros sobre o capital investido		R\$5,55
Custo Operacional total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$55,34

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	361,97kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,13/kg	COE	R\$44,18	Efetiva (R-COE)	R\$2,88
Receita	R\$47,06	COT	R\$55,34	Total (R-COT)	R\$(8,28)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 5A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1999/2000 (Ano 3) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 389,81 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	2,75	1,70	1,22	0,23	0,23	0,32	0,75	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	4,13	3,83	8,50	1,73	0,20	0,17	1,12	0,36	0,36	20,39

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,1	7,75
Fertilizante	Sulfato de Amônio	43,75	kg	0,35	15,31
Fertilizante	Superfosfato simples	17,36	kg	0,33	5,73
Fertilizante	Cloreto de potássio	9,70	kg	0,56	5,43
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Gliz 480 SaqC	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Herbimix	0,39	l	7,97	3,11
Custos subtotal					R\$49,28

subtotal

Custo Operacional Efetivo(COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$69,67
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,58
Juros sobre o capital investido		R\$6,16
Custo Operacional total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$81,41

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	389,81kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,20/kg	COE	R\$69,67	Efetiva (R-COE)	R\$8,29
Receita	R\$77,96	COT	R\$81,41	Total (R-COT)	R\$(3,45)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 6A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1999/2000 (Ano 3) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 395,44 kg. (Tratamento L2- Biossólido 2,5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,42	1,76	1,22	0,29	0,29	0,32	0,75	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	11,13	3,69	8,50	2,19	0,26	0,17	1,12	0,36	0,36	28,04

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,1	7,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	9,70	kg	0,56	5,43
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Gliz 480 SaqC	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	HERBIMIX	0,39	l	7,97	3,11

Custos

subtotal

		R\$28,24
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$56,28
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,79
Juros sobre o capital investido		R\$6,16
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$68,23

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	395,44 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,20/kg	COE	R\$56,28	Efetiva (R-COE)	R\$22,81
Receita	R\$ 79,09	COT	R\$68,23	Total (R-COT)	R\$10,86

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 7A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1999/2000 (Ano 3) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 440 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,42	1,76	1,22	0,29	0,29	0,32	0,75	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	11,13	3,96	8,50	2,19	0,26	0,17	1,12	0,36	0,36	28,04

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,1	7,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	9,70	kg	0,56	5,43
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Gliz 480 SaqC	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	HERBIMIX	0,39	l	7,97	3,11

Custos

subtotal

		R\$28,24
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$56,28
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,79
Juros sobre o capital investido		R\$6,16
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$68,23

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	440,00 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,20/kg	COE	R\$56,28	Efetiva (R-COE)	R\$31,72
Receita	R\$88,00	COT	R\$68,23	Total (R-COT)	R\$19,77

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 8A- Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1999/2000 (Ano 3) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 441,38 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação			(hora de serviço)							
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50					0,50		
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,42	1,76	1,22	0,29	0,29	0,32	0,75	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	11,13	3,96	8,50	2,19	0,26	0,17	1,12	0,36	0,36	28,04

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,1	7,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	9,70	kg	0,56	5,43
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Gliz 480 SaqC	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	HERBIMIX	0,39	l	7,97	3,11

Custos

subtotal

		R\$28,24
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$56,28
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,79
Juros sobre o capital investido		R\$6,16
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$68,23

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	441,38 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,20/kg	COE	R\$56,28	Efetiva (R-COE)	R\$32,00
Receita	R\$88,28	COT	R\$68,23	Total (R-COT)	R\$20,05

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 9A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2000/2001 (Ano 4) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 306,73 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	3,29	2,06	1,58	0,23	0,23	0,32	1,11	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	4,11	4,64	14,19	2,43	0,22	0,17	1,65	0,37	0,44	28,21

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,75	9,38
Fertilizante	Sulfato de Amônio	53,13	kg	0,38	20,19
Fertilizante	Superfosfato simples	17,36	kg	0,34	5,90
Fertilizante	Cloreto de potássio	9,70	kg	0,55	5,34
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,31	l	11,95	3,70
Herbicida	Diuron	0,13	l	10,35	1,35
Herbicida	Paraquat	0,13	l	21,48	2,79
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	28,44	3,70
Herbicida	Primestra Gold	0,25	l	13,3	3,33
Inseticida	Lorsban 480 BR	0,03	l	19,04	0,57

Custos

subtotal

		R\$56,24
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$84,45
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$7,08
Juros sobre o capital investido		R\$6,39
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$97,92

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	306,73kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,14/kg	COE	R\$84,45	Efetiva (R-COE)	R\$(41,51)
Receita	R\$42,94	COT	R\$97,92	Total (R-COT)	R\$(54,98)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 10A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 4) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 301,74 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,08	2,12	1,58	0,29	0,29	0,32	1,11	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	8,85	4,77	14,19	3,06	0,28	0,17	1,65	0,37	0,44	33,77

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,75	9,38
Herbicida	Glifosato Nortox	0,31	l	11,95	3,70
Herbicida	Diuron	0,13	l	10,35	1,35
Herbicida	Paraquat	0,13	l	21,48	2,79
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	28,44	3,70
Herbicida	Primestra Gold	0,25	l	13,3	3,33
Inseticida	Lorsban 480 BR	0,03	l	19,04	0,57

Custos

subtotal

	R\$ 24,81
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$58,58
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,29
Juros sobre o capital investido	R\$6,39
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$72,26

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	301,74 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,14/kg	COE	R\$58,58	Efetiva (R-COE)	R\$(16,34)
Receita	R\$42,24	COT	R\$72,26	Total (R-COT)	R\$(30,02)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 11A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 4) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 306,49 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,08	2,12	1,58	0,29	0,29	0,32	1,11	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	8,85	4,77	14,19	3,06	0,28	0,17	1,65	0,37	0,44	33,77

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,75	9,38
Herbicida	Glifosato Nortox	0,31	l	11,95	3,70
Herbicida	Diuron	0,13	l	10,35	1,35
Herbicida	Paraquat	0,13	l	21,48	2,79
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	28,44	3,70
Herbicida	Primestra Gold	0,25	l	13,3	3,33
Inseticida	Lorsban 480 BR	0,03	l	19,04	0,57

Custos

subtotal

	R\$24,81
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$58,58
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,29
Juros sobre o capital investido	R\$6,39
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$72,26

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	306,49 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,14/kg	COE	R\$58,58	Efetiva (R-COE)	R\$(15,67)
Receita	R\$42,91	COT	R\$72,26	Total (R-COT)	R\$(29,35)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 12A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 4) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 318,85 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,08	2,12	1,58	0,29	0,29	0,32	1,11	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	8,85	4,77	14,19	3,06	0,28	0,17	1,65	0,37	0,44	33,77

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,75	9,38
Herbicida	Glifosato Nortox	0,31	l	11,95	3,70
Herbicida	Diuron	0,13	l	10,35	1,35
Herbicida	Paraquat	0,13	l	21,48	2,79
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	28,44	3,70
Herbicida	Primestra Gold	0,25	l	13,3	3,33
Inseticida	Lorsban 480 BR	0,03	l	19,04	0,57

Custos

subtotal

	R\$24,81
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$58,58
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,29
Juros sobre o capital investido	R\$6,39
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$72,26

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	318,85 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,14/kg	COE	R\$58,58	Efetiva (R-COE)	R\$(13,94)
Receita	R\$44,64	COT	R\$72,26	Total (R-COT)	R\$(27,62)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 13A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 5) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 290,63 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação (hora de serviço)										
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Calagem	0,25									
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Aplicação de inseticida	1,08	0,72	0,72				0,72			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	4,08	2,42	1,94	0,23	0,23	0,32	1,47	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	5,10	6,51	21,24	2,89	0,22	0,18	1,98	0,39	0,50	39,01

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,83	9,58
Fertilizante	Sulfato de Amônio	53,13	kg	0,53	28,16
Fertilizante	Superfosfato simples	17,36	kg	0,41	7,12
Fertilizante	Cloreto de potássio	8,22	kg	0,72	5,92
Calcário	Dolomítico	156,25	kg	0,03	4,69
Herbicida	2,4-D	0,13	l	30,38	3,95
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,25	l	13,14	3,29
Herbicida	Siptran	0,50	l	7,65	3,83
Herbicida	Sanson 40 SC	0,12	l	85,92	10,31
Inseticida	Decis CE	0,02	l	50,68	1,01
Inseticida	karatê	0,01	l	33,47	0,33

Custos

subtotal

		R\$78,18
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$117,19
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$8,85
Juros sobre o capital investido		R\$6,68
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$132,72

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	290,63 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,19/kg	COE	R\$117,19	Efetiva (R-COE)	R\$(61,97)
Receita	R\$55,22	COT	R\$132,72	Total (R-COT)	R\$(77,50)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 14A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 5) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 293,38 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,33	2,12	1,58	0,29	0,29	0,32	1,11	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	9,66	5,70	17,30	3,64	0,28	0,18	1,50	0,39	0,50	39,15

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,83	9,58
Fertilizante	Cloreto de potássio	4,05	kg	0,72	2,92
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	30,38	3,95
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,25	l	13,14	3,29
Herbicida	siptran	0,50	l	7,65	3,83
Herbicida	Sanson 40 SC	0,12	l	85,92	10,31
Inseticida	Decis CE	0,02	l	50,68	1,01

Custos

subtotal

	R\$ 34,87
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$74,02
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,60
Juros sobre o capital investido	R\$6,68
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$88,30

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	293,38 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,19/kg	COE	R\$74,02	Efetiva (R-COE)	R\$(18,28)
Receita	R\$55,74	COT	R\$88,30	Total (R-COT)	R\$(32,56)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 15A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 5) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 310,13 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação			(hora de serviço)							
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Aplicação de inseticida	1,08	0,72	0,72				0,72			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	8,50	2,48	1,94	0,29	0,29	0,32	1,47	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	10,63	6,67	21,24	3,64	0,28	0,18	1,98	0,39	0,50	45,51

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,83	9,58
Fertilizante	Superfosfato simples	12,51	kg	0,41	5,13
Fertilizante	Cloreto de potássio	7,82	kg	0,72	5,63
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	30,38	3,95
Herbicida	Glifosato Nortox	0,25	l	13,14	3,29
Herbicida	siptran	0,50	l	7,65	3,83
Herbicida	Sanson 40 SC	0,12	l	85,92	10,31
Inseticida	Decis CE	0,02	l	50,68	1,01
Inseticida	karatê	0,01	l	33,47	0,33

Custos

subtotal

		R\$43,05
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$88,56
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$9,07
Juros sobre o capital investido		R\$6,68
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$104,31

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	310,13 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,19/kg	COE	R\$88,56	Efetiva (R-COE)	R\$(29,63)
Receita	R\$58,93	COT	R\$104,31	Total (R-COT)	R\$(45,38)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 16A- Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 5) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 331,25 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Aplicação de inseticida	1,08	0,72	0,72				0,72			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	8,50	2,48	1,94	0,29	0,29	0,32	1,47	0,58	0,25	
Custos subtotal (R\$)	10,63	6,67	21,24	3,64	0,28	0,18	1,98	0,39	0,50	45,51

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,83	9,58
Fertilizante	Superfosfato simples	0,73	kg	0,41	0,30
Fertilizante	Cloreto de potássio	6,08	kg	0,72	4,38
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	30,38	3,95
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,25	l	13,14	3,29
Herbicida	siptran	0,50	l	7,65	3,83
Herbicida	Sanson 40 SC	0,12	l	85,92	10,31
Inseticida	Decis CE	0,02	l	50,68	1,01
Inseticida	karatê	0,01	l	33,47	0,33

Custos

subtotal

		R\$36,97
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$82,48
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$9,07
Juros sobre o capital investido		R\$6,68
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$98,23

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	331,25 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,19/kg	COE	R\$82,48	Efetiva (R-COE)	R\$(19,54)
Receita	R\$62,94	COT	R\$98,23	Total (R-COT)	R\$(35,29)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 17A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2002/2003 (Ano 6) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 265,54 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Calagem	0,25									
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	3,16	1,81	1,33	0,23	0,23	0,32	0,86	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	4,74	5,09	15,51	3,10	0,22	0,18	1,36	0,42	0,52	31,14

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,92	9,80
Fertilizante	Sulfato de Amônio	57,5	kg	0,61	35,08
Fertilizante	Superfosfato simples	17,36	kg	0,55	9,55
Fertilizante	Cloreto de potássio	8,22	kg	0,89	7,32
Calcário	Dolomítico	40,63	kg	0,03	1,22
Herbicida	Siptran	0,25	l	9,26	2,32
Herbicida	Sanson 40 SC	0,06	l	104	6,24
Herbicida	Diuron 500 SC	0,63	ml	13,89	0,01
Herbicida	Sanachem 720 SC	0,63	ml	14,88	0,01
Inseticida	Nomolt 150	9,38	ml	131,97	1,24
Inseticida	Fastac 100	3,13	ml	42,45	0,13

Custos

subtotal

		R\$72,90
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$104,04
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$7,24
Juros sobre o capital investido		R\$7,49
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$118,77

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	265,54 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,31/kg	COE	R\$104,04	Efetiva (R-COE)	R\$(21,72)
Receita	R\$82,32	COT	R\$118,77	Total (R-COT)	R\$(36,45)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 18A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2002/2003 (Ano 6) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 285,18 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	6,95	1,87	1,33	0,29	0,29	0,32	0,86	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	10,43	5,25	15,51	3,91	0,28	0,18	1,36	0,42	0,52	37,86

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,92	9,8
Fertilizante	Cloreto de potássio	0,01	kg	0,89	0,01
Herbicida	Siptran	0,25	l	9,26	2,32
Herbicida	Sanson 40 SC	0,06	l	104	6,24
Herbicida	Diuron 500 SC	0,63	ml	13,89	0,01
Herbicida	Sanachem 720 SC	0,63	ml	14,88	0,01
Inseticida	Fastac 100	9,38	ml	42,45	0,13
Inseticida	Nomolt 150	3,13	ml	131,97	1,24

Custos

subtotal

	R\$ 19,75
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$57,61
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,49
Juros sobre o capital investido	R\$7,49
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$72,59

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	285,18 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,31/kg	COE	R\$57,61	Efetiva (R-COE)	R\$30,80
Receita	R\$88,41	COT	R\$72,59	Total (R-COT)	R\$15,82

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 19A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2002/2003 (Ano 6) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 327 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,58	1,87	1,33	0,29	0,29	0,32	0,86	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	11,37	5,25	15,51	3,91	0,28	0,18	1,36	0,42	0,52	38,80

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,92	9,8
Fertilizante	Cloreto de potássio	6,90	kg	0,89	6,14
Herbicida	Siptran	0,25	l	9,26	2,32
Herbicida	Sanson 40 SC	0,06	l	104	6,24
Herbicida	Diuron 500 SC	0,63	ml	13,89	0,01
Herbicida	Sanachem 720 SC	0,63	ml	14,88	0,01
Inseticida	Fastac 100	9,38	ml	42,45	0,13
Inseticida	Nomolt 150	3,13	ml	131,97	1,24

Custos

subtotal

	R\$25,88
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$64,68
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,49
Juros sobre o capital investido	R\$7,49
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$79,66

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	327,00 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,31/kg	COE	R\$64,68	Efetiva (R-COE)	R\$36,69
Receita	R\$101,37	COT	R\$79,66	Total (R-COT)	R\$21,71

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 20A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2002/2003 (Ano 6) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVd, 1/16 Hectare, Produtividade média de 343,13 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,15	0,15							
Gradagem leve		0,23		0,23	0,23					
Aplicação do biossólido	4,67									
Gradagem leve		0,06		0,06	0,06					
Sulcamento		0,17	0,17			0,17				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,58							0,58		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação da cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,58	1,87	1,33	0,29	0,29	0,32	0,86	0,58	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	11,37	5,25	15,51	3,91	0,28	0,18	1,36	0,42	0,52	38,80

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,92	9,8
Fertilizante	Cloreto de potássio	4,26	kg	0,89	3,79
Herbicida	Siptran	0,25	l	9,26	2,32
Herbicida	Sanson 40 SC	0,06	l	104	6,24
Herbicida	Diuron 500 SC	0,63	ml	13,89	0,01
Herbicida	Sanachem 720 SC	0,63	ml	14,88	0,01
Inseticida	Fastac 100	9,38	ml	42,45	0,13
Inseticida	Nomolt 150	3,13	ml	131,97	1,24

Custos

subtotal

	R\$23,54
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$62,34
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,49
Juros sobre o capital investido	R\$7,49
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$77,32

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	343,13 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,31/kg	COE	R\$62,34	Efetiva (R-COE)	R\$44,03
Receita	R\$106,37	COT	R\$77,32	Total (R-COT)	R\$29,05

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 21A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1998/1999 (Ano 2) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 406,66 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	2,83	1,83	1,33	0,25	0,25	0,34	0,86	0,50	0,25	
Custos subtotal (R\$)	4,25	4,12	8,55	2,10	0,22	0,17	1,11	0,31	0,30	21,11

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	híbrido AG 122	2,5	kg	2,30	5,75
Fertilizante	Sulfato de Amônio	23,44	kg	0,26	6,09
Fertilizante	Superfosfato simples	6,94	kg	0,22	1,53
Fertilizante	Cloreto de potássio	2,16	kg	0,35	0,76
Herbicida	sanson 40 sc	0,12	l	58,81	7,06
Herbicida	siptran	0,50	l	5,24	2,62
Inseticida	karatê	0,01	l	22,91	0,23
Custos subtotal					R\$24,03

subtotal

Custo Operacional Efetivo(COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$45,14
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,56
Juros sobre o capital investido		R\$5,55
Custo Operacional total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$56,25

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	406,66kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,13/kg	COE	R\$45,14	Efetiva (R-COE)	R\$7,73
Receita	R\$52,87	COT	R\$56,25	Total (R-COT)	R\$(3,38)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 22A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1998/1999 (Ano 2) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 372,83 kg. (Tratamento L2- Biossólido 2,5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	5,53	1,91	1,33	0,33	0,33	0,34	0,86	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	8,30	4,30	8,55	2,31	0,28	0,17	1,11	0,31	0,30	25,62

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	híbrido AG 122	2,5	kg	2,30	5,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	2,16	kg	0,35	0,76
Herbicida	sanson 40 sc	0,12	l	58,81	7,06
Herbicida	siptran	0,50	l	5,24	2,62
Inseticida	karatê	0,01	l	22,91	0,23
Custos subtotal					R\$16,41

subtotal

Custo Operacional Efetivo(COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$42,03
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,70
Juros sobre o capital investido		R\$5,55
Custo Operacional total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$53,28

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	372,83kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,13/kg	COE	R\$42,03	Efetiva (R-COE)	R\$6,44
Receita	R\$48,47	COT	R\$53,28	Total (R-COT)	R\$(4,81)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 23A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1998/1999 (Ano 2) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 365,41 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	5,53	1,91	1,33	0,33	0,33	0,34	0,86	0,50	0,25	
Custos subtotal (R\$)	8,30	4,30	8,55	2,31	0,28	0,17	1,11	0,31	0,30	25,62

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	híbrido AG 122	2,5	kg	2,30	5,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	2,16	kg	0,35	0,76
Herbicida	sanson 40 sc	0,12	l	58,81	7,06
Herbicida	siptran	0,50	l	5,24	2,62
Inseticida	karatê	0,01	l	22,91	0,23
Custos subtotal					R\$16,41

subtotal

Custo Operacional Efetivo(COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$42,03
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,70
Juros sobre o capital investido		R\$5,55
Custo Operacional total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$53,28

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	365,41kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,13/kg	COE	R\$42,03	Efetiva (R-COE)	R\$5,47
Receita	R\$47,50	COT	R\$53,28	Total (R-COT)	R\$(5,78)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 24A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1998/1999 (Ano 2) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 440,34 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	5,53	1,91	1,33	0,33	0,33	0,34	0,86	0,50	0,25	
Custos subtotal (R\$)	8,30	4,30	8,55	2,31	0,28	0,17	1,11	0,31	0,30	25,62

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	híbrido AG 122	2,5	kg	2,30	5,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	2,16	kg	0,35	0,76
Herbicida	sanson 40 sc	0,12	l	58,81	7,06
Herbicida	siptran	0,50	l	5,24	2,62
Inseticida	karatê	0,01	l	22,91	0,23
Custos subtotal					R\$16,41

subtotal

Custo Operacional Efetivo(COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$42,03
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,70
Juros sobre o capital investido		R\$5,55
Custo Operacional total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$53,28

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	440,34kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,13/kg	COE	R\$42,03	Efetiva (R-COE)	R\$15,21
Receita	R\$57,24	COT	R\$53,28	Total (R-COT)	R\$3,96

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 25A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1999/2000 (Ano 3) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 537,63 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	2,67	1,72	1,22	0,25	0,25	0,34	0,75	0,50		0,25
Custos subtotal										
(R\$)	4,01	3,87	8,50	2,26	0,22	0,18	1,12	0,31	0,36	20,82

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,1	7,75
Fertilizante	Sulfato de Amônio	43,75	kg	0,35	15,31
Fertilizante	Superfosfato simples	17,36	kg	0,33	5,73
Fertilizante	Cloreto de potássio	5,39	kg	0,56	3,02
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Paraquat	0,19	l	19,31	3,67
Herbicida	Herbimix	0,39	l	7,97	3,11

Custos

subtotal		R\$44,56
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$65,38
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,75
Juros sobre o capital investido		R\$6,16
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$77,29

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	537,63 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,20/kg	COE	R\$65,38	Efetiva (R-COE)	R\$42,15
Receita	R\$107,53	COT	R\$77,29	Total (R-COT)	R\$30,24

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 26A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1999/2000 (Ano 3) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 468,88 kg. (Tratamento L2-Biossólido 2,5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automatriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	5,37	1,80	1,22	0,33	0,33	0,34	0,75	0,50		0,25
Custos subtotal (R\$)	8,06	4,05	8,50	2,49	0,29	0,18	1,12	0,31	0,36	25,35

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,1	7,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	5,39	kg	0,56	3,02
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Paraquat	0,19	l	19,31	3,67
Herbicida	Herbimix	0,39	l	7,97	3,11

Custos

subtotal		R\$23,52
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$48,87
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,90
Juros sobre o capital investido		R\$6,16
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$60,93

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	468,88 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,20/kg	COE	R\$48,87	Efetiva (R-COE)	R\$44,91
Receita	R\$93,78	COT	R\$60,93	Total (R-COT)	R\$32,85

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 27A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1999/2000 (Ano 3) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 489,5 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	5,37	1,80	1,22	0,33	0,33	0,34	0,75	0,50		0,25
Custos subtotal (R\$)	8,06	4,05	8,50	2,49	0,29	0,18	1,12	0,31	0,36	25,35

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,1	7,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	5,39	kg	0,35	1,89
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Paraquat	0,19	l	19,31	3,67
Herbicida	Herbimix	0,39	l	7,97	3,11

Custos

subtotal		R\$22,39
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$47,74
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,90
Juros sobre o capital investido		R\$6,16
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$59,80

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	489,5 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,20/kg	COE	R\$47,74	Efetiva (R-COE)	R\$50,16
Receita	R\$97,90	COT	R\$59,80	Total (R-COT)	R\$38,10

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 28A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 1999/2000 (Ano 3) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 520,44 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Colheita mecanizada		0,25							0,25	
Total de horas	5,37	1,80	1,22	0,33	0,33	0,34	0,75	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	8,06	4,05	8,50	2,49	0,29	0,18	1,12	0,31	0,36	25,35

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,1	7,75
Fertilizante	Cloreto de potássio	5,39	kg	0,56	3,02
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,44	l	13,58	5,98
Herbicida	Paraquat	0,19	l	19,31	3,67
Herbicida	Herbimix	0,39	l	7,97	3,11

Custos

subtotal		R\$23,52
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$48,87
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$5,90
Juros sobre o capital investido		R\$6,16
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$60,93

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	520,44 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,20/kg	COE	R\$48,87	Efetiva (R-COE)	R\$55,22
Receita	R\$104,09	COT	R\$60,93	Total (R-COT)	R\$43,16

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 29A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2000/2001 (Ano 4) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 289,94 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação			(hora de serviço)							
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25							0,25	
Total de horas	3,21	2,08	1,58	0,25	0,25	0,34	1,11	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	4,01	4,68	14,19	3,17	0,24	0,18	1,65	0,32	0,44	28,87

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,75	9,38
Fertilizante	Sulfato de Amônio	53,13	kg	0,38	20,19
Fertilizante	Superfosfato simples	17,36	kg	0,34	5,90
Fertilizante	Cloreto de potássio	9,70	kg	0,55	5,34
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,31	l	11,95	3,70
Herbicida	Diuron	0,13	l	10,35	1,35
Herbicida	Paraquat	0,13	l	21,48	2,79
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	28,44	3,70
Herbicida	Primestra Gold	0,25	l	13,3	3,33
Inseticida	Lorsban 480 BR	0,03	l	19,04	0,57

Custos

subtotal

		R\$56,24
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$85,11
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$7,24
Juros sobre o capital investido		R\$6,39
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$98,74

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	289,94 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,14/kg	COE	R\$85,11	Efetiva (R-COE)	R\$(44,52)
Receita	R\$40,59	COT	R\$98,74	Total (R-COT)	R\$(58,15)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 30A- Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2000/2001 (Ano 4) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 282,58 kg. (Tratamento L2-Biossólido 20t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	5,66	2,16	1,58	0,33	0,33	0,34	1,11	0,50		0,25
Custos subtotal										
(R\$)	7,08	4,86	14,19	3,48	0,32	0,18	1,65	0,32	0,44	32,51

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,75	9,38
Herbicida	Glifosato Nortox	0,31	l	11,95	3,70
Herbicida	Diuron	0,13	l	10,35	1,35
Herbicida	Paraquat	0,13	l	21,48	2,79
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	28,44	3,70
Herbicida	Primestra Gold	0,25	l	13,3	3,33
Inseticida	Lorsban 480 BR	0,03	l	19,04	0,57

Custos

subtotal

		R\$24,81
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$57,32
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$7,40
Juros sobre o capital investido		R\$6,39
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$71,11

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	282,58 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,14/kg	COE	R\$57,32	Efetiva (R-COE)	R\$(17,76)
Receita	R\$39,56	COT	R\$71,11	Total (R-COT)	R\$(31,55)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 31A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2000/2001 (Ano 4) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 292,61 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	5,66	2,16	1,58	0,33	0,33	0,34	1,11	0,50		0,25
Custos subtotal										
(R\$)	7,08	4,86	14,19	3,48	0,32	0,18	1,65	0,32	0,44	32,51

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,75	9,38
Herbicida	Glifosato Nortox	0,31	l	11,95	3,70
Herbicida	Diuron	0,13	l	10,35	1,35
Herbicida	Paraquat	0,13	l	21,48	2,79
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	28,44	3,70
Herbicida	Primestra Gold	0,25	l	13,3	3,33
Inseticida	Lorsban 480 BR	0,03	l	19,04	0,57

Custos

subtotal

		R\$24,81
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$57,32
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$7,40
Juros sobre o capital investido		R\$6,39
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$71,11

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	292,61 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,14/kg	COE	R\$57,32	Efetiva (R-COE)	R\$(16,35)
Receita	R\$40,97	COT	R\$71,11	Total (R-COT)	R\$(30,14)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 32A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2000/2001 (Ano 4) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 312,43 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25							0,25	
Total de horas	5,66	2,16	1,58	0,33	0,33	0,34	1,11	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	7,08	4,86	14,19	3,48	0,32	0,18	1,65	0,32	0,44	32,51

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,75	9,38
Herbicida	Glifosato Nortox	0,31	l	11,95	3,70
Herbicida	Diuron	0,13	l	10,35	1,35
Herbicida	Paraquat	0,13	l	21,48	2,79
Herbicida	2,4 -D	0,13	l	28,44	3,70
Herbicida	Primestra Gold	0,25	l	13,3	3,33
Inseticida	Lorsban 480 BR	0,03	l	19,04	0,57

Custos

subtotal

	R\$24,81
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$57,32
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,40
Juros sobre o capital investido	R\$6,39
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$71,11

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	312,43 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,14/kg	COE	R\$57,32	Efetiva (R-COE)	R\$(13,58)
Receita	R\$43,74	COT	R\$71,11	Total (R-COT)	R\$(27,37)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 33A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 5) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 342,38 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Calagem	0,25									
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Aplicação de inseticida	1,08	0,72	0,72				0,72			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	4,00	2,44	1,94	0,25	0,25	0,34	1,47	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	5,00	6,56	21,24	3,77	0,24	0,19	1,98	0,34	0,50	39,82

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,83	9,58
Fertilizante	Sulfato de Amônio	53,13	kg	0,53	28,16
Fertilizante	Superfosfato simples	24,31	kg	0,41	9,97
Fertilizante	Cloreto de potássio	9,70	kg	0,72	6,98
Calcário	Dolomítico	125,00	kg	0,03	3,75
Herbicida	2,4-D	0,13	l	30,38	3,95
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,25	l	13,14	3,29
Herbicida	Siptran	0,50	l	7,65	3,83
Herbicida	Sanson 40 SC	0,12	l	85,92	10,31
Inseticida	Decis CE	0,02	l	50,68	1,01
Inseticida	Karatê	0,01	l	33,47	0,33

Custos

subtotal

		R\$81,15
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$120,97
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$9,03
Juros sobre o capital investido		R\$6,68
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$136,68

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

	Produtividade 342,38 kg	Preço de venda R\$0,19/kg	Custos		Rentabilidades:	
			COE	R\$120,97	Efetiva (R-COE)	R\$(55,92)
Receita	R\$65,05	COT	R\$136,68	Total (R-COT)	R\$(71,63)	

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 34A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 5) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 406,5 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	5,91	2,16	1,58	0,33	0,33	0,34	1,11	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	7,39	5,81	17,30	4,14	0,31	0,19	1,50	0,34	0,50	37,48

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,83	9,58
Fertilizante	Cloreto de potássio	3,99	kg	0,72	2,87
Herbicida	2,4-D	0,13	l	30,38	3,95
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,25	l	13,14	3,29
Herbicida	Siptran	0,50	l	7,65	3,83
Herbicida	Sanson 40 SC	0,12	l	85,92	10,31
Inseticida	Decis CE	0,02	l	50,68	1,01

Custos

subtotal

	R\$34,83
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$72,31
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,71
Juros sobre o capital investido	R\$6,68
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$86,70

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	406,5 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,19/kg	COE	R\$72,31	Efetiva (R-COE)	R\$4,93
Receita	R\$77,24	COT	R\$86,70	Total (R-COT)	R\$(9,46)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 35A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 5) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 351,25 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50				0,50			
Aplicação de inseticida	1,08	0,72	0,72				0,72			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,08	2,52	1,94	0,33	0,33	0,34	1,47	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	8,85	6,78	21,24	4,14	0,31	0,19	1,98	0,34	0,50	44,34

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,83	9,58
Fertilizante	Superfosfato simples	5,99	kg	0,41	2,46
Fertilizante	Cloreto de potássio	7,80	kg	0,72	5,62
Herbicida	2,4-D	0,13	l	30,38	3,95
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,25	l	13,14	3,29
Herbicida	Siptran	0,50	l	7,65	3,83
Herbicida	Sanson 40 SC	0,12	l	85,92	10,31
Inseticida	Decis CE	0,02	l	50,68	1,01
Inseticida	karatê	0,01	l	33,47	0,33

Custos

subtotal

		R\$40,37
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$84,71
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$9,18
Juros sobre o capital investido		R\$6,68
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$100,57

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	351,25 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,19/kg	COE	R\$84,71	Efetiva (R-COE)	R\$(17,97)
Receita	R\$66,74	COT	R\$100,57	Total (R-COT)	R\$(33,83)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 36A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2001/2002 (Ano 5) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 487,5 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação			(hora de serviço)							
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25					0,25		
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,76	0,50	0,50					0,50		
Aplicação de inseticida	1,08	0,72	0,72					0,72		
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	7,08	2,52	1,94	0,33	0,33	0,34	1,47	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	8,85	6,78	21,24	4,14	0,31	0,19	1,98	0,34	0,50	44,34

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,83	9,58
Fertilizante	Cloreto de potássio	5,93	kg	0,72	4,27
Herbicida	2,4-D	0,13	l	30,38	3,95
Herbicida	Glyphosato Nortox	0,25	l	13,14	3,29
Herbicida	Siptran	0,50	l	7,65	3,83
Herbicida	Sanson 40 SC	0,12	l	85,92	10,31
Inseticida	Decis CE	0,02	l	50,68	1,01
Inseticida	karatê	0,01	l	33,47	0,33

Custos

subtotal

		R\$36,56
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$80,90
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$9,18
Juros sobre o capital investido		R\$6,68
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$96,76

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	487,5 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,19/kg	COE	R\$80,90	Efetiva (R-COE)	R\$11,73
Receita	R\$92,63	COT	R\$96,76	Total (R-COT)	R\$(4,13)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 37A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2002/2003 (Ano 6) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 293,5 kg. (Tratamento L1-Testemunha/Adubação mineral)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação	(hora de serviço)									
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Calagem	0,25									
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	3,08	1,83	1,33	0,25	0,25	0,34	0,86	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	4,62	5,14	15,51	4,05	0,24	0,19	1,36	0,37	0,52	31,99

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,92	9,8
Fertilizante	Sulfato de Amônio	53,13	kg	0,61	32,41
Fertilizante	Superfosfato simples	24,31	kg	0,55	13,37
Fertilizante	Cloreto de potássio	9,70	kg	0,89	8,63
Calcário	Dolomítico	68,75	kg	0,3	20,63
Herbicida	Siptran	0,25	l	9,26	2,32
Herbicida	Sanson 40 SC	0,06	l	104	6,24
Herbicida	Diuron 500 SC	0,63	ml	13,89	0,01
Herbicida	Sanachem 720 SC	0,63	ml	14,88	0,01
Inseticida	Fastac 100	3,13	ml	42,45	0,13
Inseticida	Nomolt 150	9,38	ml	131,97	1,24

Custos

subtotal

	R\$ 94,78
Custo Operacional Efetivo (COE) (Custo Horário de Operação +Material)	R\$126,77
Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$7,44
Juros sobre o capital investido	R\$7,49
Custo Operacional Total (COT) (COE+Depreciação +Juros)	R\$141,70

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	293,5 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,31/kg	COE	R\$126,77	Efetiva (R-COE)	R\$(35,78)
Receita	R\$90,99	COT	R\$141,70	Total (R-COT)	R\$(50,71)

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 38A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2002/2003 (Ano 6) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 350,5 kg. (Tratamento L2- Biossólido 20t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação			(hora de serviço)							
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Colheita mecanizada		0,25							0,25	
Total de horas	5,53	1,91	1,33	0,33	0,33	0,34	0,86	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	8,30	5,37	15,51	4,45	0,32	0,19	1,36	0,37	0,52	36,37

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,92	9,8
Fertilizante	Cloreto de potássio	0,41	kg	0,89	0,36
Herbicida	Siptran	0,25	l	9,26	2,32
Herbicida	Sanson 40 SC	0,06	l	104	6,24
Herbicida	Diuron 500 SC	0,63	ml	13,89	0,01
Herbicida	Sanachem 720 SC	0,63	ml	14,88	0,01
Inseticida	Fastac 100	9,38	ml	42,45	0,13
Inseticida	Nomolt 150	3,13	ml	131,97	1,24

Custos

subtotal		R\$20,11
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$56,48
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$7,61
Juros sobre o capital investido		R\$7,49
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$71,58

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	350,50 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,31/kg	COE	R\$56,48	Efetiva (R-COE)	R\$52,18
Receita	R\$108,66	COT	R\$71,58	Total (R-COT)	R\$37,08

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 39A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2002/2003 (Ano 6) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 368,13 kg. (Tratamento L3-Biossólido 5t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação			(hora de serviço)							
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25				0,25			
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36				0,36			
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	6,16	1,91	1,33	0,33	0,33	0,34	0,86	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	9,24	5,37	15,51	4,45	0,32	0,19	1,36	0,37	0,52	37,32

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,92	9,8
Fertilizante	Cloreto de potássio	6,81	kg	0,89	6,06
Herbicida	Siptran	0,25	l	9,26	2,32
Herbicida	Sanson 40 SC	0,06	l	104	6,24
Herbicida	Diuron 500 SC	0,63	ml	13,89	0,01
Herbicida	Sanachem 720 SC	0,63	ml	14,88	0,01
Inseticida	Fastac 100	9,38	ml	42,45	0,13
Inseticida	Nomolt 150	3,13	ml	131,97	1,24

Custos

subtotal

		R\$25,80
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$63,12
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$7,61
Juros sobre o capital investido		R\$7,49
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$78,22

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	368,13 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,31/kg	COE	R\$63,12	Efetiva (R-COE)	R\$51,00
Receita	R\$114,12	COT	R\$78,22	Total (R-COT)	R\$35,90

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Tabela 40A - Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Milho de Verão, Preparo Reduzido de Solo, Experimento instalado no ano agrícola 2002/2003 (Ano 6) na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em área experimental com o solo LVef, 1/16 Hectare, Produtividade média de 375,38 kg. (Tratamento L4-Biossólido 10t ha⁻¹)

Item	Mão-de-obra		Máquinas e implementos							Custo Horário de Oper.
	Comum	Tratorista	Trator 60cv	Trator 75cv	Grade niveladora	Semeadora 2 linhas	Pulverizador 300 l	Desbastador com lâmina em V	Colhedora automotriz 117cv	
1 - Operação			(hora de serviço)							
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25					0,25		
Rebaixamento vegetal		0,13	0,13							
Gradagem leve		0,25		0,25	0,25					
Aplicação do biossólido	3,33									
Gradagem leve		0,08		0,08	0,08					
Sulcamento		0,19	0,19			0,19				
Adubação mineral	0,25									
Semeadura	0,15	0,15	0,15			0,15				
Desbaste	0,50							0,50		
Aplicação de herbicida	0,38	0,25	0,25					0,25		
Aplicação de inseticida	0,54	0,36	0,36					0,36		
Adubação de cobertura	0,63									
Colheita mecanizada		0,25								0,25
Total de horas	6,16	1,91	1,33	0,33	0,33	0,34	0,86	0,50	0,25	
Custos subtotal										
(R\$)	9,24	5,37	15,51	4,45	0,32	0,19	1,36	0,37	0,52	37,32

Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

2 - Material consumido	Especificação	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Custo (R\$)
Semente	Agromen 3150	2,5	kg	3,92	9,8
Fertilizante	Cloreto de potássio	3,94	kg	0,89	3,51
Herbicida	Siptran	0,25	l	9,26	2,32
Herbicida	Sanson 40 SC	0,06	l	104	6,24
Herbicida	Diuron 500 SC	0,63	ml	13,89	0,01
Herbicida	Sanachem 720 SC	0,63	ml	14,88	0,01
Inseticida	Fastac 100	9,38	ml	42,45	0,13
Inseticida	Nomolt 150	3,13	ml	131,97	1,24

Custos

subtotal

		R\$23,25
Custo Operacional Efetivo (COE)	(Custo Horário de Operação +Material)	R\$60,57
Depreciação de máquinas e equipamentos		R\$7,61
Juros sobre o capital investido		R\$7,49
Custo Operacional Total (COT)	(COE+Depreciação +Juros)	R\$75,67

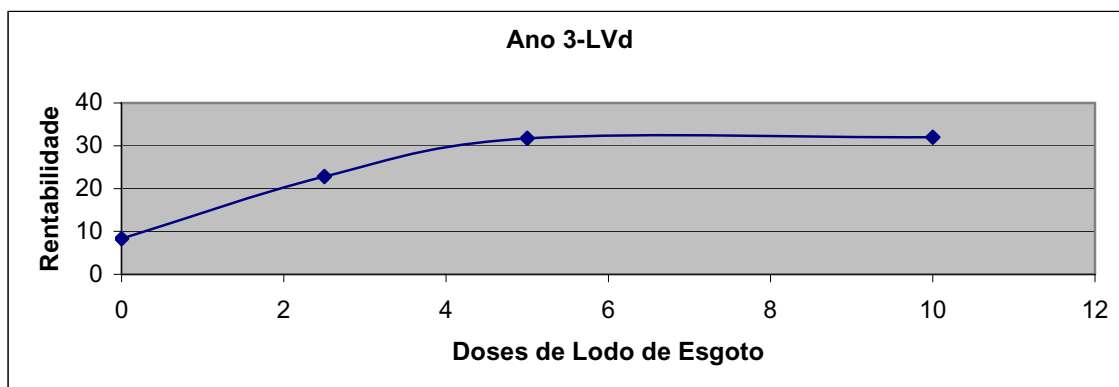
Fonte: Dados primários do Relatório Convênio

Produtividade	375,38 kg	Custos		Rentabilidades:	
Preço de venda	R\$0,31/kg	COE	R\$60,57	Efetiva (R-COE)	R\$55,80
Receita	R\$116,37	COT	R\$75,67	Total (R-COT)	R\$40,70

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

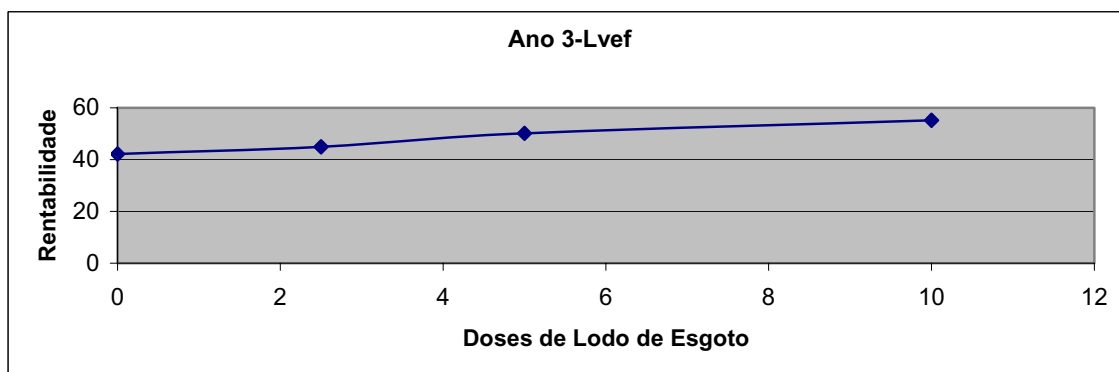
Figuras
Rentabilidade Efetiva – Fase 1

Figura 1A: Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 3, para o LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

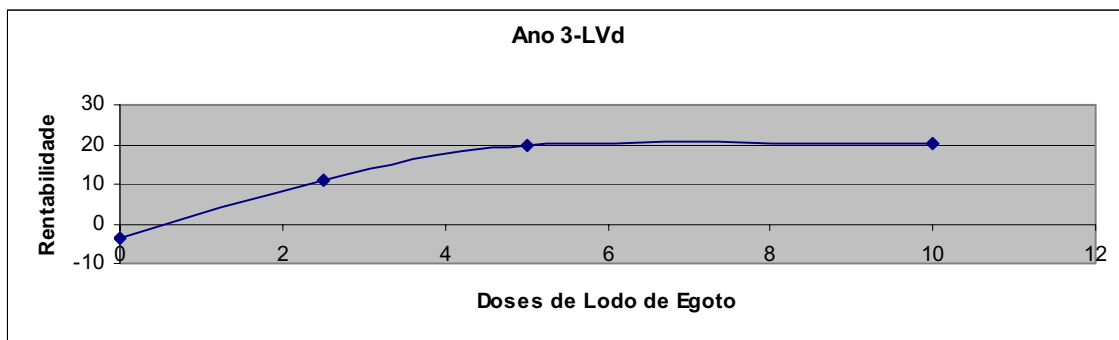
Figura 2A: Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 3, para o LVef.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

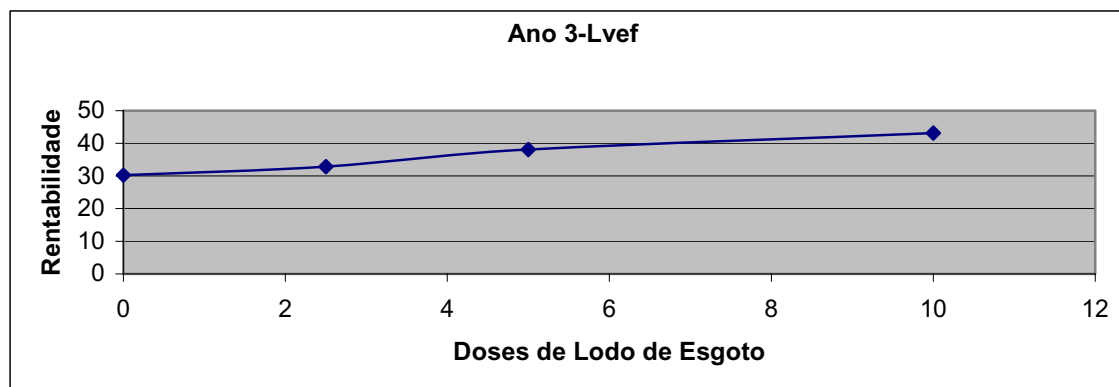
Figuras
Rentabilidade Total – Fase 1

Figura 3A: Comportamento da rentabilidade total no ano 3, para o LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

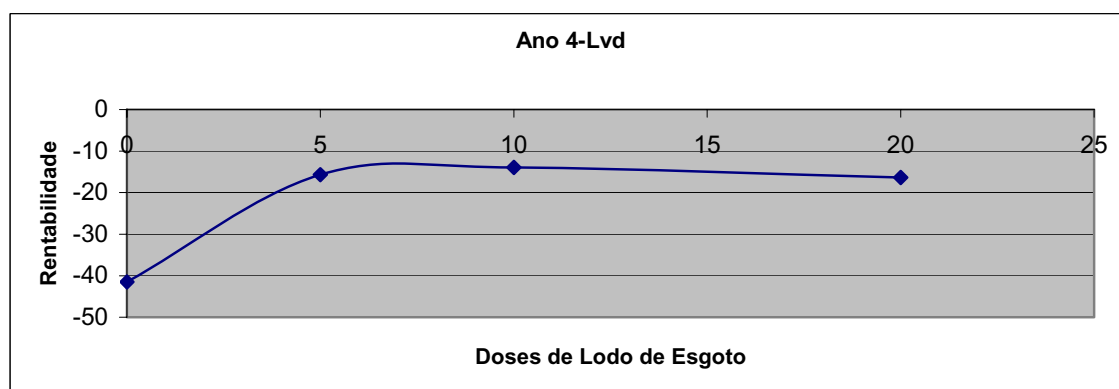
Figura 4A: Comportamento da rentabilidade total no ano 3, para o LVef.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

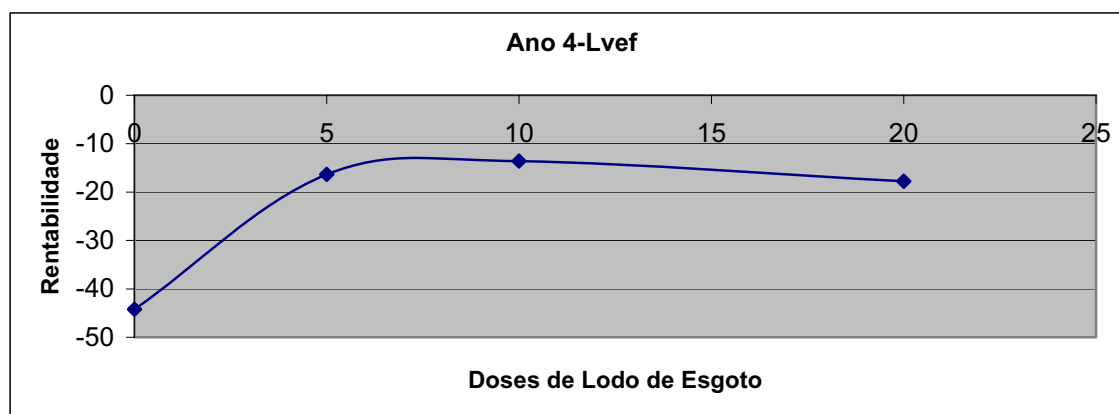
Figuras Rentabilidade Efetiva – Fase 2

Figura 5A: Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 4, para o LVd.



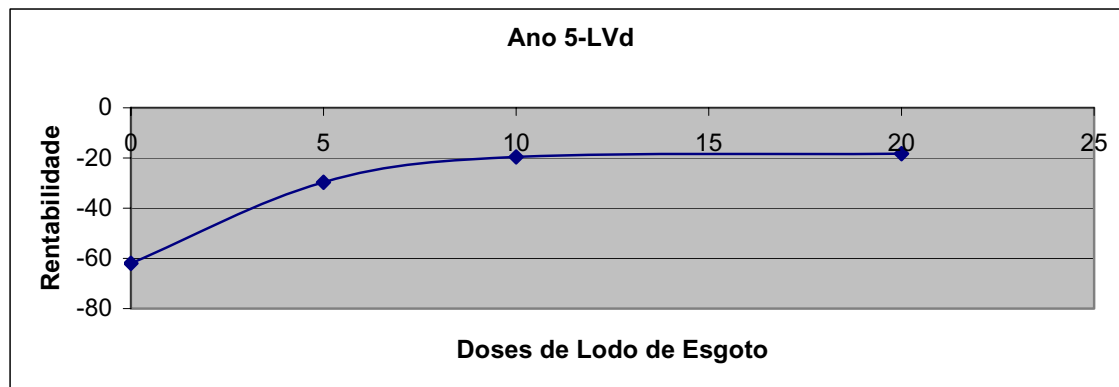
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 6A: Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 4, para o LVef.



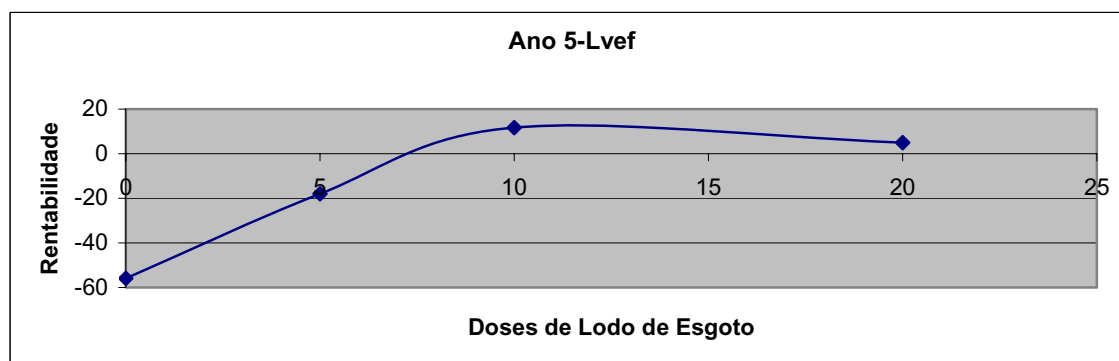
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 7A: Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 5, para o LVd.



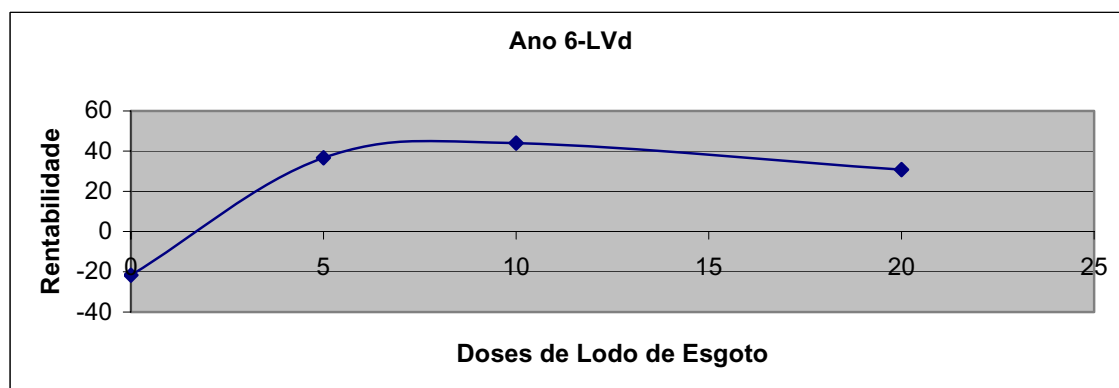
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 8A: Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 5, para o LVef.



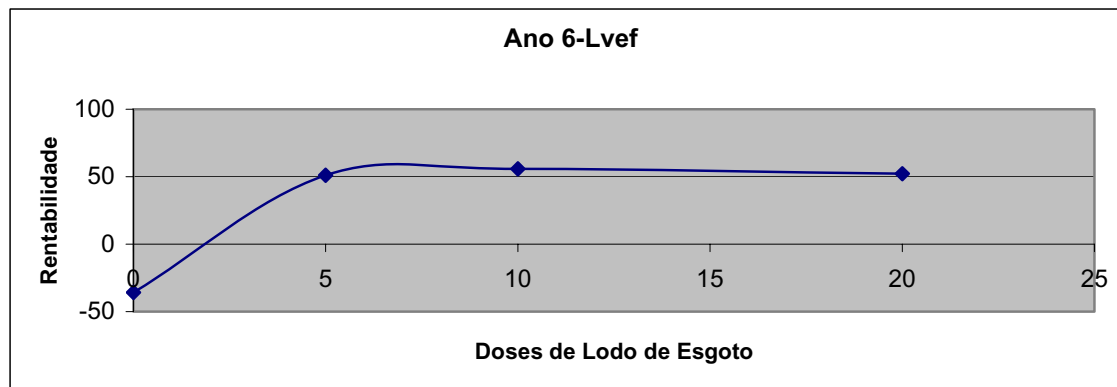
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 9A: Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 6, para o LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

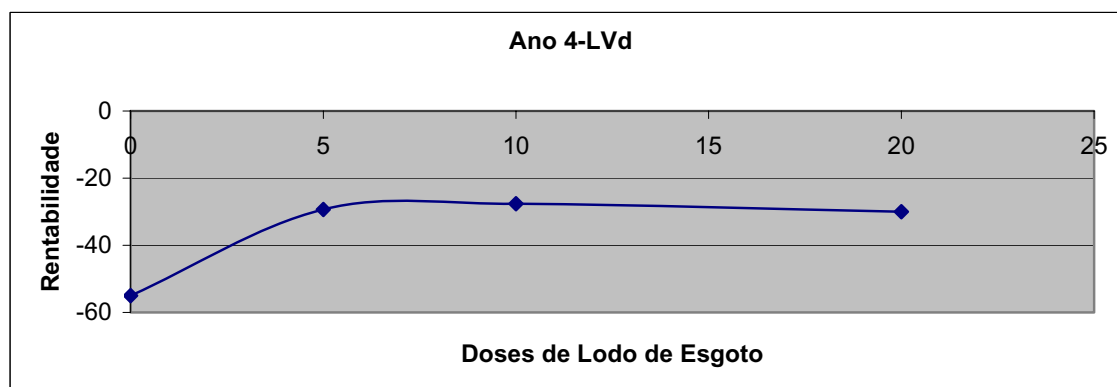
Figura 10A: Comportamento da rentabilidade efetiva no ano 6, para o LVef.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

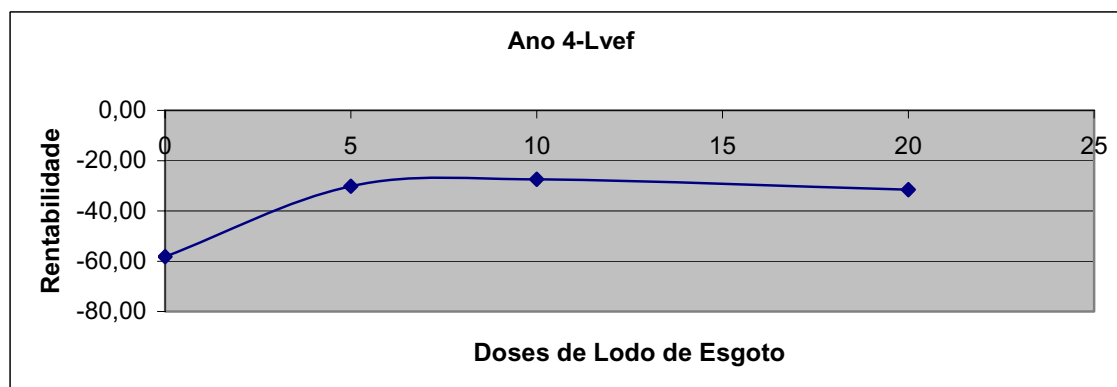
Figuras Rentabilidade Total – Fase 2

Figura 11A: Comportamento da rentabilidade total no ano 4, para o LVd.



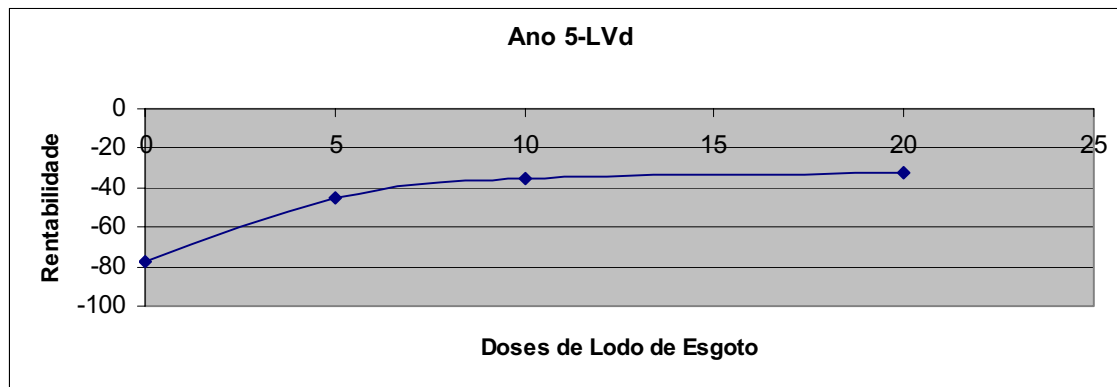
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 12A: Comportamento da rentabilidade total no ano 4, para o LVef.



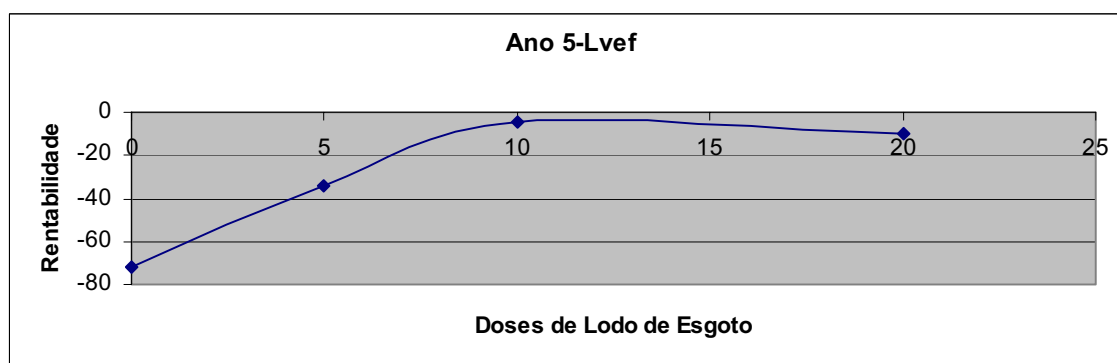
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 13A: Comportamento da rentabilidade total no ano 5, para o LVd.



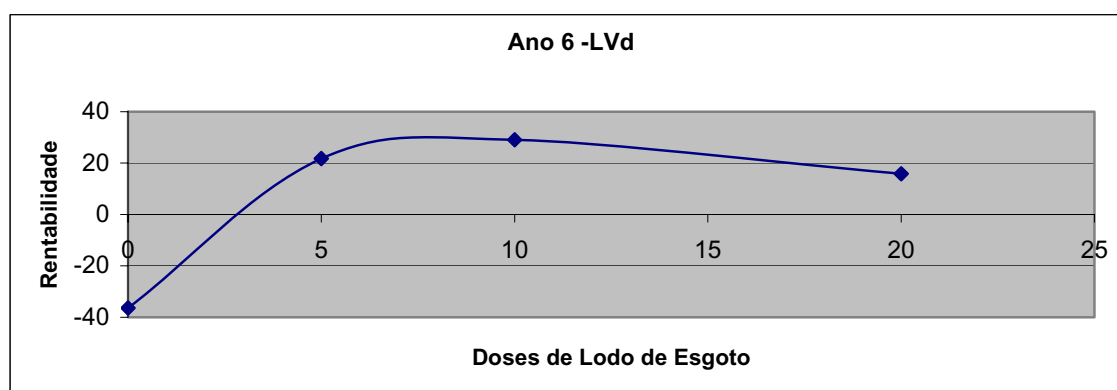
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 14A: Comportamento da rentabilidade total no ano 5, para o LVef.



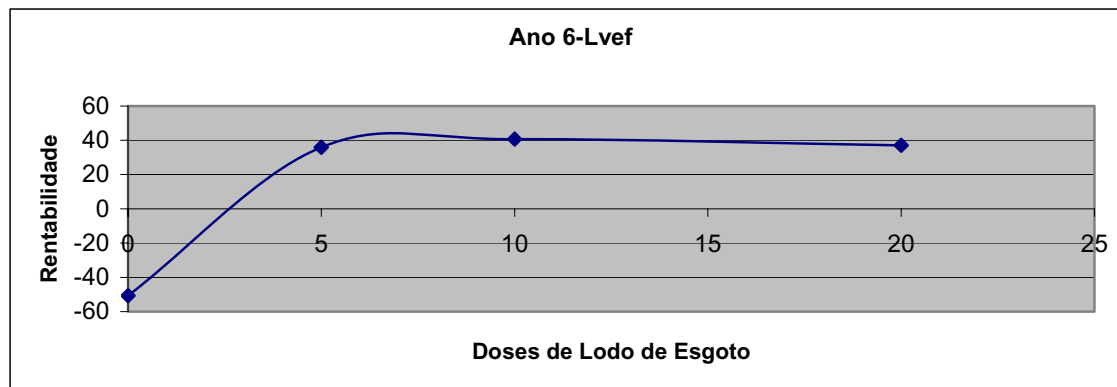
Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 15A: Comportamento da rentabilidade total no ano 6, para o LVd.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Figura 16A: Comportamento da rentabilidade total no ano 6, para o LVef.



Fonte: Dados da pesquisa (2006).