

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
STRICTO SENSU EM PLANEJAMENTO
E GESTÃO AMBIENTAL

Mestrado

**Uma Contribuição na Análise de
Viabilidade Econômica, Social e Ambiental
no Uso do Lodo de Esgoto
na Agricultura do Distrito Federal**

Aluno: Marcos de Lara Maia

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Macedo de Mello Baptista

Brasília

2006

Marcos de Lara Maia

**Uma Contribuição na Análise de Viabilidade Econômica,
Social e Ambiental no Uso do Lodo de Esgoto
na Agricultura do Distrito Federal**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação Stricto Sensu da Universidade
Católica de Brasília como requisito para a
obtenção do título de Mestre em Planejamento e
Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Macedo de Mello Baptista

BRASÍLIA
2006

Dedico este trabalho aos meus PAIS:
“Você está demonstrando que não se satisfaz
com o que já conquistou com muito esforço,
que não é pouco. É com o orgulho de pais que
fazemos absoluta questão de estar presente
à sua DEFESA que, temos certeza,
só vai dar-nos mais satisfação.
Deus vai continuar abençoando você.
O desfecho do acidente de Nínive e
o término do curso desta,
são claros sinais dessas bênçãos.

Conte com seus

Pais”.

Deus não trabalha na ansiedade do homem.

As coisas acontecem na hora certa!
As coisas acontecem exatamente quando devem acontecer!
Nada nesta vida acontece por acaso.
Deus está sempre perto de ti.
Nos Momentos felizes, louve ao Senhor teu Deus.
Nos Momentos difíceis, busque o Senhor teu Deus.
Nos Momentos silenciosos, adore ao Senhor teu Deus.
Nos Momentos dolorosos, confie em Deus.
Cada momento da tua existência agradeça ao Senhor Deus.
Tenha FÉ. Coloque tua vida na mão de DEUS.
ELE nunca te abandonará.

Amém

Autor: Desconhecido.

RESUMO

A destinação final dos resíduos das Estações de Tratamento de Esgotos é uma crescente preocupação mundial. O lodo de esgoto é um produto orgânico do sistema de tratamento de esgoto, potencialmente contaminante, mas que pode ser viável sua utilização de maneira benéfica como a reciclagem agrícola. Devido o lodo de esgoto ser fonte de vários nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes) e matéria orgânica, a sua reciclagem agrícola ganhou importância estratégica como uma alternativa bem viável para a sua disposição final. A reciclagem agrícola reside na incorporação do lodo de esgoto no solo proporcionando níveis mínimos de matéria orgânica necessários no controle de erosão, na manutenção da produtividade, na recuperação de áreas e solos degradados. Contudo, a viabilidade do uso do lodo de esgoto na reciclagem agrícola depende de fatores sanitários, ambientais, agronômicos e, principalmente, de sua aceitação perante os produtores agrícolas e dos consumidores finais de alimentos produzidos com adubo do lodo de esgoto.

A identificação precisa e objetiva das questões econômicas, sociais e ambientais deste passivo ambiental chamado lodo de esgoto dará subsídios necessários para o aperfeiçoamento do planejamento e da gestão pública, que, quando bem aplicado, oferece indicadores que ajudam na condução da tomada de decisão. Esse trabalho propõe apresentar uma contribuição na análise da viabilidade econômica, social e ambiental no uso do lodo de esgoto na agricultura do Distrito Federal.

A valoração econômica do lodo de esgoto como fontes de nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica, foi feita utilizando-se do método de mercado de bens substitutos e alcançou o valor do lodo fresco, um teor de conteúdo de água de 84%, de R\$ 25,36 a R\$ 27,32 por tonelada. Contudo, o valor intrínseco alcançado e nem os bons coeficientes de eficiência agronômica comprovados por outros autores não são os fatores determinantes da utilização do lodo de esgoto como insumo agrícola. Além da demanda do produto ser o que rege o mercado, a aceitabilidade pelos produtores rurais e consumidores urbanos tem sido considerada como um dos fatores determinantes para a utilização do lodo de esgoto como adubo na agricultura.

Com efeito este trabalho avaliou os níveis de aceitabilidade dos produtores rurais e consumidores urbano, utilizando-se do método de valoração contingente. Como exemplo, obteve-se por parte do produtor rural do Distrito Federal o valor médio de R\$ 18,62 a tonelada de lodo de esgoto se fosse tratado e seco, com uma aceitabilidade de 68%. O principal fator positivo de aceitabilidade dos produtores rurais foi a sua viabilidade econômica e o principal fator de rejeição foi o seu cheiro-odor. Obteve-se um índice de 43% de aceitabilidade por parte dos consumidores urbanos do DF. Nojo e a falta de informação do lodo de esgoto como insumo agrícola foram os principais fatores de rejeição por parte dos consumidores urbanos. O alto índice de rejeição em consumir alimentos produzidos com o lodo de esgoto como adubação era esperado, considerando o desconhecimento do assunto abordado e o preconceito natural aos dejetos de origem humana. Houve um incremento de 139% de aceitabilidade do lodo de esgoto em relação aos que inicialmente haviam rejeitado quando o consumidor urbano recebeu informação sobre a utilização do lodo de esgoto na agricultura.

Para a gestão do uso do lodo de esgoto na reciclagem agrícola, sugere-se uma maior participação efetiva do produtor rural e do consumidor urbano nas diversas informações tecnológicas, riscos e potencialidades, de forma a dirimir todas as dúvidas quanto ao uso do lodo de esgoto como insumo agrícola e permitir que os produtores rurais e os consumidores urbanos formem uma opinião fundamentada para se decidir quanto a sua aceitação ou rejeição.

Novas pesquisas devem ser incentivadas para melhorar a compreensão e a valoração econômica, social e ambiental no uso do lodo de esgoto na agricultura.

PALAVRAS CHAVES: Gestão ambiental, lodo de esgoto, aceitação, rejeição, valoração contingente.

ABSTRACT

The final destination of the residues of the Stations of Treatment of Sewers is an increasing worldwide concern. The sewage sludge is an organic product of the system of treatment of sewer potentially contaminant but its use can be viable in beneficial way as agricultural recycling. As the sewage sludge is source of several nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulphur and micronutrients) and organic matter, its agricultural recycling gained strategical importance as a well viable alternative for its final disposal. The agricultural recycling is in the incorporation of the sewage sludge in the ground providing minimum levels of organic substance necessary in the erosion control, maintenance of the productivity and in the recovery of degraded areas and ground. However, the viability of the use of the sewage sludge in the agricultural recycling depends on sanitary, environmental and agricultural factors and mainly of its acceptance by the agricultural producers and by the final consumers of food produced with seasoning of the sewage sludge.

The necessary and objective identification of the economic, social and ambient questions of this ambient liabilities call sewage sludge will give necessary subsidies for the perfection of the planning and public administration, that when applied well, it offers pointers that help in the conduction of the decision taking. This work is a contribution for the analysis of the economic, social and ambient viability in the use of the sewage sludge in the agriculture of the Federal District.

The economic valuation of the sewage sludge as sources of nitrogen, phosphorus, potassium and organic matter was done by using the method of market of substitute goods and reached the value of the cool loam, average of 84% water content, from R\$ 25,36 to R\$ 27,32 per ton. However, the reached intrinsic value the good coefficients of agricultural efficiency proven by other authors are not the determinative factors of the use of the sewage sludge as agriculturist supply. Beyond the demand of the product being what conducts the market the acceptability from agricultural producers and urban consumers has been considered as one of the determinative factors for the use of the sewage sludge as seasoning in agriculture. This work evaluated the levels of acceptability of the agricultural producers and urban consumers by using the method of

contingent valuation. It was gotten from the agricultural producer of the Federal District the average value of R\$ 18,62 per ton of sewage sludge if was treated and dry, with a 68% acceptability. The main positive factor of acceptability of the agricultural producers was its economic viability and the main factor of rejection was its smell. An index of 43% of acceptability from the urban consumers of the DF was gotten. Mourning and the lack of information of the sewage sludge as agricultural supplies had been the main factors of rejection among the urban consumers. The high index of rejection in consuming foods produced with the sewage sludge as fertilization was expected considering the unfamiliarity of the boarded subject and the natural preconception to the dejections of human origin. It had an increment of 139% of acceptability of the sewage sludge in relation to that initially they had rejected when the urban consumer received information on the use from the loam from sewer in agriculture.

For the management of the use of the sewage sludge as fertilization in agriculture, a bigger effective participation is suggested for the agricultural producer and the urban consumer in the several technological information, risks and potentialities to nullify all the doubts about the use of the sewage sludge as agricultural supplies and allow that the agricultural producers and the urban consumers form a based opinion to decide about its acceptance or rejection.

New research must be stimulated to improve the understanding and the economic, social and ambient valuation in the use of the sewage sludge in agriculture.

KEY-WORDS: Environment management, sewage sludge, acceptance, rejection, contingent valuation

SUMÁRIO

<i>RESUMO</i>	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
<i>SUMÁRIO</i>	ix
<i>LISTA DE TABELAS</i>	xiii
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	xv
<i>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS</i>	xvi
<i>CAPÍTULO 1</i>	1
<i>INTRODUÇÃO</i>	1
1.1 – Justificativa e importância do tema	5
1.2- Objetivos	7
1.2.1- Objetivo geral	7
1.2.2- Objetivos específicos	7
<i>CAPÍTULO 2</i>	8
<i>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</i>	8
2.1 - Área de Estudo	8
2.2 - Vegetação	9
2.3 - Geologia do Distrito Federal.....	9
2.4 - Solos do Distrito Federal	10
2.5 - Geomorfologia do Distrito Federal	11
2.6 - Hidrografia do Distrito Federal	12
2.7 - Hidrogeologia	13
2.8 - Clima do Distrito Federal.....	14

<i>CAPÍTULO 3</i>	16
<i>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i>	16
3.1 - Economia e meio ambiente	16
3.2 - História do Esgotamento Sanitário	18
3.3 - Os primeiros registros do esgotamento sanitário	19
3.4 - A história das estações de tratamento de esgotos	21
3.5 - A história do saneamento no Brasil	23
3.6 - Águas Residuárias	25
3.7 - Lodo de Esgoto	26
3.8 - Tratamento de Esgotos e Geração de Lodo	27
3.9 - Caracterização do Lodo de Esgotos	33
3.10 - Lodo de Esgoto: Riscos a Saúde Pública e ao Meio Ambiente	38
3.11 - Disposição Final do Lodo de Esgoto	41
3.12 - Demandas Agrícolas por Lodo (experiências em outras localidades)	44
3.13 - Fazendas de esgoto	45
3.14 - Valoração ambiental	48
3.15 - Valoração do lodo de esgoto	50
3.16 - Valorar outras opções de produtos originados do lodo de esgoto	51
3.17 - Valoração contingente	51
3.18 - Etapas do Método de Valoração Contingente	55
3.19 - Elaboração do questionário	55
<i>CAPÍTULO 4</i>	57
<i>METODOLOGIA</i>	57
4.1 – O cálculo da amostra	63

<i>CAPÍTULO 5</i>	64
<i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	64
5.1- Valoração do lodo de esgoto.....	64
5.2- Resultado da entrevista ao Produtor Rural	68
5.2.1 - Perfil da amostra do Produtor Rural	68
5.2.2 - Atividades produtivas dos produtores entrevistados	70
5.2.3 - Aceitação e rejeição do uso do lodo de esgoto pelos produtores rurais	71
5.2.4 - Culturas que foram utilizados o lodo de esgoto na agricultura	73
5.2.5 - Conhecimento da existência de uma norma de utilização do lodo de esgoto na agricultura.....	74
5.2.6 - Fatores positivos que estimularam o produtor rural a fazer uso do lodo de esgoto	74
5.2.7 - Fatores negativos ao uso do lodo na agricultura.....	76
5.2.8 - Conhecimento dos entrevistados quanto às doenças possíveis transmitidas pelo lodo de esgoto	77
5.3- Resultado da entrevista ao Consumidor	79
5.3.1 - Local da entrevista do consumidor.....	79
5.3.2 - Aceitação e rejeição em consumir alimentos produzidos com lodo de esgoto como adubação na agricultura	80
5.3.3 - Disposição a pagar.....	83
5.3.4 - Perfil da amostra do consumidor.....	85
<i>CAPÍTULO 6</i>	89
<i>CONCLUSÃO e RECOMENDAÇÕES</i>	89
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	92
<i>ANEXO</i>	105

ANEXO 1- Questionário proposto para entrevistar o Produtor Rural	106
ANEXO 2- Questionário proposto para entrevistar o Consumidor	108
ANEXO 3- Questionário tabulado do Produtor Rural	112
ANEXO 4- Questionário tabulado do Consumidor Urbano.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pesquisas e medidas saneadoras na Inglaterra do Século XIX.....	21
Tabela 2- Primeiras Estações de Tratamento de Esgotos	22
Tabela 3 – ETE’s e sistemas de tratamento de esgoto do Distrito Federal.....	30
Tabela 4 - Estimativa de produção de lodo de esgotos em ETE’s do Distrito Federal...	32
Tabela 5- Valores máximos para agentes patogênicos no lodo de esgoto Classe A e B.	34
Tabela 6 - Principais parâmetros de valor agrônômico do lodo de esgotos produzidos em diversas ETE’s do Brasil.....	36
Tabela 7 – Caracterização química do lodo testado.	37
Tabela 8- Principais vias de exposição ao Ser Humano associado à utilização do lodo de esgoto na agricultura	38
Tabela 9- Patógenos encontrados em lodo de esgoto e principais sintomas e doenças.	40
Tabela 10 – Disposição final de lodo de esgoto nos Estados Unidos e na Europa.....	42
Tabela 11 – Comparação dos custos entre diferentes alternativas de disposição final do lodo de esgoto.....	43
Tabela 12- Fazendas de lodo de esgoto na Alemanha de acordo com o tempo de operação, tamanho da área e área de uso.	45
Tabela 13 – Os primeiros tratamentos de esgoto no solo na Europa e nos EUA.....	47
Tabela 14- Número de amostra corrigida por propriedade rural no Distrito Federal.	59
Tabela 15- Número de amostra corrigida por domicílio na Região Administrativa do DF	60
Tabela 16 – Valor da tonelada do lodo de esgoto em razão da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio.....	64

Tabela 17 - Valor da tonelada da matéria orgânica do lodo de esgoto em razão da quantidade de matéria orgânica da cama de frango e do adubo do SLU.	65
Tabela 18 – O que se produz nas propriedades dos entrevistados.	70
Tabela 19 – Aceitação / rejeição	72
Tabela 20 – Culturas que foram utilizados o lodo de esgoto na agricultura no DF.	73
Tabela 21 – Principais fatores que estimularam os agricultores a fazerem uso do lodo de esgoto na agricultura.	75
Tabela 22 – Aspectos negativos na utilização do lodo de esgoto na agricultura.....	76
Tabela 23 – local das entrevistas	79
Tabela 24 – O que mais influencia na compra de olerícolas e frutíferas	79
Tabela 25 – Respostas da pergunta sobre o que é lodo de esgoto e se o mesmo é utilizado na agricultura como adubo.	81
Tabela 26 – Fatores de rejeição por parte dos consumidores urbanos.....	82
Tabela 27 – Nível de aceitabilidade em decorrência da informação sobre o produto	82
Tabela 28 – Distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto ao nível salarial....	85
Tabela 29- Distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto ao nível de escolaridade	86
Tabela 30- Distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto à faixa etária.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura01- Cartograma de Localização do DF.....	8
Figura 02 – Fluxograma de tratamento de esgoto da CAESB	30
Figura 03- Distribuição dos produtores rurais patronais e familiares que responderam os questionários	68
Figura 04 – Disposição a pagar.....	84
Figura 05 – Faixa de rendimento salarial dos entrevistados.	85
Figura 06 – Nível de escolaridade dos entrevistados.....	86
Figura 07 – Faixa etária dos entrevistados	87

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.

aC – Antes de Cristo

ANA – Agência Nacional de Águas

APROMAC - Associação de Proteção ao Meio Ambiente de Cianorte – Paraná

BNH – Banco Nacional de Habitação

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

CAP – Consentimento a pagar

CEASA – Central de Abastecimento do Distrito Federal

CEDAE-RJ – Companhia Estadual de água e Esgotos do Rio de Janeiro

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Cia – Companhia

CO₂ – Dióxido de Carbono

CONAM – DF – Conselho de Meio Ambiente do Distrito Federal

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CREA/DF – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Distrito Federal

DAP – Disposição a Pagar

DAR – Disposição a Receber

DF - Distrito Federal

DLIS - Programa de Desenvolvimento Local Integrado e Sustentável

E – Erro Amostral

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa / CPAC – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cerrados

ESALQ/USP – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / Universidade de São Paulo

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FAT - Programa de Qualificação do Fundo de Amparo ao Trabalhador

FEAM – MG – Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais

Feema –RJ – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro

FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

GT – Grupo de Trabalho

ha – hectare

IAP – Instituto Ambiental do Paraná

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

K – Potássio

kg – quilo

l – Litro

M.O. – Matéria Orgânica

m³ – Metro cúbico

MCE – Métodos de Custos Evitados

MCR – Método Custo de Reposição

MCV – Método Custos de Viagem

MDR – Método Dose Resposta

mg – miligrama

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Entorno

MPF – Ministério Público Federal

MPH – Método de Preços Hedômicos

MVC – Método de Valoração Contigente

N – Nitrogênio

N – Tamanho Mínimo de Uma Amostra

N-orgânico + N-NH₄⁺ - Nitrogênio Kjeldahl

Nd – Não determinado

ND – Não Disponível

NMP – Número Mais Provável

N-NH₄⁺ - Nitrogênio Amoniacal

N-NO₃⁻ - Nitrogênio Nitrato

OMS – Organização Mundial da Saúde
P – Fósforo
PAD-DF – Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal
PDOT - Plano Diretor De Ordenamento Territorial
Planasa – Plano Nacional de Saneamento
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PRODER - Programa de Emprego e Renda
PRONAF - Programa Nacional de Agricultura Familiar
PRÓ-RURAL/DF - Plano de Desenvolvimento Rural do Distrito Federal
RA – Região Administrativa
RT – Responsável Técnico
s – Segundo
Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná
SEAPA - Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Pecuária
SEMARH - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SESDF - Secretaria de Saúde do Distrito Federal
SLU/DF – Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal
ST - Sólidos Totais
T – Tonelada
UFF – Unidade Formadora de Foco
UFP – Unidade Formadora de Placa
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UGL – Unidade de Gerenciamento do Lodo
Unicamp – Universidade Estadual de Campinas
UPIS – União Pioneira de Integração Social – Faculdades Integradas
USEPA - United States Environmental Protection Agency
VE – Valor de Existência
VERA – Valor Econômico de Uso Ambiental
VNU - Valor de Não Uso
VO – Valor de Opção

VU – Valor de Uso

VUD – Valor de Uso Direto

VUI – Valor de Uso Indireto

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto é subproduto do tratamento de esgotos, podendo, em princípio, conter qualquer substância que exista na área de drenagem da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) em que ele foi produzido. Essa característica faz do lodo de esgoto um material de natureza complexa (LUDUVICE, 2000).

O destino final dos resíduos das estações de tratamento de esgotos é uma crescente preocupação mundial, com reflexos na disponibilidade e na qualidade da água para consumo e atividades econômicas. O lodo de esgoto é um produto orgânico do sistema de tratamento de esgotos que pode ser usado de maneira benéfica por ser rico em matéria orgânica e nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes), tendo potencial de uso na reciclagem agrícola como condicionador de solo e fonte suplementar de nutrientes e matéria orgânica.

No Distrito Federal - DF, atualmente com uma população de dois milhões de habitantes, a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB - atende 88% da população do Distrito Federal, com um índice de coleta de esgotos chegando a 92% e de tratamento a 90%. Estes índices podem ser comparados nos países ditos de primeiro mundo. A quantidade de lodo de esgoto produzido no DF é de 400 toneladas por dia (CAESB, 2006). Cabe ressaltar que com a coleta atual de esgoto, o DF apresenta a maior produção do lodo de esgoto per capita do país. O acúmulo desse produto nos pátios das Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs, constitui mais uma ameaça ao ambiente, caso não sejam encontradas alternativas viáveis do ponto de vista social, econômico e ambiental para o seu uso benéfico. Conforme já afirmavam Frank (1998), Tsutya (2000) e Silva *et al.* (2000), a reciclagem agrícola é uma alternativa muito viável para a disposição final do lodo, mas com as devidas precauções quanto nos quesitos relacionados aos aspectos econômicos, à saúde pública e à proteção ambiental.

A CAESB tem depositado o lodo de esgoto produzido nas ETEs em seus pátios, devido à gestão inadequada do uso do produto na agricultura. Um acidente

ambiental ocorrido no final de outubro de 2002, com lodo de esgoto no Sítio Hargreaves, localizado no núcleo rural Ponte Alta de Cima, Região Administrativa do Gama no DF, atingiu uma mina d'água, fonte primária de seu abastecimento, tornando-a imprópria ao consumo. Os corpos hídricos localizados à sua jusante, também contaminados, ocasionaram danos e riscos à saúde pública e ao meio ambiente (MPDFT, 1992).¹

Cabe ressaltar que já existe uma grande demanda de lodo pelos produtores rurais do DF, pois o lodo era distribuído gratuitamente, sendo cobrado apenas o frete até a propriedade. O lodo é comprovadamente benéfico para a produção agrícola e um excelente condicionador de solo. Embora, uma norma técnica que regulamente o uso benéfico do lodo de esgoto foi adotada recentemente, a CAESB usava a classificação norte-americana informalmente.

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, incumbe ao Poder Público assegurar à efetividade do meio ambiente ecologicamente equilibrado e controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. No seu inciso V também incube ao Poder público a controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.

Segundo a Lei Orgânica do Distrito Federal/93, em seu artigo 279, assegura ao Poder Público à participação da coletividade, zelar pela conservação, proteger e recuperar o meio ambiente, coordenar e tornar efetivas as ações e recursos humanos, financeiros, materiais, técnicos e científicos dos órgãos da administração direta e indireta, e conforme o inciso I, o Poder Público deverá planejar e desenvolver ações para a conservação, preservação, proteção, recuperação e fiscalização do meio ambiente. No inciso V, do mesmo artigo, estabelece normas e padrões de qualidade ambiental para aferição e monitoramento dos níveis de poluição do solo, subsolo, do ar, das águas e acústica, entre outras (LEI ORGÂNICA do DF, 1993)².

¹ MINISTÉRIO PÚBLICO do DISTRITO FEDERAL e ENTORNO-MPDFT, Processo N° 104.946/02-92.

² CÂMARA LEGISLATIVA do DISTRITO FEDERAL - LEI ORGÂNICA do DISTRITO FEDERAL, de 08 de Junho de 1993.

Além disso, também cabe ao Poder Público promover programas que assegurem progressivamente benefícios de saneamento à população urbana e rural. De acordo com seu artigo 292³, as pessoas físicas e jurídicas, públicas e privadas, que exercem atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, temporárias ou permanentes, são responsáveis, direta ou indiretamente, pela coleta, acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos produzidos. Ademais, o artigo 293 estabelece que o processamento, controle e destinação de resíduos rurais e urbanos obedecerão às normas previstas na legislação local de proteção ambiental, sem prejuízo dos demais dispositivos legais incidentes. Conforme o parágrafo § 1º Poder Público implementará política setorial com vistas à coleta seletiva, transporte, tratamento e disposição final de resíduos urbanos, com ênfase nos processos que envolvam sua reciclagem e segundo o parágrafo § 3º do mesmo artigo, cabe ao Poder Público regulamentar a permissão para uso dos recursos naturais como via de esgotamento dos dejetos hospitalares, industriais, residenciais e de outras fontes, após conveniente tratamento, controle e avaliação dos teores poluentes”.

No DF, até recentemente, existia um grupo de estudo com representantes dos seguintes órgãos: Secretária de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Conselho Regional de Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos – CREA/DF, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Secretaria da Saúde do DF - SESDF, Ministério Público do DF e Territórios - MPDFT, Ministério Público Federal – MPF/DF. Esse grupo estabeleceu princípios, normas e procedimentos para a expedição, distribuição, disposição e uso de lodo de esgoto no Distrito Federal, buscando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais (CONAM/DF⁴, 2005).

³ CÂMARA LEGISLATIVA do DISTRITO FEDERAL - LEI ORGÂNICA do DISTRITO FEDERAL, de 08 de Junho de 1993.

⁴ Grupo de Trabalho instituído pela Portaria de 6/9/2004, DODF nº 173, pág. 33, de 9/9/2004 - Proposta de Resolução CONAM/DF 001/2005.

Conforme Corrêa & Corrêa (2001), os principais problemas que devem ser solucionados para o melhor aproveitamento do lodo de esgoto aqueles pertinentes à saúde pública e os custos no seu processamento e transporte. Para a superação dos problemas inerentes a questão sanitária, Corrêa & Corrêa (2001) consideram que um bom manejo do lodo fresco ou por meio de processos de desinfecção e de estabilização pode tornar o resíduo estável e inócuo. Mas, o problema a ser superado é a questão econômica, embora necessite de uma análise mais complexa, pois o mesmo considera que existe uma série de custos a serem quantificados em detrimento aos benefícios econômicos que o lodo de esgoto pode gerar.

1.1 – Justificativa e importância do tema

A destinação final dos resíduos das Estações de Tratamento de Esgotos é uma crescente preocupação mundial. O lodo de esgoto é um produto orgânico do sistema de tratamento de esgoto, potencialmente contaminante, mas que pode ser viável a sua utilização de maneira benéfica como reciclagem agrícola. Como o lodo de esgoto é uma ótima fonte de matéria orgânica e de vários nutrientes para a agricultura – nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes - a sua utilização como insumo agrícola ganhou uma interessante importância. Além de solucionar o atual passivo ambiental, a sua utilização como fonte de nutrientes vem substituir as atuais fontes dos adubos químicos que são provenientes dos recursos naturais.

Como exemplo, pode-se citar as reservas naturais de fósforo, que conforme Frank (1998), devem durar cerca de 500 anos frente ao consumo mundial de 10 milhões de toneladas por ano. A total utilização de esgotos tratados em solos acarretaria na redução do consumo de fertilizantes fosfatados em aproximadamente 40% do atualmente empregado (FRANK, 1998). Além disso, devido às características dos solos da Região do Cerrado onde a disponibilidade desse elemento, em condições naturais, é muito baixa, são grandes as quantidades de fósforo a serem aplicadas no solo do cerrado para manter uma disponibilidade do nutriente adequada às plantas cultivadas. A aplicação de adubos fosfatados (existem diversas fontes no mercado, entre elas: super fosfato simples, supertríplo, fosfato natural, termofosfato) é um dos investimentos mais altos para a prática da agricultura comercial nesses solos (SOUSA, 2004).

Para Corrêa & Corrêa (2001), o lodo de esgoto na reciclagem agrícola traz benefícios como condicionador de solos que auxiliará no controle de erosão, na manutenção da produtividade e na recuperação de áreas e solos degradados. Além do mais, no Bioma Cerrado, as condições de temperatura e de umidade aceleram os processos de decomposição da matéria orgânica resultando em solos com baixos teores deste elemento (PEREIRA *et al.*, 1982).

Segundo Frank (1998), a incorporação de lodos de esgotos nos solos é o manejo economicamente mais vantajoso e sanitariamente mais interessante, quando

comparado às alternativas de disposição de lodo de esgotos tais como aterro sanitário, incineração e disposição oceânica. Contudo, a viabilidade do uso do lodo de esgoto na reciclagem agrícola depende de fatores sanitários, ambientais, agronômicos e, principalmente, de sua aceitação perante os produtores agrícolas e dos consumidores finais de alimentos produzidos com adubo do lodo de esgoto.

A identificação precisa e objetiva das questões econômicas, sociais e ambientais deste passivo ambiental chamado lodo de esgoto dará subsídios necessários para o aperfeiçoamento do planejamento e gestão pública, que, quando bem aplicado, oferece indicadores que ajudam na condução da tomada de decisão.

Obviamente, que, o lodo de esgoto coletado e tratado representa um grande ganho para o sistema, pois se isso não fosse feito, todo o sistema de captação de água estaria comprometido, com custos elevados para o sistema de saúde, ao tratar as doenças de veiculação hídrica. O lodo de esgoto coletado e tratado pode ser manejado em ambientes muito mais restritos e seguro, minimizando muito mais o impacto ambiental daqueles lodos de esgoto despejado *in natura* nos corpos d'águas.

1.2 - Objetivos

Faz-se mister valorar as diversas opções de uso do lodo de esgoto na agricultura do DF. Pretende-se fornecer subsídios ao melhor planejamento e gestão no processo de uso do lodo de esgoto como insumo agrícola para contribuir na resolução deste passivo ambiental.

1.2.1 - Objetivo geral

Analisar as viabilidades econômicas, sociais e ambientais no uso do lodo de esgoto na agricultura no Distrito Federal.

1.2.2 - Objetivos específicos

- 1- Valorar o lodo de esgoto como fontes de nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica, por meio de bem de mercado substituto;
- 2- Avaliar por meio de percepção do produtor rural e do consumidor urbano de alimentos por meio do método de Valoração Contingente.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 - Área de Estudo

O Distrito Federal tem atualmente uma população de 2.051.099 habitantes, numa área territorial 5.801,937 km², o que representa em termos de densidade populacional 354,3 hab./km². (IBGE, 2000).

Subdivide-se em 29 Regiões Administrativas (RAs), assim denominadas: Brasília, Gama, Taguatinga, Brazlândia, Sobradinho, Planaltina, Paranoá, Núcleo Bandeirante, Ceilândia, Guará, Cruzeiro, Samambaia, Santa Maria, São Sebastião, Recanto das Emas, Lago Sul, Riacho Fundo, Lago Norte, Candangolândia, Águas Claras, Riacho Fundo II, Sudoeste/Octogonal, Varjão, Sobradinho II, Park Way, Setor Complementar de Indústria e Abastecimento, Itapuã, SIA e Jardim Botânico (PDOT, 2005)⁵.

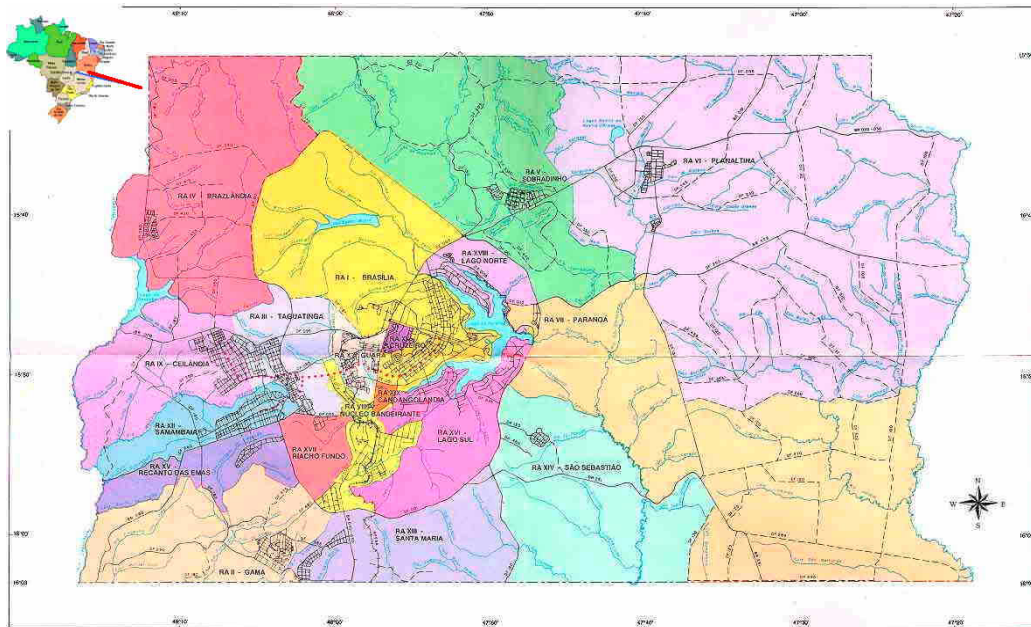


Figura01- Cartograma de Localização do DF.Fonte: CODEPLAN, 2006.

⁵ Plano Diretor de Ordenamento Territorial – PDOT. 1ª Audiência Pública Geral de 17 de dezembro de 2005.

2.2 - Vegetação

A Região do DF tem a sua totalidade do seu território coberta por uma vegetação típica do Brasil Central, o Cerrado. O Cerrado tem grande diversidade de clima, de solos e composições biológicas (MMA, 2000). Cobre 25% do território brasileiro e é caracterizado por formações florestais, savânicas e campestres, com alta biodiversidade, apresentando cerca de 160.000 espécies, incluindo plantas, animais e fungos. Estima-se que existam cerca de 7.000 espécies vegetais no Cerrado, considerando somente as formações savânicas, das quais cerca de 40% são endêmicas (SEMARH, 2000).

Este bioma Cerrado é constituído por fisionomias bem distintas, passando por um gradiente de complexidade vegetacional desde os campos limpos, onde predominam o estrato herbáceo, até as matas ciliares, onde se observa tanto estrato vertical (sub-bosque, estrato arbóreo), quanto horizontal (desde as bordas até os cursos dos rios ou córregos), passando por outras fisionomias intermediárias (campo sujo, cerrado, cerradão, veredas). Além desse mosaico de vegetação, a posição geográfica dessa região (central) interliga-se com outros biomas (Amazônia, Mata Atlântica), através das matas ciliares, servindo como corredores para a fauna (SEMARH, 2000).

2.3 - Geologia do Distrito Federal

Conforme Campos *et al.*, (2001), o Distrito Federal está localizado na região central da Faixa de Desdobramentos e Cavalgamentos Brasília, composta de várias unidades regionais formadas por quatro conjuntos litológicos distintos que compõe sua geologia geral. Dentre os quatro conjuntos incluem os grupos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí, e suas respectivas coberturas de solos residuais ou coluvionares.

O mapa geológico simplificado do DF, Campos *et al.*, (2001) caracteriza os grupos ocorrentes com detalhe para o Grupo Paranoá. Esse detalhamento somente no Grupo Paranoá deve-se ao fato de representar o domínio mais abrangente do DF, ocupando cerca de 65% da área total do Distrito Federal.

Os demais Grupos estratigráficos apresentam-se em menor abrangência e estão distribuídos da seguinte forma: Grupo Canastra ocupa 15%; O Grupo Araxá ocupa 5% e o Grupo Bambuí representa 15% da área total do DF (Campos *et al.*, 2001).

2.4 - Solos do Distrito Federal

A Embrapa⁶ realizou um trabalho de mapeamento das informações dos solos do DF por meio do Serviço Nacional de Levantamento de Solos no qual obteve o mapa pedológico do DF escala 1: 100.000. Observando este mapa existente, pode-se concluir que a região apresenta três classes de solos mais importantes: Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo que representam territorialmente 85,5% de área no DF. Outras classes de solo também ocorrem no DF, com menor expressividade, como é o caso dos solos hidromórficos indiscriminado (4,16%), solos podzólicos (4,09%), solos aluviais (0,19%), brunizins avermelhados (0,09%), areias quartzosas (0,53%) e plintossolos. O restante da área é representado por superfície aquática e áreas urbanas (5,45%). A ocorrência de cada uma dessas classes de solos está condicionada à geologia, ao clima e à morfologia do relevo local.

A Embrapa (1978) caracteriza os Latossolos Vermelhos amarelos e Vermelho como solos não hidromórficos, com horizonte "A" moderado e horizonte "B" latossólico, de textura argilosa ou média, rico em sesquióxidos. São solos profundos, muito porosos, bastante permeáveis e de acentuado a fortemente drenados. São solos que sofreram bastante com o processo de intemperização (formação antiga), formando solos álicos, fortemente ácidos e principalmente, são solos pouco férteis. Para a sua utilização na agricultura é importante a incorporação de corretivos de acidez e fertilizantes principalmente calcários e fósforo, com a finalidade de se obter melhores produtividades agrícolas.

⁶ Boletim Técnico, Nº 53, EMBRAPA, 1978.

2.5 - Geomorfologia do Distrito Federal

A geomorfologia do DF tem por característica principal a ocorrência de extensos níveis planos a suavemente ondulado. Martins & Baptista (1999) apresentaram uma compartimentação geomorfológica para o DF evidenciando três grandes compartimentos: O primeiro denominado de Planalto, ocupando cerca de 34% da área do DF, sendo caracterizada por uma topografia, de plana a plana ondulada, acima da cota 1.000 m. (semelhante ao domínio da região de chapada, de Novaes, 1994); o segundo de Planos intermediários, ocupando cerca de 31% do DF, corresponde às áreas fracamente dissecadas, apresentando em seus interflúvios lateritos, latossolos e colúvios/eluvios delgados com predominância de fragmentos de quartzo⁷ e por último as Planícies que ocupam cerca de 35% do DF e é representada por depressões ocupadas pelos rios da região⁸.

As altitudes no DF variam entre 750 a 1336 m no ponto mais alto. O Pediplano de Contagem-Rodeador apresenta as cotas mais elevadas, entre 1.200 e 1.336 m, estando representado por chapadas, chapadões e interflúvios tabular. Os domínios Depressão Interplanáltica e Planalto Dissecado do Alto Maranhão correspondem às áreas mais baixas, situadas entre as cotas 750 e 950 m, coincidentes com os vales dos grandes rios do Distrito Federal (NOVAES, 1994).

Outra importante característica geomorfológica do DF é que a sua área apresenta-se como centro divisor de drenagem, sendo que o parque nacional das águas emendadas é um marco desta característica. Neste centro divisor existem bacias de padrão anelar (drenagens formadoras do rio Paranoá), padrão retangular controlada pela estruturação das unidades quartzíticas das chapadas (drenagens do rio Pipiripau e ribeirão Sobradinho), e subdrenáltica, cujo controle estrutural secundário ocorre em densidades variadas (NOVAES, 1994).

⁷ Equivalente ao domínio da região da área de Dissecação Intermediária de Novaes, 1994.

⁸ Semelhante ao domínio da região Dissecada do Vale de Novaes, 1994.

2.6 - Hidrografia do Distrito Federal

A região hidrográfica do Distrito Federal tem uma característica muito peculiar, pois é drenada por cursos d'água pertencentes a três das mais importantes bacias hidrográficas brasileiras: São Francisco (Rio Preto), Tocantins/Araguaia (Rio Maranhão) e Paraná (rios São Bartolomeu e Descoberto). Com uma área de 5.789,16 km², de acordo com o mapa hidrográfico do DF (SEMARH, 2002).

Entre as três regiões hidrográficas citadas, a de maior importância para o DF é a Região Hidrográfica do Paraná. Ferrante *et al.* (2001), registra como a maior área drenada do Distrito Federal, ocupando, aproximadamente, uma área de 3.658 km² que corresponde a 64% do total da área do DF, com uma descarga média de 64 m³/s. É constituído pelas bacias hidrográficas do Rio São Bartolomeu, do Lago Paranoá, do Rio Descoberto, do Rio Corumbá e do Rio São Marcos. Além do mais, nela estão localizadas todas as grandes áreas urbanas e todas as captações de água para o abastecimento público (FERRANTE *et al.*, 2001), pois Essa bacia tem grande importância pela sua demanda em saneamento urbano (captação de água, coleta e tratamento de esgoto); é a grande produtora de lodo, já que praticamente, todo o lodo do Distrito Federal é captado e tratado.

A Região Hidrográfica do São Francisco, com uma área total de 1.407 km² correspondendo a 24% de área do DF, constituída pela Bacia do Rio Preto, cuja nascente encontra-se próxima à cidade de Formosa, área de importâncias agropecuárias, caracterizadas por topografia levemente ondulada, propiciando o uso intensivo do solo pela mecanização agrícola. Os seus principais afluentes são: Ribeirão Santa Rita, Ribeirão Jacaré, Ribeirão Extrema, Rio Jardim e Ribeirão São Bernardo (FERRANTE *et al.*, 2001). Esta bacia, potencialmente, é a que melhor atende à demanda de lodo para aproveitamento agrícola. Esta área situa-se a sudeste do Distrito Federal, distante das grandes aglomerações urbanas. Assumindo-se que 50% da área de 1.407 km² (140.700ha) pudessem receber 40 t/ha de lodo, dose recomendada por Lemainski (2003), e que a produção da CAESB se mantivesse constante em 400 t/dia, seria possível consumir todo o estoque produzido, sem repetir a aplicação, por aproximadamente 20 anos. Seja: a produção de 400 t/dia, à taxa de aplicação de 40 t/ha, cobriria 10 t/dia; para aplicar em toda

área de 70.350 ha seria necessário toda a produção de 7.035 dias, o que equivale a 19,54 anos.

A menor região hidrográfica do DF é a Região Hidrográfica Tocantins / Araguaia com área total de 773 km² do Distrito Federal que representa 13% da sua totalidade. Localizada numa região topográfica bastante ondulada, o que ocasiona a presença de grandes quedas d'água, e formam lindas cachoeiras no Cerrado. É constituído pela Bacia do Rio Maranhão, cuja nascente encontra-se próxima ao Distrito Federal, sendo seus principais afluentes: o Rio Palmeiras, Ribeirão Sonhem, Ribeirão da Contagem, Ribeirão das Pedreiras, Ribeirão Cafuringa, Rio das Palmas, Ribeirão Dois Irmãos e Rio do Sal (FERRANTE *et al.*, 2001).

2.7 - Hidrogeologia

Conforme Campos *et al.*, (2001), o Distrito Federal está situado na Província Hidrogeológica Brasileira denominado de Escudo Central. Há um predomínio de aquíferos fissurais com características e espessuras variáveis. As águas subterrâneas têm uma função estratégica no abastecimento de condomínios devida à restrita disponibilidade hídrica superficial do DF, pois não existe alternativa de captações de pequenas drenagens. A distribuição das águas subterrâneas no Distrito Federal ocorre basicamente em dois conjuntos principais de aquíferos: Domínio Poroso (com vazão média de <800 l/hora) e Domínio Fissural (com vazão entre 3.000 a 33.000 l/hora). Os dois conjuntos de aquíferos se intercomunicam e o balanço hídrico é cerca de 1,7 bilhões m³ de água que infiltram anualmente. Ambos os conjuntos de aquíferos apresentam águas de boa qualidade físico-química, mas com alta vulnerabilidade à poluição e à contaminação. Enquanto o Domínio Poroso ocorre de uma forma contínua, com extensão variável e de caráter freático (aquíferos livres) ou águas superficiais rasas, o Domínio Fissural ocorre de forma local e restrita, com raras ocorrências de poços jorrantes (artesianos), sendo responsável pelo armazenamento e circulação das águas subterrâneas profundas (CAMPOS & FREITAS SILVA, 2001).

Conforme Campos *et al.*, (2001), a qualidade físico-química da água subterrânea é muito boa. As águas originadas de rochas carbonáticas apresentam elevados

valores de pH, cálcio e magnésio, contudo, esses valores não restringem a água para o consumo humano.

Devido os Domínios de aquíferos serem interdependentes, a recarga ocorre de forma diferente. No aquífero de Domínio Poroso a recarga se dá por infiltração das águas da chuva e o solo tem um papel importante de filtro natural para as águas que alcançam os aquíferos de Domínio Fraturado. Portanto, para haver a recarga do aquífero de Domínio fraturado, ocorre com águas armazenadas no sistema poroso (CAMPOS *et al.*, 2001).

Para melhor demonstrar a importância da hidrogeologia neste trabalho de dissertação, é importante salientar que Campos *et al.* (2001) incluem as estações de tratamento de esgotos e a agricultura intensiva como exemplos de efluentes potenciais de contaminação das águas subterrâneas na carta de vulnerabilidade à contaminação que é integrada com o mapa de carga de contaminantes. O cruzamento das informações da carta com o mapa define, para a região do DF, seis classes de susceptibilidade à contaminação das águas subterrâneas: muito alta, alta, moderada, mediana, baixa e desprezível.

2.8 - Clima do Distrito Federal

Segundo Baptista (2005), o clima do Distrito Federal é bastante característico da região dos cerrados, com estações chuvosa e seca em épocas bem definidas. A concentração da precipitação pluviométrica ocorre nos meses de novembro, dezembro e janeiro e a estação seca nos meses de junho a agosto.

Na classificação dos tipos climáticos do Distrito Federal, Baptista (2005) afirma que não há variações da precipitação pluviométrica significativa, mas existe grande variação na temperatura causada pelas diferenças altimétricas, fato este que discrimina em três tipos climáticos conforme Köppen⁹ : em Tropical (Aw), Tropical de Altitude (Cwa) e Tropical de Altitude (Cwb).

⁹ A Classificação do clima de Köppen é uma divisão do clima, feita por Wladimir Köppen em 1900. É baseado em letras:

A precipitação média interanual, no Distrito Federal, varia entre 1.200 mm a 1.700 mm, sendo dezembro o mês em que ocorrem as maiores precipitações. Há uma variação da temperatura média anual entre 18° a 22° C, sendo que as temperaturas absolutas mínimas de até 2° C e máximas de 33° C ocorrem no início respectivamente do inverno e verão.

Com base no Mapa das Isoietas do Distrito Federal de Baptista (1997) apud Ferrant *et al.* 2001, os índices pluviométricos do Distrito Federal apresentam uma relação direta com a variação de altitude dos seus quadrantes sendo que as maiores ocorrências de chuvas se dão no Sudoeste e no Noroeste, com 1.600 a 1.700 mm por ano, e as menores ocorrências de chuvas ocorrem no Leste, com 1200 a 1250 mm por ano. Portanto, a maior ocorrência de chuva se dá em locais mais altos do DF (altitude). O aspecto mais peculiar do clima do DF é a brusca mudança da umidade do ar das estações, onde existe uma variação de 85% a 15%, conforme época do ano (SEMARH, 2000).

CAPÍTULO 3

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Economia e meio ambiente

Segundo Clark (1998), deve-se entender a Terra como um sistema complexo, composto por uma série de subsistemas ou esferas diferenciáveis, mas em interações. Considerou como sistemas ambientais à biosfera, a atmosfera, a litosfera e a hidrosfera, incluindo neste sistema desde as trocas gasosas atmosféricas, a dinâmica biogeoquímica, a circulação oceânica, as interações entre populações entre outras. E, como sistemas humanos, as interações econômicas, políticas, culturais e sociotecnológicas – chamados de noosfera ou antroposfera.

Contudo, essa interação dos sistemas está cada vez mais estressada e a teoria econômica e os indicadores econômicos não explicam como a economia está perturbando e destruindo os sistemas naturais da *Terra*. Diversos trabalhos, como de Clark (1998), Meyer e Turner II (1992), Dias (2002), Knapp *et al* (1996), tentam explicar que as mudanças ambientais são influenciadas pelo sistema humano. Pode-se comprovar que a economia está em conflito com os sistemas naturais da Terra por meio de notícias diárias, como desflorestamento, erosão do solo, desertificação, aumento constante dos níveis de dióxido de carbono (CO₂), queda de lençóis freáticos, aumento da temperatura, tempestades mais destrutivas, derretimento de geleiras, elevação do nível do mar, perda da biodiversidade e efeito estufa. Segundo Dias (2002), existem alterações que estão em curso, mas ainda são desconhecidas. Essa tendência da deterioração ambiental, além de levar ao declínio econômico, pode levar ao desaparecimento da vida aqui na terra.

Conforme Brown (2003), o desafio de nossa geração é reverter essas tendências, antes que a deterioração ambiental conduza a um declínio econômico de longo prazo, como ocorreu com tantas outras civilizações anteriores.

Um novo tipo de economia se faz mister, e é designado por Brown (2003) como uma economia ambientalmente sustentável - uma eco-economia – onde requererá que os princípios da ecologia estabeleçam o arcabouço para a formulação de

políticas econômicas e que economistas e ecólogos trabalhem, em conjunto, para modelar a nova estrutura de desenvolvimento ambiental.

O termo desenvolvimento sustentável foi consagrado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o “*Meio Ambiente e Desenvolvimento*”, também conhecida como Comissão Brundtland. Essa Comissão também definiu em seus trabalhos que a eco-economia é aquela que satisfaz nossas necessidades sem prejudicar as perspectivas das futuras gerações ao atenderem as suas necessidades. O desafio é replanejar a economia de materiais para que seja compatível com o ecossistema (BROWN, 2003).

O maior problema para se reeditar uma nova economia é valorar economicamente o meio ambiente. Conforme Motta (1998) há um ceticismo na abordagem econômica devido à dificuldade em encontrar uma teoria econômica que fundamente esta abordagem, pois a adoção de uma determinada técnica de valoração com base em “procedimentos estimativos intuitivos” não apropriados aumentam ainda mais a desconfiança e a rejeição aos métodos adotados.

Para o aperfeiçoamento da gestão pública é importante à identificação mais precisa e objetiva de todas as questões econômicas, sociais e ambientais. A valoração ambiental, quando bem aplicada, dará subsídios necessários para um gestor público atuar indiferentemente das preferências políticas, pois lhe oferecerá indicadores necessários que o ajudem na condução das tomadas de decisão (MOTTA, 1998).

Por exemplo, a reciclagem do lodo de esgoto, utilizando-o na agricultura, pode ser feita a custo reduzido e sem provocar impactos negativos, desde que realizada dentro de critérios seguros. Visto que os impactos ambientais provocados são positivos na medida em que o teor de matéria orgânica do solo é melhorado, aumentando sua resistência à erosão e diminuindo a necessidade de fertilizantes minerais, o que significa economia de energia e conservação dos recursos naturais (ANDREOLI *et al.*, 2001).

3.2 - História do Esgotamento Sanitário

Historicamente o ser humano não consegue viver longe da água que bebe e dos resíduos que produz por isto ele sempre procurou construir suas moradias próximas às fontes de água. Essa parece ser uma preocupação que acompanha as civilizações desde as épocas mais remotas, já que a água é um recurso essencial à satisfação de suas necessidades básicas. Com o passar dos tempos, a humanidade desenvolveu técnicas de exploração e distribuição de água, e o ser humano pode expandir seus domínios de moradia e de produção (OLIVEIRA, 2005).

Obviamente que, os povos primitivos utilizavam métodos simples para recolher as águas das chuvas, dos rios e dos lagos para satisfazer suas necessidades básicas. Na sua fase nômade, o homem deixava restos de alimentos e dejetos acumulando-se dentro da própria habitação. Para Oliveira (2005), os humanos nesta fase, não produziam detritos suficientes para causar alterações ambientais, pois, além das populações serem reduzidas, consumiam apenas o essencial para a sobrevivência.

Com aumento populacional e, concomitantemente, da fixação de moradia, o ser humano deu início às modificações dos recursos naturais como o solo e a água, pois passou a desenvolver a produção agrícola e o desmatamento. Inicia-se a fase da degradação ambiental com acumulação de lixo, esgotos e outros detritos, favorecendo a proliferação de ratos, doenças e insetos, além da poluição dos mananciais de água e do próprio solo (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Oliveira (2005) as primeiras civilizações construíram suas residências sem sanitários internos e que nesta época, tanto nas cidades como no campo era comum a pessoa evacuar diretamente no solo. As camadas mais abastadas da população já usavam recipientes para fazer suas necessidades e em seguida descarregavam o conteúdo em local próximo às moradias. Evidentemente que, quando chovia, as fezes eram levadas pelas enxurradas até os rios, contaminando as águas e disseminando doenças. Ainda de acordo com o mesmo autor, devido à existência de fontes de águas sujas, provavelmente com solos advindos da enxurrada, pois não existia uma agricultura com práticas conservacionistas, era

comum, aos povos egípcios e japoneses, filtrar o líquido em vasos de porcelana antes de ser utilizado nas atividades domésticas.

3.3 - Os primeiros registros do esgotamento sanitário

A partir do momento em que o Homem se fixou em locais permanentes, formando um conglomerado, criando cidades, a coleta das águas servidas, que hoje é chamado de esgoto sanitário, passava a ser uma preocupação daquelas civilizações. Referências à disposição de excrementos na terra têm sido encontradas na Bíblia, em Deuteronômio, 23: 12 a 14, e mesmo em Juízes, 3: 20 e 24. Os Gregos e Romanos entendiam os benefícios do saneamento básico para a população. Em Éfeso, Turquia, os toaletes a vapor localizavam-se em locais onde os excretos fluíam para o Mar Egeu (EPSTEIN, 1929).

Em 3750 a.C., eram construídas galerias de esgotos em Nipur (Índia) e na Babilônia. Em 3100 a.C., já se tem notícia do emprego de manilhas cerâmicas para essa finalidade (AZEVEDO NETTO, 1984). Na Roma imperial, eram feitas ligações diretas das casas até os canais. Porém, por ser tratar de uma iniciativa individual de cada morador, nem todas as casas apresentavam essas benfeitorias (METCALF & EDDY, 1977). No ano de 3000 a.C., as cidades de Mohenjodaro e Harappa na antiga Índia, e que hoje estão localizadas no Paquistão, já possuíam naquela distante época, ruas drenadas com esgotos canalizados em galerias subterrâneas, assim como as residências também tinham banheiros com esgotos canalizados. É , importante, também ser citado um outro exemplo, de que na Roma antiga, foi realizada uma obra intituladas “*Cloacas Máximas*”, destinadas ao esgotamento subterrâneo de águas estagnadas do Capitólio até o rio Tibre, composta por uma galeria de 740 m de extensão e diâmetro equivalente a 4,30 m, ainda hoje funcionando e que foi concluída no ano de 514 a.C. Na antigüidade, a preocupação dos povos com os Esgotos não se pautava por uma questão sanitária, mas, sim, religiosa. As pessoas queriam se apresentar mais puras e limpas diante de seus deuses, para não sofrerem o terrível castigo da doença (OLIVEIRA, 2005).

No século XVI, efluentes estavam sendo usados para produção da safra em Bunzlau, na Alemanha. Esta prática começou em 1550 e continuou por 300 anos (DETURK, 1935).

Conforme Jewell e Seabrook (1979), o mais antigo documento da utilização do esgoto sanitário em fazendas, no sistema de irrigação e na aplicação nos solos, foi em Bunzlau, na Alemanha em 1531. Na Inglaterra, em 1859, uma Comissão Real de Disposição do Esgoto recomendou a aplicação dos esgotos de cidades nos solos como uma maneira de evitar a poluição de rios (WEBBER & HILLARD, 1974). Outras antigas fazendas que utilizavam esgoto no solo foram estabelecidas em Edinburgh, Escócia por volta de 1860.

A preocupação com o Esgoto Sanitário era cada vez maior, até que, no ano de 1854, o médico inglês John Snow demonstrou que a epidemia da cólera que assolava a Inglaterra, naquela época, estava relacionada com a contaminação da água pelas fezes, o que fez despertar nos ingleses a necessidade do saneamento básico nas cidades, o que foi feito, exterminando-se assim, completamente aquela epidemia (JEWELL & SEABROOK, 1979). A grande preocupação dos ingleses com o saneamento acabou se propagando rapidamente pelas principais cidades de todo o mundo. Em Londres (Inglaterra), somente a partir de 1815 os esgotos começaram a ser lançado em galerias de águas pluviais; também em Hamburgo (Alemanha), a partir de 1842, e em Paris (França), a partir de 1880 (METCALF & EDDY, 1977).

Em 1876, 35 cidades britânicas usavam tratamento no solo para deposição dos resíduos sólidos. Grandes áreas de fazenda foram estabelecidas em Paris, França (1869) e Berlin, Alemanha (1874) para deposição dos resíduos sólidos (JEWELL & SEABROOK, 1979).

Para Nuvolari (2003), provavelmente o país europeu mais castigado por epidemias foi à Inglaterra. Isso ocorreu devido à Inglaterra ter sido o berço da Revolução Industrial, ter sofrido uma intensa migração populacional do campo em direção às cidades e ter suas cidades sem a necessária infra-estrutura urbana para atender esse novo contingente populacional.

Pois para Nuvolari (2003), a Inglaterra foi o primeiro país a iniciar pesquisas e adotar as necessárias medidas saneadoras. A Tabela 1 mostra um levantamento de todas as pesquisas e medidas saneadoras feitas na Inglaterra do Século XIX.

Tabela 1 – Pesquisas e medidas saneadoras na Inglaterra do Século XIX

Ano	Ocorrências
1822	Primeiro levantamento das condições sanitárias do Rio Tamisa.
1848	Editadas as primeiras leis de saneamento e saúde pública.
1854	John Snow prova cientificamente a relação entre certas doenças e a qualidade das águas.
1857	Criado o Conselho de Proteção das Águas do Rio Tamisa.
1865	Primeiros experimentos sobre a microbiologia de degradação de lodos.
1882	Início das investigações sobre os fundamentos biológicos que deram origem ao processo de lodos ativados para o tratamento de esgotos.
1914	Arden e Lockett apresentam o processo de lodos ativados para tratamento de esgotos.

Fonte: Metcalf e Eddy, 1977.

3.4 - A história das estações de tratamento de esgotos

No ano de 1872, na França, Jean Luis Mouras descobre as vantagens de se acumular o lodo dos esgotos em um tanque, antes de lançá-lo numa fossa absorvente; dando origem ao tanque séptico (AZEVEDO NETTO, 1973).

Entre o final do século XIX e início do século XX, outros países começaram a se preocupar com o tratamento de seus esgotos, seguindo o exemplo inglês, em 1887 nos EUA, sendo construída a Estação Experimental Lawrence em Massachusetts (Metcalf e Eddy, 1977).

O sistema separador absoluto, caracterizado pela construção de canalizações exclusivas para os esgotos, foi concebido no ano de 1879 e implantado pela primeira vez na cidade de Memphis no Tennessee, EUA (AZEVEDO NETTO, 1973).

As primeiras Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são datadas de 1914 em Salford, Inglaterra, com uma vazão média de 303 m³/dia. No ano de 1915 foi também construída a Estação de Tratamento de Esgotos de Davyhulme com vazão média de 378 m³/dia. Pode-se afirmar que, a partir destas primeiras experiências, os países desenvolvidos começaram a tratar os esgotos das suas cidades conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2- Primeiras Estações de Tratamento de Esgotos

Ano	Inglaterra		Estados Unidos	
	E.T.E	Vazão (m ³ /dia)	E.T.E	Vazão (m ³ /dia)
1914	Salford	303		
1915	Davyhulme	378		
1916	Worcester	7.570	San Marcos	454
	Sheffield	3.028	Texas	7.570
1917	Withington	946	Milwaukee	3.787
			Wiscosin	
			Cleveland - Ohio	
			Houston North-	20.817
1918	Stanford	378	Texas	
			Houston South-	18.925
1920	Tunstall	3.104		
	Sheffield	1.340		
1921	Davyhulme	2.509		
	Bury	1.363		
1922			Desplaines – Illinois	20.817
			Calumet- Indiana	5.677
1925			Milwaukee	170.325
			Wiscosin	189.250
			Indianápolis	-

1927	Indiana Chicago Illinois	North-	662.375
------	--------------------------------	--------	---------

Fonte: Jordão & Pessoa, 1995.

3.5 - A história do saneamento no Brasil

No século XIX, o comércio marítimo era muito intenso e as tripulações dos navios passaram a ter o receio de aportar em cidades sem saneamento e, em decorrência, serem vítimas da contaminação por doenças. Por esta razão, em 1857, D. Pedro II, para não sofrer o boicote do comércio marítimo internacional, determinou a construção de sistemas de esgotos no Rio de Janeiro e São Paulo, num contrato firmado com a Cia. Inglesa, e estas foram às primeiras cidades do Brasil a receberem obras na área do saneamento. No ano de 1876 foi construída por ingleses a primeira rede de esgoto na cidade de São Paulo e em 1887 foi constituída a Cia. Cantareira de Águas e Esgotos de São Paulo. Em 1893, foi extinta a Cia. Cantareira de Águas e Esgotos de São Paulo e criada a Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo (AZEVEDO NETTO, 1973).

A cidade de Belo Horizonte foi inaugurada em 1897 e o seu projeto inicial já contemplava redes de água e esgoto. Em 1907, Saturnino de Brito inicia as obras de saneamento em Santos-SP. No ano de 1938, foi inaugurada a primeira ETE do Brasil, na cidade de São Paulo, a ETE Ipiranga onde hoje funciona como ETE Escola para os funcionários da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP. Em 1959, entra em operação a ETE Leopoldina, cuja construção iniciou em 1928 quando se criou o Plano ERA para os esgotos da cidade de São Paulo. Em 1972 entra em operação a ETE - Pinheiros, em São Paulo, hoje desativada (NUVOLARI, 2003).

Somente, a partir da década de 70 começou a ocorrer um maior avanço na área de saneamento nas cidades brasileiras, pois, segundo Oliveira (2005), houve uma grande pressão da população e de representantes da indústria e comércio, reivindicando maiores investimentos no setor de saneamento básico. Neste período foi criado o Planasa – Plano Nacional de Saneamento – em que o Governo Federal

concentrou o poder de decisão e financeiro no Banco Nacional da Habitação, através do referido plano, direcionando grandes investimentos para o setor de saneamento. Caberia, portanto, ao Estado e aos Municípios aderirem ou não a este Plano para obterem recursos, que, por sua vez, tinha origem no Fundo de Garantia do Tempo de Serviço – FGTS. Neste sentido, foram criadas em todos os Estados, Companhias de Saneamento Básico, tais como a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, que estariam responsáveis pelo planejamento, execução e operação dos serviços de saneamento, através da concessão dos municípios.

Entre 1971 e início da década de 1980, segundo levantamento efetuado por Abicalil (1998), o setor de saneamento teve grande impulsão, crescendo 43% em cobertura de água e 122% em coleta de esgotos.

O esgotamento sanitário é o que tem menor presença nos municípios brasileiros, dos 4 425 municípios existentes no Brasil, em 1989, menos da metade (47,3%) tinha algum tipo de serviço de esgotamento sanitário e, 11 anos mais tarde, os avanços não foram muito significativos: dos 5 507 municípios, 52,2% eram servidos de esgotamento sanitários. Apesar de no período de 1989-2000 haver tido um aumento de, aproximadamente, 24% no número de municípios, o serviço de esgotamento sanitário não acompanhou este crescimento, pois aumentou apenas 10%.

Os distritos brasileiros com coleta de esgoto sanitário se dividem entre os 1/3 que tratam o esgoto coletado (33,8%) e os quase 2/3 que não dão nenhum tipo de tratamento ao esgoto produzido (66,2%). Nestes distritos, o esgoto é despejado *in natura* nos corpos de água ou no solo, comprometendo a qualidade da água utilizada para o abastecimento, irrigação e recreação. Do total de distritos que não tratam o esgoto sanitário coletado, a grande maioria (84,6%) despeja o esgoto nos rios, sendo os distritos das Regiões Norte e Sudeste os que mais se utilizam desta prática (93,8% e 92,3%, respectivamente) (IBGE, 2000).

O resultado da pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2001 (IBGE, 2001), mostrou que há 62,2% dos domicílios particulares permanentes urbanos com abastecimento de água e de esgotamento sanitários adequados e lixos coletados; quanto ao tipo de esgotamento sanitário desses domicílios: 52,2% rede coletora; 23,0% fossa séptica; 17,5% fossa rudimentar; e 6,6% outros ou não tinha.

Observa-se que somente nas grandes cidades há infra-estrutura para recebimento e tratamento de esgotos, sendo que, na maioria das cidades do interior brasileiro, o esgoto é lançado diretamente nos rios, enquanto nas cidades costeiras, com maior frequência, é lançada no mar. A contaminação e o esgotamento dos recursos hídricos tornarão a água um recurso escasso em curto espaço de tempo, sendo objeto de disputa e valorização.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, 65% das doenças no Brasil são causadas pela falta de saneamento ambiental nas cidades e, para cada real investido em saneamento ambiental, são economizados cinco reais em medicina curativa da rede pública, em um período de dez anos (Sistema Único de Saúde – SUS, 2000).

3.6 - Águas Residuárias

Esgoto é toda água residuária, ou seja, a água usada em atividades domésticas ou industriais, que é lançada nos sistemas de captação de esgoto e direcionada para as estações de tratamento de esgotos (ETE) ou lançada diretamente nos mananciais hídricos superficiais (CAESB, 2006)

A composição dos esgotos varia enormemente em função do local de origem, por exemplo, se de uma área tipicamente residencial ou industrial, da época do ano e do nível social da comunidade (TSUTIYA, 2001).

Conforme Tsutiya (2001), a quase totalidade dos esgotos domésticos é constituída por água. Durante o processo de tratamento, ocorre a separação das frações sólida e líquida. A fração sólida, que encerra na sua composição componentes orgânicos e inorgânicos, é submetida a tratamento subsequente com a finalidade de diminuir a carga orgânica, o número de organismos patogênicos, a atratividade a vetores de transmissão de doenças, maus odores e o teor de umidade. A fração líquida é composta pelas partes mineral e orgânica solúveis, enquanto que, os materiais insolúveis, como areia, sais, matéria orgânica e os metais com ela complexados compreendem a parte sólida, denominada lodo de esgoto.

3.7 - Lodo de Esgoto

O termo “lodo” tem sido utilizado para designar os produtos sólidos do tratamento de esgotos. Nos processos biológicos de tratamento, parte da matéria orgânica é absorvida e convertida, fazendo parte da biomassa microbiana, denominada de lodo biológico e secundário, composto principalmente de sólidos biológicos, e por esta razão também denominado de lodo de esgotos.

Até recentemente, existia um grupo de trabalho, no âmbito federal, organizando uma proposta de resolução, promovido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, com participação dos seguintes órgãos: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB, Companhia Estadual de água e Esgotos do Rio de Janeiro - CEDAE/RJ, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro - FEEMA/RJ, Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais - FEAM/MG, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / Universidade de São Paulo - ESALQ/USP, Instituto Ambiental do Paraná - IAP/PR, OPERSAN-BIOSSOLO, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Univ. Fed. Paraná, Associação de Proteção ao Meio Ambiente de Cianorte – Paraná - APROMAC, Agência Nacional de Águas - ANA, Ministério do Meio Ambiente - MMA. Este grupo de Trabalho (GT) estava com a incumbência de definir critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Segundo esta proposta de resolução do CONAMA, o termo “lodo de esgoto” esta sendo utilizado para a reciclagem agrícola em substituição ao antigo termo “Biossólido”. O termo “lodo de esgoto” ressalta os seus aspectos de origem, não permitindo que se crie uma confusão aos produtores rurais e consumidores urbanos em relação aos nomes de produtos utilizados na agricultura orgânica, como por exemplo: biodinâmica, agricultura biológica, biofertilizantes, entre outros. Até então, o termo “Biossólido” era utilizado para valorar seus aspectos benéficos na produção agrícola em comparação com a sua mera disposição final improdutiva, por meio de aterros, disposição superficial no solo ou incineração

(ANDREOLI *et al.*, 2001). Portanto, a norma do CONAMA define Lodo de esgoto como Resíduo gerado nos processos de tratamento de esgoto sanitário e Lote de lodo de esgoto como a quantidade de lodo de esgoto destinado para uso agrícola, (CONAMA¹⁰, 2005).

3.8 - Tratamento de Esgotos e Geração de Lodo

Para que o esgoto não cause grandes problemas ambientais e de saúde pública, é necessário que seja tratado antes do lançamento nos corpos receptores ou utilizado para reciclagem agrícola. Estes tratamentos concentram e removem a matéria orgânica e os demais poluentes, que constituirão o lodo de esgoto. Na verdade, os tratamentos atuam de duas formas: na redução do conteúdo da matéria orgânica, através da sua oxidação e no estímulo a formação de flocos, de forma a possibilitar a sedimentação e a remoção em forma de lodo. A tecnologia de tratamento de esgoto utilizada tem influência direta na quantidade de lodo produzido. Os métodos mais comuns de tratamento são os biológicos, que utilizam os microrganismos presentes no esgoto. Sendo o esgoto rico em nutrientes, ao passar por instalações em condições que facilitam a atividade biológica, os microrganismos usam a matéria orgânica como alimento, degradando-a e conseqüentemente, reduzindo o potencial poluidor. O tratamento de esgoto pode ser feito pelo processo de tratamento biológico aeróbio e anaeróbio (ANDREOLI *et al.* 2001).

O primeiro pré-tratamento feito no esgoto na estação de tratamento é a retirada das impurezas grosseiras através das grades mecânicas ou manuais. Estas impurezas grosseiras seguem numa esteira para um container de lixo que são encaminhadas para o aterro sanitário. O líquido livre desta fração grosseira passa a conter sólidos finos ou dissolvidos e é encaminhado para um desarenador. Neste compartimento, o material inerte (areia) é retirado do efluente e o esgoto passa então por um decantador primário onde parte da matéria orgânica fina em suspensão, sedimenta naturalmente. Ao lado do decantador primário, o lodo de fundo retirado segue por adensador por gravidade e o lodo adensado é enviado para os

¹⁰ CONAMA. **Câmara Técnica E Grupo de Trabalho. GT regulamentação de Uso Agrícola de Lodo de Esgoto.** Procedência: 21a Reunião da GT de Assuntos Jurídicos. Data: 26 de outubro de 2005.

biodigestores anaeróbicos. A fase líquida é encaminhada aos reatores, onde microrganismos aeróbicos e facultativos assimilam a matéria orgânica e os nutrientes (MAIA, 2005).

No tratamento biológico, o mecanismo mais importante para a remoção do material orgânico do esgoto é o metabolismo bacteriano. As bactérias utilizam o substrato orgânico como fonte de energia ou como material para a sua síntese celular. No momento que o material é utilizado como fonte de energia, então ele é transformado em produtos estáveis num processo chamado de catabolismo e quando o material orgânico é incorporado à massa celular, o processo é denominado como anabolismo. O anabolismo é um processo que consome energia, sendo, portanto viável apenas quando o catabolismo está ocorrendo simultaneamente e fornecendo a energia necessária para a síntese do material celular (ANDREOLI *et al.* 2001).

Deve-se frisar que ao longo de todo processo operacional, todas as partículas mais grosseiras do esgoto retiradas nas diferentes fases de operação seguem para os biodigestores. Até a fase de sedimentação (decantação) diz-se que o tratamento é primário. Depois do tratamento primário, a estação de tratamento biológico utiliza mecanismos e dispositivos que permitem otimizar os processos naturais de degradação. Esta fase ocorre nos reatores biológicos. Nestes reatores biológicos, há várias câmaras onde ocorrem processos aeróbicos e anaeróbicos para fornecer aos microrganismos, condições ótimas para que elas se desenvolvam e degradem a matéria orgânica. O esgoto segue para os decantadores secundários, local onde produz o lodo ativado que encaminha para o reator biológico. Os microrganismos são separados do líquido já tratado nos decantadores secundários e retornam ao reator ou são descartados junto com o lodo anaeróbico (MAIA, 2005).

O esgoto também contém sólidos dissolvidos e finos sólidos suspensos que não decantam. Estes não são removíveis apenas com a ação da força de gravidade; pode-se utilizar microrganismos que se alimentam dessa matéria orgânica suspensa ou solúvel, transformando-a em sais minerais e novos microrganismos. Ocorre que esses novos microrganismos podem ser separados do líquido, formando um lodo chamado de secundário. Assim, o tratamento secundário ou biológico consegue

transformar a matéria orgânica solúvel do esgoto em matéria orgânica insolúvel (microrganismos) (MAIA, 2005).

Os microrganismos mais importantes para o tratamento dos esgotos são as bactérias, seres microscópicos que se reproduzem em grandes velocidades. O ponto fundamental do tratamento biológico de esgotos é fornecer condições para que as bactérias sobrevivam e utilizem o esgoto da maneira mais eficiente. Como todo ser vivo, as bactérias necessitam uma fonte de energia. Quando essa energia é obtida através da oxidação da matéria orgânica, em que é usado o oxigênio para respirar – são as aeróbias. Ocorre, ainda, um terceiro tipo de bactérias, que têm a faculdade de utilizar o oxigênio se o mesmo estiver presente (funcionando como aeróbias) e que realizam a fermentação anaeróbia se não houver oxigênio: denominam-se bactérias facultativas (MAIA, 2005).

Pode-se, então, classificar o tratamento biológico de esgotos em aeróbio, se for fornecido oxigênio ao sistema; anaeróbio, se o oxigênio estiver ausente; e facultativo se, no mesmo tratamento, existirem regiões aeróbias e anaeróbias.

O tratamento secundário gera algumas vezes um lodo que precisa ser convenientemente manuseado. Seu tratamento e disposição devem ser encarados com atenção, pois, muitas vezes, essas operações tornam-se mais complicadas e dispendiosas do que o próprio tratamento dos esgotos.

Do decantador secundário, o lodo segue para o polimento final, onde ocorre a adição de sulfato de alumínio. Neste local ocorrerá a flotação resultante da reação química do alumínio com o fósforo. Esta flotação ocorre com a injeção de ar do fundo para a superfície, onde as microbolhas fazem com que o lodo mais leve seja separado do sistema, o que promove a retirada de fósforo. No polimento final, o sólido e o fósforo (P) excedente do tratamento biológico são retidos através da floculação com produtos químicos (sulfato de alumínio) e ocorre a separação. Os sólidos separados são juntados ao lodo nos biodigestores. No Polimento final existem várias câmaras onde ocorrem estes processos. Depois haverá uma sub-câmara onde ocorrerá à floculação da reação alumínio com fósforo. O efluente final é lançado para um corpo receptor que pode ser um lago, rios, ribeirões ou córregos (MAIA, 2005).

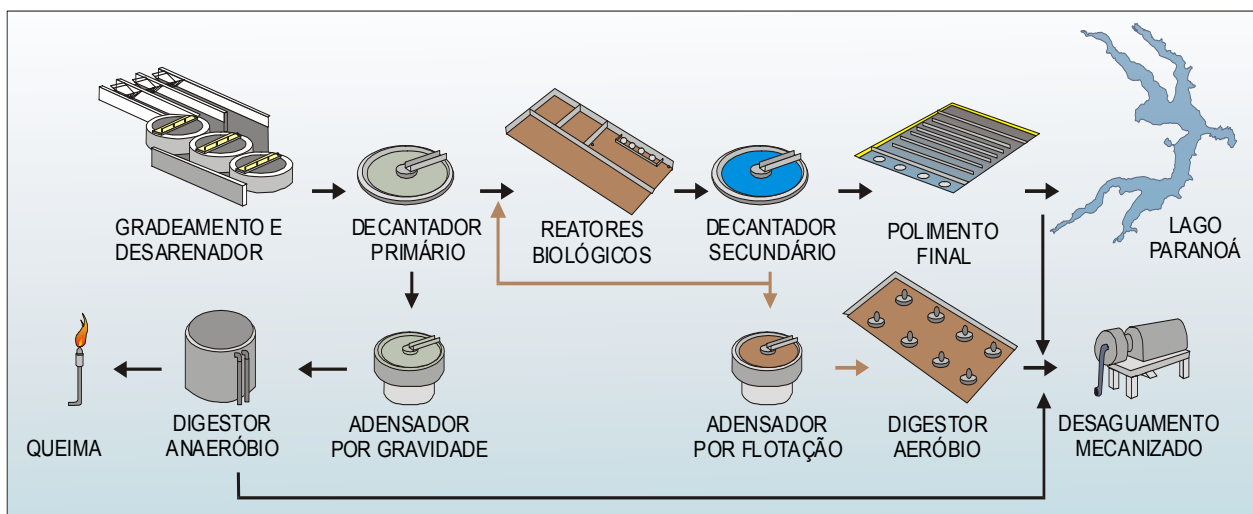


Figura 02 – Fluxograma de tratamento de esgoto da CAESB

Fonte: Adaptado de Pereira (2003)

De acordo com os dados da CAESB (2006), 90% do total dos efluentes domésticos produzidos no Distrito Federal estão sendo coletados e este volume representa, hoje, 7.582.010 m³ para uma população atendida de 2.023.194 habitantes. Tem-se que 74% dos esgotos coletados estão sendo tratados, representando uma população de 1.497.164 habitantes, cujo volume tratado varia em função do consumo de água.

A CAESB possui atualmente 17 ETE's em operação, produzindo aproximadamente 400 toneladas/dia de lodo de esgoto. A Tabela 3 retrata as 17 ETE's em funcionamento no Distrito Federal mostrando suas localizações, vazão de projeto e vazão atual, áreas de atendimento, tipos de tratamento e corpo receptor do efluente líquido.

Tabela 3 – ETE's e sistemas de tratamento de esgoto do Distrito Federal.

ETE's	Vazão(L/S)		Área de		Tipo de Tratamento	Corpo Receptor do Efluente Líquido
	Proj.	Atual	Atendimento			
Brasília Sul	1500	933	Asa	Sul,	Lodos Ativados a Níveis	Lago

			Núcleo	Terciários	Paranoá
			Bandeirante, Candangolândia, Cruzeiro e Guará.		
Brasília Norte	911	412	Asa e Lago Norte, Vila Varjão.	Idem	Idem
Torto	10	2	Vila Wesliam Roriz	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente Compartimentado, Seguido De um Processo de Efluentes no Solo.	----- -
Brazlândia	86	34	Brazlândia	Lagoas de Estabilização De Tipo Australiano	Rio Verde, em Goiás (efluentes são exportados)
Sobradinho	70	85	Sobradinho	Lodos Ativados	Ribeirão de Sobradinho
Planaltina	256	65	Planaltina	Reatores Anaeróbios De Fluxo Ascendente, Seguido de Lagoas de Estabilização.	Ribeirão Mestre D'armas
Vila Aeronáutica	34	2	Vila Aeronáutica	Lagoa de Estabilização	Rio Alagado
Vale Do Amanhecer	35	7	Vale do Amanhecer	Lagoa de Estabilização	Ribeirão Mestre D'armas
Samambaia	512	162	Samambaia	Lagoa de Estabilização	Córrego Gatume/Rio Melchior
Santa Maria	154	20	Santa Maria	Lagoa de Estabilização	Rio Alagado
São Sebastião	226	50	São Sebastião	Lagoa de Estabilização	Ribeirão Papuda

Riacho Fundo	94	19	Riacho Fundo	Lodos Ativados em Terciário	Por Nível	Riacho Fundo
Paranoá Alagado	112	31	Paranoá Santa Maria	Lagoa de Alta Taxa		Rio Paranoá
Recanto das Emas	154	80	Recanto das Emas	Lagoa de estabilização		Rio Alagado
Gama	320	71		Lagoa de estabilização		Córrego Vargem da Benção
Melchior	328	252	Gama	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente seguido de lodo ativado com remoção biológica de nutrientes		Ribeirão Ponte Alta
	2493	(*)	Ceilândia, Taguatinga e Águas Claras.	Idem		Rio Melchior

Fonte: CAESB (2006).

(*) Indisponível até a conclusão de um emissário previsto para Novembro/2005.

A produção do lodo de esgoto no Distrito Federal totaliza atualmente 400 toneladas/dia. A Tabela 4 fornece o volume de lodo de esgoto produzido em cada estação e o total diário produzido no Distrito Federal.

Tabela 4 - Estimativa de produção de lodo de esgotos em ETE's do Distrito Federal.

Estimativa da produção de lodo em ETE's do DF	T/dia
ETE Sul	120
ETE Norte	70
ETE Sobradinho	12
ETE Planaltina	3
ETE Vale do Amanhecer	-
ETE Paranoá	2
ETE Riacho Fundo	12
ETE São Sebastião	0,3
ETE Santa Maria	1
ETE Alagado	3
ETE Gama	30
ETE Recanto das Emas	5
ETE Melchior	150
TOTAL	408,3

Fonte: CAESB (2006).

A produção de lodo das ETE's Samambaia, Torto, Vila Aerolândia e São Sebastião não foi incluída nessa tabela por ser inexpressiva, segundo informação de dados operacionais da CAESB.

Conseqüentemente, a produção atual de lodo de esgoto no Distrito Federal é de 408,3 t/dia. Considerando já a produção estimada do emissário da ETE Melchior.

3.9 - Caracterização do Lodo de Esgotos

Conforme DODF (2006)¹¹, que disciplina o uso do lodo de esgoto no Distrito Federal, existem diversos tipos de lodos de esgotos produzidos numa estação de tratamento de esgoto, conceituados e caracterizados da seguinte maneira:

Lodo de Esgoto: resíduos produzidos em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), resultante da biodigestão aeróbia e/ou anaeróbia da matéria orgânica e de outros materiais e substâncias não digeridas presente nos efluentes de esgotos domésticos ou industriais com ou sem tratamento adequado sólido, entretanto utiliza-se a expressão *lodo de esgoto* ao lodo de esgoto estabilizado e desinfetado, tornando-o próprio para uso agrícola.

Lodo de esgotos: é uma denominação usada, no meio técnico científico, para o lodo de esgoto estabilizado e desinfetado, apresentando-se com os limites máximos de metais pesados e patógenos dentro das normas nacionais, estaduais e internacionais, que o classifica como próprio para uso agrícola.

Lodo estabilizado: É o resíduo sólido resultante do processo de tratamento de esgoto com estabilização pelo processo de biodegradação atenuando suas características indesejáveis a níveis toleráveis.

Lodo Caleado: é o lodo de esgoto ou lodo de esgoto tratado e higienizado passando por secagem em prensa desaguadora, centrífuga e leitos de secagem, ou por estabilização e higienização, adicionando cal.

Lodo Compostado: é o lodo de esgoto ou lodo de esgoto submetido a compostagem.

Lodo ativado: é o lodo de esgoto ou lodo de esgoto produzido em massa ativada de microrganismos, onde uma parte das células de microrganismos separadas (lodo ativado) é recirculada ao tanque de aeração e misturada com o efluente, a fim de estabilizar a matéria orgânica contida nele.

Lodo de esgoto Classe A: um lodo de esgoto é considerado Classe A quando atender todos os limites estabelecidos para concentração de metais,

¹¹ Resolução N° 03/2006, de 18 de julho de 2006, Diário Oficial do DF–DODF.

organismos patogênicos, atração de vetores e outros critérios estabelecidos em normas federais para esta Classe.

Lodo de esgoto Classe B: um lodo de esgoto é considerado Classe B quando atender todos os limites estabelecidos para concentração de metais, organismos patogênicos, atração de vetores e outros critérios estabelecidos em normas federais para esta Classe.

Lodo de esgoto Classe C: um lodo de esgoto é considerado Classe C quando não atender as especificações das Classes A e B.

Para a caracterização do lodo de esgoto quanto à presença de patógenos, as concentrações dos microorganismos abaixo relacionados foram determinadas, considerando os métodos analíticos e de amostragem descritos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA para lodo de esgoto, acrescido de método para determinação de cistos viáveis de protozoários¹².

I - Coliformes termotolerantes.

II - Ovos Viáveis de helmintos.

III - Vírus entéricos.

IV - *Salmonella* sp..

V - Cistos viáveis de protozoários.

Art. 8º - Os níveis máximos admissíveis de patógenos nos lodos de esgoto classificados como A ou B são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5- Valores máximos para agentes patogênicos no lodo de esgoto Classe A e B.

PARÂMETRO	MÁXIMO ADMISSÍVEL	MÁXIMO ADMISSÍVEL
	Lodo de Esgoto Classe A	Lodo de Esgoto Classe B
Coliformes termotolerantes	10 ³ NMP/g de matéria seca	2x10 ⁶ NMP/g de matéria seca
Ovos viáveis de helmintos	< que 1 ovo a cada 4 g de matéria seca	< 3 ovos / 1g ST
<i>Salmonella</i> sp.	Ausência em 10 g de matéria seca	

¹² Conforme Resolução Nº 03/2006, de 18 de julho de 2006, Diário Oficial do DF–DODF

Vírus entéricos < que 1 UFP ou UFF por 4 g
de matéria seca

Cistos viáveis < que 1 a cada 4 g de matéria
de protozoários seca

Fonte: Resolução Nº 03/2006, de 18 de julho de 2006, Diário Oficial do DF–DODF

ST: Sólidos Totais

NMP: Número Mais Provável

UFF: Unidade Formadora de Foco

UFP: Unidade Formadora de Placa

Para a caracterização físico-química do lodo de esgoto, os parâmetros e concentrações dos elementos relacionados a seguir deverão ser determinados, considerando os métodos analíticos e de amostragem descritos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA para lodo de esgoto:

I - Parâmetros: teor de umidade, sólido total, sólido volátil, pH (água).

II - Nutrientes: carbono orgânico, fósforo total, nitrogênio amoniacal ($N-NH_4^+$), nitrogênio nitrato ($N-NO_3^-$), nitrogênio Kjeldahl ($N\text{-orgânico} + N-NH_4^+$), potássio, sódio.

III - Metais: alumínio, antimônio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo total, mercúrio, molibdênio, níquel, selênio, zinco.

IV - Compostos orgânicos persistentes: conforme CONAMA e demais normas federais.

Atração de vetores: o teor de cinzas nos lodos de esgoto Classes A e B deve ser superior a 25% (base seca).

Com as características químicas apresentadas na Tabela 6, especialmente com relação às concentrações de nitrogênio, fósforo e de matéria orgânica, a utilização de lodo de esgoto estabilizado ou lodo de esgotos, pode constituir-se em ótimo biofertilizante e condicionador de solos em áreas agrícolas, desde que siga normas de qualidade com parâmetros de segurança sanitários e ambientais, e também segundo um plano de gestão.

Tabela 6 - Principais parâmetros de valor agrônômico do lodo de esgotos produzidos em diversas ETE's do Brasil.

Parâmetro	Barueri (S.Paulo - SP)	Bichoró (Mon- gaguá)	Humaitá (S.Vicen- te -SP)	Bertioga (S.Paulo- SP)	Suzano (S. Paulo- SP)	Franca (Franca SP)	Lava-pés (S.José dos Campos - SP)	ETE Brasília (Brasília - - DF)
Nitrogênio Total (%)	2,25	4,84	4,10	5,93	2,31	5,53	4,50	5,50
Fósforo (%)	1,48	2,89	0,60	2,60	2,65	0,93	2,59	3,00
Potássio (%)	0,01	0,10	0,15	0,35	0,10	0,26	0,39	0,35
M.Orgânica (%)	44	71,40	63,4	68,3	41	65,20	52,60	52,5
Cálcio (%)	7,29	0,63	1,95	1,30	14,6	2,00	13,30	4,50
Magnésio (%)	N.D.	0,24	0,27	0,37	0,22	0,22	0,27	0,35
Zinco (mg/kg)	990	556	549	438	2705	1560	682	N.D.
Cobre (mg/kg)	348	231	136	136	543	160	120	N.D.
Ferro (mg/kg)	15117	69.348	8.064	66.622	40454	11.995	10.461	N.D.
pH	11	3,9	5,6	6,7	11,5	6,3	12,6	7,9

Fonte: Tsutiya *et al.* (2001).

(*) N.D.- Não Disponível – Valores em porcentagem – base seca

A Tabela 7 expressa as características químicas de amostras de lodo de esgoto da ETE-Norte que foram analisadas pela CAESB e analisadas pelo laboratório do CPAC, tendo o lodo apresentado a seguinte caracterização química.

Tabela 7 – Caracterização química do lodo testado.

Propriedade	CAESB⁽¹⁾	CPAC⁽²⁾
Conteúdo de água (g kg ⁻¹)	820-860	870 ± 60
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	600-630	645,7 ± 11
Cinzas (g kg ⁻¹)	350-400	337,9 ± 15
pH	5,6-8,1	5,8-7,4
Cálcio (g kg ⁻¹)	10-12	15,0 ± 1,7
Magnésio (g kg ⁻¹)	3-5	6,5 ± 0,3
Potássio (g kg ⁻¹)	1-6	3,5 ± 0,6
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	45-65	54,4 ± 2,6
Fósforo (g kg ⁻¹)	20-40	34,9 ± 2,5
Enxofre (g kg ⁻¹)	8,2-12,2	8,8 ± 0,6
Boro (g kg ⁻¹)	Nd ⁽³⁾	19,6 ± 6,6
Ferro (mg kg ⁻¹)	7000-11000	20745
Cobre (mg kg ⁻¹)	70-85	184 ± 59
Zinco (mg kg ⁻¹)	320-350	705 ± 29
Manganês (mg kg ⁻¹)	79-81	104 ± 21
Cromo (mg kg ⁻¹)	48-56	Nd ⁽³⁾
Níquel (mg kg ⁻¹)	2,5-5,2	5,0
Cádmio (mg kg ⁻¹)	<2	Nd
Cobalto (mg kg ⁻¹)	<1	Nd
Chumbo (mg kg ⁻¹)	50	Nd
Mercúrio (mg kg ⁻¹)	4	Nd

Fonte: Silva *et al.*(2002).

⁽¹⁾ Extraído de CAESB (1993) em base seca.

⁽²⁾ Laboratório da Embrapa Cerrados (lodo seco com dag kd⁻¹ de água; média de cinco sub-amostras).

⁽³⁾ Nd: não determinado.

As diferenças relativamente maiores entre os resultados das análises da CAESB e do CPAC constantes na Tabela 7 ocorreram com o cálcio, magnésio e ferro, que foram bem superiores no resultado das análises do CPAC quanto a concentração de

enxofre foi bem superior no resultado da análise obtida pela CAESB. Tais diferenças não foram consideradas significativas para propósitos do referido experimento. (SILVA *et al.*, 2002).

3.10 - Lodo de Esgoto: Riscos a Saúde Pública e ao Meio Ambiente

A avaliação de risco tem se constituído nos últimos anos, em um importante instrumento de suporte para a tomada de decisão, por proporcionar os elementos necessários à avaliação dos impactos causados pela implementação de determinadas atividades ou pelo lançamento de determinadas substâncias no ambiente (MEDEIROS, 2001).

Para compreendermos os riscos à saúde pública e ao meio ambiente com a utilização do lodo de esgoto para reciclagem agrícola, deveremos identificar os cenários de exposição na avaliação de risco, apresentando os caminhos percorridos pelos poluentes do lodo de esgoto após sua aplicação no solo, como nos mostra a Tabela 8 principais via de exposição associadas à utilização do lodo de esgoto na agricultura.

Tabela 8 - Principais vias de exposição ao Ser Humano associado à utilização do lodo de esgoto na agricultura

Via de exposição	Possibilidade de risco
1- lodo de esgoto → água superficial → ser humano	Contaminação das águas/contaminação da fauna e flora das águas/contaminação do ser humano e animais
2- lodo de esgoto → águas subterrâneas → ser humano	Contaminação por ingestão (águas contaminadas por lixiviação)
3- lodo de esgoto → solo → ser humano	Organismos do solo/lixiviação do nitrogênio/impactos nas propriedades do solo/infiltração do chorume (depósito)/metais pesados
4- lodo de esgoto → ser humano	Contaminação por ingestão direta

	(crianças)
5- lodo de esgoto→ solo → planta→ ser humano	Toxicidade as plantas/contaminação das plantas
6-lodo de esgoto→ animais→ ser humano	Contaminação por ingestão direta
7- lodo de esgoto→ solo → ser humano	Contaminação pelo manuseio, por ingestão
8- lodo de esgoto→ solo →ar → ser humano	Contaminação por inalação (volatilização)
9- lodo de esgoto→ solo →poeira → ser humano	Contaminação por inalação (manuseio dos implementos agrícolas)
10- lodo de esgoto→ solo → planta→ ser humano	Contaminação por ingestão dos vegetais
11- lodo de esgoto→ solo → animais→ ser humano	Ingestão de produtos originados de animais que ingeriram o lodo de esgoto
12-lodo de esgoto→ solo → planta→ animais→ ser humano	Ingestão de produtos originados de animais que ingeriram o lodo de esgoto pelas plantas

Fonte: Adaptado de USEPA,1991

O lodo de esgoto, em função da sua origem residencial e do tipo de tratamento utilizado, contém uma grande variedade de microrganismos. A maior parte deles não tem importância médica ou veterinária, pois são saprófitas e participam nos processos de tratamento biológico. Por outro lado, existe uma pequena parte, constituída por vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos que são patogênicos, podendo se constituir, portanto, em fonte de propagação de doenças para o ser humano e os animais (MEDEIROS, 2001). A Tabela 9 mostra os principais patógenos encontrados em lodo de esgoto e seus principais sintomas e doenças.

Tabela 9- Patógenos encontrados em lodo de esgoto e principais sintomas e doenças.

Parasita e agentes	Hospedeiro	Principais Sintomas e doenças
Nematóides		
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ser humano	Distúrbios digestivos, vômito, dor abdominal.
<i>Ascaris suum</i>	Suíno	Distúrbios digestivos
<i>Ancylostoma duodenale</i>	Ser humano	Anemia, emagrecimento.
<i>Necator americanus</i>	Ser humano	Anemia, emagrecimento.
<i>Trichuris trichiura</i>	Ser humano	Diarréia, anemia, perda de peso, dor abdominal.
<i>Toxocara canis</i>	Cães e ser humano	Emagrecimento, diarréia, febre, desconforto abdominal, sintomas neurológicos.
<i>Trichostrongylus axei</i>	Ser humano, bovinos e eqüinos.	Úlcera gástrica, gastrite
Cestóides		
<i>Taenia solium</i>	Ser humano e suíno	Distúrbios digestivos, insônia, anorexia e dor, sintomas nervosos.
<i>Taenia saginata</i>	Ser humano e bovino	Distúrbios digestivos, insônia, anorexia e dor.
<i>Hymenolepis nana</i>	Ser humano	Diarréia e sinais nervosos
<i>Echinococcus granulosus</i>	Cães, ovinos e Ser humano.	
Protozoários		
<i>Entamoeba histolytica</i>	Ser humano	Enterite aguda
<i>Giardia lamblia</i>	Ser humano, cães e gatos.	Diarréia
<i>Taxoplasma gondii</i>	Gatos, Ser humano, e aves.	Alteração no sistema nervoso
<i>Balantidium coli</i>	Ser humano e suíno	Distúrbios digestivos
<i>Cryptosporidium</i>	Ser humano e bovino	Gastroenterite

Bactérias

<i>Salmonella sp.</i>	Ser humano e bovino	Salmonelose
<i>Escherichia coli</i>	Ser humano e bovino	Gastroenterite
<i>Shigella sp.</i>	Ser humano	Disenteria bacilar
<i>Vibrio cholerae</i>	Ser humano	Cólera

Vírus entéricos

Vírus da hepatite A e E	Ser humano	Hepatite infecciosa
Rotavírus	Ser humano	Gastroenterite

Enterovírus

Poliovírus	Ser humano	Poliomielite
Coxsackievírus	Ser humano	Meningite, pneumonia.
Echovírus	Ser humano	Meningite, paralisia.
Astrovírus	Ser humano	Gastroenterite
Calicivírus	Ser humano	Gastroenterite
Reovírus	Ser humano	Gastroenterite, infecções respiratórias

Fonte: Adaptado de USEPA, 1991.

É importante, salientar que, conforme a Tabela 9 nos onde mostra todos os possíveis patógenos que podem ser encontrados no lodo de esgoto e que nem todos os patógenos estão necessariamente em todos os lodos de esgotos ou em esterco, em todos os tempos (USEPA, 1999). Os contaminantes presentes no esgoto e posteriormente no lodo, são provenientes do Ser Humano doente. Assim, quanto mais doente estiver a comunidade, maior será a contaminação do lodo. Além do mais, a simples presença de vírus, bactérias, cistos de protozoários e ovos de helmintos no lodo de esgoto não garantem a infecção de seres humanos e animais. É necessário que, para infectar os hospedeiros, estes agentes patogênicos sejam ingeridos em uma dose mínima, o que para os helmintos significa apenas um ovo viável. Os inóculos de patógenos do solo para o subsolo, e da superfície do solo para as outras áreas ou corpos d'água podem também ser significativos (MEDEIROS, 2001).

3.11 - Disposição Final do Lodo de Esgoto

Segundo Tsutiya *et al.* (2001), a destinação final do lodo de esgoto tem diferentes destinações, sendo que as principais rotas são: disposição na superfície

(para o uso agrícola, em plantas florestais, recuperação de áreas degradadas e em aterro sanitários ou lixões), reuso industrial (fabricação de tijolos e cerâmicas e produção de cimento), incineração e disposição oceânica.

De acordo com a Tabela 10, nos Estados Unidos e na Europa, pode-se verificar que a alternativa mais usual para a disposição final do lodo de esgoto tem sido o aterro sanitário e o uso agrícola. Os Estados Unidos tem uma produção anual de lodo de esgoto de aproximadamente 13 milhões de toneladas por ano e a Europa de 7 milhões de toneladas por ano (TSUTIYA *et al.*, 2001).

Tabela 10 – Disposição final de lodo de esgoto nos Estados Unidos e na Europa.

Formas de disposição	EUA (%)	Europa (%)
Aterro sanitário	41	42
Uso agrícola	25	36
Incineração	16	11
Disposição oceânica	6	5
Outras formas*	12	6

Fonte: Matthews (1999).

Segundo Matthews (1999), vários países da Europa têm como disposição final do lodo de esgoto predominantemente como uso agrícola e cita como exemplos a França (58%), Reino Unido (44%), Espanha (50%) e a Suíça (45%). Segunda a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA, 1999), a produção de lodo de esgoto aproximou-se de 7,1 milhões de toneladas em base seca e com disposição final maior no uso agrícola (55,5%) do que em aterro sanitário (32%). No Brasil, de acordo com Andreoli (2001), estima-se que a produção brasileira está entre 150 mil a 220 mil de toneladas de matéria seca por ano. É importante, salientar que, estes dados são representados pela quantidade de esgoto sanitário coletado, pois, na hipótese de 32 milhões de habitantes forem servidas com coleta de esgotamento sanitário e esta coleta direcionar-se para uma estação de tratamento de esgoto, a produção final de lodo de esgoto seria de 325 mil a 473 mil toneladas por ano.

Entre as alternativas para a disposição final do lodo de esgoto, Outwater (1994) afirma que, o custo é importante fator nesta escolha, mas destacou que não é o único, pois existe uma série de variáveis que devem ser consideradas, tais como fatores de ordens econômicas, ambientais e de confiança e credibilidade do projeto. Quanto à confiança e a credibilidade do projeto, o mesmo destacou ainda a importância da participação efetiva da comunidade na análise do processamento final do lodo de esgoto.

Os custos de cada processo de disposição final do lodo de esgoto foram estimados por Carvalho & Barral (1981), conforme pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 11 – Comparação dos custos entre diferentes alternativas de disposição final do lodo de esgoto.

Alternativas de disposição final	Custo (U\$/T)
Oceânica	12 a 50
Aterros sanitários	20 a 60
Incineração	55 a 250
Reciclagem agrícola	20 a 125

Fonte: Carvalho & Barral (1981).

Entre as alternativas da disposição final do lodo de esgoto, algumas têm sofrido restrições, devido principalmente, à questão ambiental. Para exemplificar esse contexto, a Diretiva da Comunidade Econômica Européia proibiu a disposição em aterros sanitários a partir de 2002, e conforme o acordo internacional de Helsinki, homologado pela maioria dos países membros da Organização das Nações Unidas, ficou estabelecido que a disposição oceânica devesse ser eliminada até 1998. Com base no Programa de Pesquisa de Saneamento Básico (1999), muito dos países que assinaram este acordo já deixaram de lançar lodos no mar, prática que em 2005 será totalmente proibida. Além do mais, a incineração é a alternativa mais cara que ainda requer cuidado no monitoramento dos gases, apresentando como subproduto as cinzas que necessitam de disposição final adequada (AISSE *et al.*, 2001). A incineração somente se justifica nos grandes centros urbanos em que a distância das

áreas rurais associados ao alto volume produzido inviabiliza sua utilização como reciclagem agrícola (LUDUVICE, 2000).

3.12 - Demandas Agrícolas por Lodo (experiências em outras localidades)

Kiehl (1985) registra que há milênios, a matéria orgânica é considerada como importante fator de fertilidade dos solos. Historicamente, os resíduos orgânicos com origem nas atividades humanas foram e vêm sendo usados como fertilizantes pelos chineses, japoneses e indianos, entre outros povos. A necessidade de prevenção das epidemias levou a população à adoção de tecnologias de tratamento de esgotos de maneira mais efetiva, a partir de 1840.

Na Europa, desde os anos de 1940 e 1950, e, posteriormente, nos Estados Unidos, o uso do lodo de esgoto na agricultura vem sendo incrementado em programas integrados contemplando os vários aspectos de sua utilização (LEMAINSKI, 2003).

No Brasil, a falta de uma normatização do uso do lodo de esgoto na agricultura tem levado os agricultores a utilizarem o lodo de esgoto como insumo agrícola de forma indiscriminada e sem a preocupação com os impactos ambientais. Foram formados Grupos de Trabalho (GT) para elaborar uma minuta de regulamentação sobre o uso do lodo de esgoto na agricultura no âmbito Federal e Distrital, ambas as propostas de resolução foram aprovadas em julho de 2007.

A maioria dos trabalhos realizados no Brasil tem ocorrido no Estado de São Paulo, principalmente em áreas de cana-de-açúcar (SILVA *et al.*, 1998) e no Paraná, pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), em projetos coordenados, visando ao ciclo que vai da coleta até a disposição final do lodo de esgoto (ANDREOLLI *et al.*, 1998).

Para as condições brasileiras, o aproveitamento do lodo de esgoto na reciclagem agrícola apresenta vários aspectos positivos à sua utilização: condições tropicais e subtropicais predominantemente no Brasil expõem o solo a intenso intemperismo com rápida degradação da matéria orgânica. O uso do lodo de esgoto na agricultura fornece ao solo a matéria orgânica, micro e macro nutrientes, atuando como condicionador de solo e na correção da acidez dos solos, problema muito acentuado entre os solos brasileiros (ANDREOLLI *et al.*, 2001).

No DF, até 2002, o lodo de esgoto era fornecido pela CAESB aos produtores rurais mediante recomendação da EMATER-DF, a qual engloba um termo de compromisso firmado entre o agricultor e o responsável técnico (RT) da EMATER. Quando na assinatura desse termo, o agricultor era instruído sobre os cuidados na sua utilização e comprometendo-se a seguir as recomendações feitas pelo responsável técnico. O lodo de esgoto era fornecido para ser utilizado nas culturas de grãos (feijão, soja, milho, trigo e arroz), em árvores frutíferas em geral e em pastagem (incluindo capineira, cana-de-açúcar e grama).

3.13 - Fazendas de esgoto

A Alemanha foi a grande precursora na utilização de áreas rurais para disposição final do lodo de esgoto como reciclagem na agricultura, conforme mostra a Tabela 12. Já em 1875, a prática de fazendas de esgoto se espalhou em toda a Europa, e já existia aproximadamente 50 delas na Inglaterra. Na virada do século XX já existia cerca de uma dúzia nos Estados Unidos da América. Esta prática, no entanto, acabou transferindo o problema ambiental da poluição dos rios para o solo (WEBBER & HILLARD, 1974).

Tabela 12 - Fazendas de lodo de esgoto na Alemanha de acordo com o tempo de operação, tamanho da área e área de uso.

Distrito das Fazendas	Tempo de operação	Área (ha)	Uso da área (ha)		
			Compos- tagem	agricultura	florestal
1. Wansdorf	1912 - 1998	106	36		-
2. Karolinenhöhe	Desde 1890	331		55	-
3. Blankenfelde	1890 - 1985	1.105		901	-
4. Mühlenbeck	1911 - 1985	190	53	130	180
5. Schönerlinde	1893 - 1985	154		98	-
6. Buch	1898 - 1985	278		136	39

7. Hobrechtsfelde	1898 – 1985	757		785	126
8. Malchow	1886 – 1968	932		584	-
9. Falkenberg	1884 – 1969	850		91	-
10. Hellersdorf	1886 – 1969	716	14	-	-
11. Münchehofe	1907 – 1976	104		17	-
12. Tasdorf	1910 – 1976	168	40	130	-
13. Sputendorf	Desde 1890	1.186	22	563	-
14. Großbeeren	Desde 1893	746	11	556	-
15. Osdorf	1876 – 1976	1.195		Não tem informação	
16. Groß-Ziethen	1902 – 1988	68		54	-
17. Klein Ziethen/ Selchow	1890 – 1989	180		180	-
18. Waßmannsdorf	1890 – 1989	258		145	-
19. Boddinsfelde	1905 – 1989	115		115	-
20. Deutsch- Wusterhausen	Desde 1903	543		314	-

Fonte: Senate Department of Urban Development , 2006

Na Austrália, mais precisamente em Melbourne, existe uma fazenda de tratamento de esgoto denominada de Werribe (Werribe Treatment Complex) que possui uma área de 10.850 hectares, considerada como modelo de eficiência em tratamento de esgoto. A fazenda usa três processos de tratamento a base de deposição na terra natural para purificação do esgoto: Filtro de terra, filtro de grama e lagoas de tratamento (lagoas de estabilização e Wetlands). Desde 1892 que a fazenda Werribe recebe o esgoto da cidade de Melbourne para aproveitamento na

produção de forragem para criação de ovinos e bovinos, bem como executa o tratamento total do esgoto antes de lançar o efluente final no mar. A fazenda de Werribe trata 52%, ou aproximadamente 485 milhões de litro por dia do esgoto produzido em Melbourne relativo a uma população de 1,6 milhões de pessoas (MELBOURNE WATER CORPORATION, 2006).

Nos Estados Unidos da América, atualmente existem várias fazendas de lodo de esgoto que o utilizam como reciclagem na agricultura. Entre 1870 a 1880 já havia 50 fazendas de lodo de esgoto nos Estados Unidos da América. O primeiro sistema de irrigação para produção de grãos com lodo de esgoto ocorreu em Augusta, Maine em 1872. Já no ano de 1900 havia mais de 10 fazendas que se utilizavam o lodo de esgoto na produção agrícola e em 1980 foram contabilizadas mais de 4.000 fazendas de lodo de esgoto nos Estados Unidos (JEWELL & SEABROOK, 1979). A Tabela 13 mostra os diferentes sistemas de tratamento no solo na Europa e nos Estados Unidos nas fazendas de lodo de esgoto, bem quando se deu o início da operação e área da propriedade. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) regulamentou o uso do lodo de esgoto na agricultura e monitora os diversos possíveis contaminantes que podem ocorrer com o uso do lodo de esgoto na agricultura.

Tabela 13 – Os primeiros tratamentos de esgoto no solo na Europa e nos EUA.

Localização	Data de início	Tipo de sistema	Área (ha)
Internacional			
Croydon-Bedlington, England	1860	Fazenda de esgoto	255
Paris, France	1869	Infiltração lenta	6,475
Leamington, England	1870	Fazenda de esgoto	162
Berlin, Germany	1874	Fazenda de esgoto	27,519
Worclaw	1882	Fazenda de	809

		esgoto	
Melbourne, Australia	1893	Infiltração lenta	4,209
Braunschweig, Germany	1896	Fazenda de esgoto	4,452
Mexico City, Mexico	1900	Infiltração lenta	45,360
Estados Unidos da América			
Calumet City, Michigan	1886	Infiltração rápida	4.86
Woodland, California	1889	Infiltração lenta	97
Fresno, California	1891	Infiltração lenta	1620
San Antonio, Texas	1891	Infiltração lenta	1620
Vineland, New Jersey	1901	Infiltração rápida	5.67
Ely, Nevada	1908	Infiltração lenta	567

Fonte: Fuller, 1983.

Conforme Guimarães (2004), além de não existir no Brasil fazendas de lodo de esgoto, a sua utilização é pouco praticada. Entre as causas mais prováveis seria primeiramente a questão cultural e secundariamente por haver poucos estudos de pesquisa científica para avaliação dos efeitos de determinadas substâncias sobre o organismo animal, humano, contaminação de alimentos e ambiental em detrimento da falta de uma regulamentação específica, que contemple um plano de gestão adequado às peculiaridades de cada região.

3.14 - Valoração ambiental

Todas as sociedades dependem do ambiente em que vivem, entretanto, o valor dos recursos naturais é primordialmente mais implícito do que explícito, em alguns casos de valor subjetivo. Valorar o ambiente é estimar o seu valor monetário em relação aos outros bens e serviços na economia. O cálculo da valoração deve conter informações sobre o uso ou estágio de degradação do meio ambiente e suas relações com o desenvolvimento econômico. A valoração ambiental é uma maneira de descrever a interação entre as atividades humanas e o meio ambiente, fornecendo referências para políticas de preservação ambiental, processos de danos

causados à natureza, processos de desapropriações e, até mesmo, a inserção das contas ambientais no sistema de contabilidade da nação, no contexto da globalização. No entanto, para se fazer uma análise da obtenção da valoração de qualquer área, é imprescindível entender o significado da palavra valor (ROCHA, 2003).

Valor, segundo Ferreira (1996) é a importância de determinada coisa, estabelecida ou arbitrada de antemão; é o equivalente justo em dinheiro, mercadoria, etc., especialmente de coisa que pode ser comprada ou vendida. Apesar disso, para Marques & Comune (1995), o valor das relações entre a biodiversidade, que forma o valor total do meio ambiente não pode ser integralmente revelado por relações mercantis. Muitos dos seus componentes não são comercializáveis no mercado e os preços dos bens econômicos, não refletem o verdadeiro valor da totalidade dos recursos usados na sua produção. Nesse contexto, o problema prático com valoração econômica é obter estimativa plausível a partir de situações reais onde não existem “mercados aparentes” ou existem “mercados muito imperfeitos”.

Segundo Camargo (1995), as avaliações de natureza ambiental não se distinguem por sua ortodoxia, exigindo constante atualização e criatividade de modo a melhor focar os aspectos técnicos mais relevantes. A questão ambiental envolve, em geral, grandes áreas cujo detalhamento exige conhecimento especializado nos mais diversos campos.

Como exemplo da complexidade da valoração de natureza ambiental, conforme Pedreira (1990), as florestas naturais e plantadas fornecem bens e serviços de diversas naturezas que geram benefícios aos homens e aos ecossistemas. Pode-se utilizar diretamente ou indiretamente seus benefícios. Os benefícios diretos, mais facilmente mensuráveis, podem ser resultados de seus produtos ou pela obtenção da satisfação pelo conhecimento da existência de ambientes florestais naturais preservadas. Os benefícios indiretos produzidos pelas florestas são denominados de várias formas, tais como: benefícios incomensuráveis, intangíveis, fugitivos, difusos, não comercializáveis no mercado, extra mercado ou não madeireiro, encaixando-se de um modo geral na definição de externalidades econômicas.

Nos principais métodos de valoração ambiental, segundo Marques & Comune (1995), a maioria dos ativos ambientais não tem substitutos e a inexistência de sinalização de “preços” para seus serviços distorce a percepção dos agentes econômicos, induzindo o mercado à falhas na sua alocação eficiente e evidenciando uma divergência entre os custos privados e sociais. Essa ausência de preços para os recursos ambientais traz um sério problema: o uso excessivo dos recursos que pode conduzir a criação “espontânea” desses mercados muito tardiamente, quando aqueles estiverem degradados de forma irreversível.

Assim, os principais métodos de valoração econômica de bens e serviços ambientais, segundo Nogueira *et al.* (2000) são: método de valoração contingente (MVC), método custos de viagem (MCV), método de preços hedônicos (MPH), método dose-resposta (MDR), método custo de reposição (MCR) e método de custos evitados (MCE).

3.15 - Valoração do lodo de esgoto

A técnica de valoração de mercado de bens substitutos é, segundo Motta (1998), uma das técnicas mais simples de valoração, pois se pode empregar, sempre que for possível, o preço do bem analisado por preços de determinados insumos semelhantes reconhecidos no mercado.

Conforme & Van Beukering, (1997), esta técnica somente é utilizada na valoração ambiental quando é possível substituir um recurso ambiental a ser analisado por um determinado insumo que é conhecido e comercializado no mercado. Portanto, a estimativa do valor econômico do recurso ambiental analisado é comparada com um bem comercializado, garantindo assim uma medida mais objetiva de valor econômico do recurso ambiental, pois os valores são reconhecidos no mercado (MOTTA, 1998).

Contudo, para Spaninks & Van Beukering (1997), esta técnica de valoração de bens substitutos tende a subestimar os valores do recurso ambiental analisado, pois este método ignora as demandas e ofertas que normalmente ocorrem com o insumo comercializado no mercado.

Três métodos, com base em mercados de bens substitutos podem ser considerados de fácil aplicação: Custo de reposição: quando o custo de reposição do bem desejado representa os gastos incorridos pelo consumidor ou usuário para garantir o nível desejado do bem a substituir bem como do bem substituto. Custos evitados: quando o custo do bem a substituir representa os gastos incorridos pelo consumidor ou usuário para não alterar o produto substituto que depende do bem substituto. Custo de controle: quando o dano ambiental pode ser também valorado pelos custos de controle que empresas ou consumidor incorrem para evitar a perda de qualidade ou quantidade do bem substituto. Há de ressaltar que os usos dos métodos de mercados de bens substitutos podem levar a uma subvaloração do recurso natural pela dificuldade de encontrarem bens substitutos perfeitos, quando se trata de bens naturais (MOTTA, 1998).

3.16 - Valorar outras opções de produtos originados do lodo de esgoto

A questão econômica do manejo de produtos originados do lodo de esgoto para uso na reciclagem agrícola é mais complexa, porque há uma série de custos a serem mensurados, em contraste com os benefícios econômicos que cada subproduto do lodo de esgoto pode proporcionar. Sob esta ótica, a avaliação da existência de subprodutos com valor agregado do lodo de esgoto torna-se importante por mencionar a existência de opções substitutas como norteador de um cenário futuro, bem como trabalhar a valoração contingente na visão geral de pesquisa, pois o indivíduo entrevistado terá tendência a supervalorar seu CAP (consentimento a pagar) na falta de informação de produto "substituto". Experiências mostraram que, o grau de informação percebido pelo indivíduo afeta o montante proposto, (valor a pagar). Além do mais, os problemas sanitários que limitam o aproveitamento de lodos de esgoto podem ser superados por meio de compostagem, vermicompostagem, secagens a calor, caleação ou insolação natural desses materiais. A compostagem e a aplicação de cal são os dois métodos de tratamento de patógenos mais utilizados em todo o mundo (FERNANDES *et al.* 1995).

3.17 - Valoração contingente

O método de valoração contingente, ou método de preferência revelado foi sugerido por Ciriacy-Wantrup em 1947 com o objetivo de estimar os benefícios da prevenção da erosão do solo. A técnica baseia-se na quantificação da disposição a pagar dos usuários de recursos naturais por meio de visão geral de pesquisa, em que os usuários declaram as suas máximas disposições a pagar para valores de não uso, fornecendo informações que possibilitam a construção de um mercado hipotético para o recurso natural (MOTTA, 1998). Este método assume que a variação da disponibilidade do recurso ambiental altera a disposição a pagar ou aceitar dos agentes econômicos em relação àquele recurso ou seu bem privado complementar.

O preço de disposição a pagar é captado a partir da visão geral desenhada estrategicamente para casos específicos, os quais são elaborados de acordo com os objetivos do projeto que se pretende analisar. As indagações são montadas por intermédio de questões abertas (em que se pergunta ao usuário o quanto ele está disposto a pagar pela provisão do recurso natural) ou dicotômicas (em que se pergunta ao usuário se ele está disposto a pagar "X" unidades monetárias pela provisão do recurso natural) (MOTTA, 2001).

A utilização do método de avaliação contingente em problemas de mensuração econômica tem ganhado muita popularidade nas duas últimas décadas. Em linhas gerais, e com base na teoria da utilidade do consumidor, o método de avaliação contingente consiste em estimar os valores médio e mediano que os consumidores estão dispostos a pagar por um bem de valor não observável, através da modelagem de variáveis discretas, observáveis, com respostas do tipo (sim ou não), e de outras variáveis explicativas, geralmente obtidas em pesquisa de campo. No processo de modelagem, modelos econométricos, paramétricos ou não-paramétricos, são utilizados para estimar estes parâmetros e testar hipóteses de interesse (TAFNER, 2000).

O valor econômico de um recurso ambiental normalmente não é observado no mercado por intermédio do sistema de preços. No entanto, como os demais bens e serviços presentes no mercado, seu valor econômico deriva de seus atributos, com a peculiaridade de que estes atributos podem estar ou não associados a um uso.

Segundo Motta (1998) é comum na literatura desagregar o valor econômico do recurso ambiental (VERA) em valor de uso (VU) e valor de não-uso (VNU), como se apresenta abaixo:

“- Equação 1: **VERA = (VUD + VUI + VO) + VE**”

○ Valor de Uso (VU) – valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental pelo seu uso presente ou pelo seu potencial de uso futuro. O valor de uso pode ser subdividido em três categorias:

○ Valor de Uso Direto (VUD) – valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental em função do bem-estar que ele proporciona através do uso direto. Por exemplo, os produtores rurais do Distrito Federal que fazem uso direto do lodo de esgoto como reciclagem agrícola visando a produção agroflorestal.

○ Valor de Uso Indireto (VUI) – valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas. Por exemplo, a contenção de erosão, aumento da fertilidade do solo, recuperação de áreas degradadas.

○ Valor de Opção (VO) – valor que os indivíduos estão dispostos a pagar para manterem a opção de um dia fazer uso, de forma direta ou indireta, do recurso ambiental. Por exemplo, o benefício advindo de pessoas que poderão um dia a adquirir uma área rural no DF, consumidores de produtos agrícolas fertilizados com lodo de esgoto, uso de produtos que poderão utilizar o lodo de esgoto, tais como: cerâmica, tijolos e cimento.

○ Valor de não uso (VNU) ou valor de existência (VE) é o valor que está dissociado do uso (embora represente o consumo ambiental) e deriva de uma posição moral, cultural ou ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não-humanas ou de preservação de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo. Um exemplo claro deste valor é a possível mobilização da opinião pública para a proibição do uso do lodo de esgoto visando à produção agrícola.

É importante destacar que as pessoas atribuem aos valores acima descritos, a avaliação que fazem da singularidade e da irreversibilidade da destruição do meio ambiente, associadas à incerteza da extensão dos seus efeitos negativos.

O método de valoração contingente procura mensurar monetariamente o impacto no nível de bem estar dos indivíduos decorrente de uma variação quantitativa ou qualitativa dos bens ambientais. Utiliza dois indicadores de valor, quais sejam “Disposição a Pagar e Disposição a Aceitar” que vem a ser, respectivamente, o quanto o indivíduo estariam dispostos a pagar para obter uma melhoria de bem-estar, ou quanto estariam dispostos a aceitar como compensação para uma perda de bem estar. Ou seja, o método de valoração contingente pretende de alguma maneira quantificar a mudança no nível de bem-estar percebido pelos indivíduos, resultante de uma alteração no suprimento de um determinado bem ou serviço ambiental, conforme Motta. (1998).

O método de valoração contingente estima os valores de Disposição a Pagar e da Disposição a Aceitar com base em mercados hipotéticos que são simulados por intermédio de pesquisas de campo que perguntam ao entrevistado sua Disposição a Pagar ou sua Disposição a Aceitar por alteração na disponibilidade quantitativa ou qualitativa do meio ambiente. Simulam-se cenários ambientais os mais próximos possíveis das características da realidade, e, ainda, de acordo com Motta (1998), “de modo que as preferências reveladas nas pesquisas reflitam decisões que os agentes tomariam de fato, caso existisse um mercado para o bem ambiental descrito no cenário hipotético”. O cálculo e a estimação dos benefícios obedecem as diferentes modalidades em razão da forma de obtenção do valor. Para lances livres que produzem uma variável contínua de lances, os valores da Disposição a Pagar ou da Disposição a Aceitar podem ser estimados por técnicas ergonômicas. Para as escolhas dicotômicas ou com mais de um valor que produzem um indicador discreto de lances, a Disposição a Pagar ou Disposição a Aceitar é estimada por uma função de distribuição das respostas afirmativas e correlacionada com uma função de utilidade indireta, geralmente logística.

Esta técnica é de extrema valia para a análise econômica do meio ambiente, principalmente porque é a única que tem potencialmente a capacidade de captar o

valor de existência do bem ambiental. De acordo com Hanemann (1994), “requer, no entanto, procedimento muito rigoroso na formulação das pesquisas para produzir resultados confiáveis”.

3.18 - Etapas do Método de Valoração Contingente

O formato de um estudo do Método de Valoração Contingente varia de acordo com a natureza do bem a ser valorado. Na prática, restrições teóricas e metodológicas limitam, a avaliação contingente, que devem ser superadas pela imaginação e criatividade do pesquisador. Mas, a aplicação do método pode ser dividida nas 8 fases a seguir (MITCHELL & CARSON, 1993 e RIERA, 1994):

1. Definir o que deseja valorar;
2. Definir o instrumento ou veículo de pagamento ou compensação;
3. Decidir sobre a modalidade da entrevista;
4. Selecionar a amostra da população;
5. Elaborar o questionário e testá-lo;
6. Efetuar as entrevistas;
7. Explorar econométricamente as respostas;
8. Expor e elucidar os resultados.

3.19 - Elaboração do questionário

Um questionário muito usado neste tipo de estudo é aquele composto por quatro partes, conforme sugestão de Mitchel & Carson, (1993), e Riera, (1994).

1. Descrição do bem que deseja valorar;
2. Valoração do bem através da Disposição a Pagar ou Disposição a aceitar;
3. Informação socioeconômica e demográfica sobre a pessoa entrevistada e,
4. Informação sobre o conhecimento dos entrevistados com relação ao meio ambiente.

Pelo exposto, a região do DF apresenta condições favoráveis à reciclagem agrícola do lodo de esgoto. A pesquisa já disponibilizou coeficientes agronômicos

para diversas culturas. A regulamentação para o uso e manuseio do lodo de esgoto na reciclagem agrícola já está publicada. Entretanto, não há ainda o conhecimento da percepção do usuário direto (produtor rural) e nem do usuário indireto (consumidor dos produtos obtidos em solo fertilizado com lodo) que dê validade à adoção da tecnologia. Pretende-se neste trabalho avaliar o nível de conhecimento e o de aceitação ou rejeição do uso do lodo de esgoto na reciclagem agrícola no Distrito Federal.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Para a execução da presente proposta de dissertação, foram adotados os seguintes passos em duas etapas: a primeira etapa foi a valoração econômica do lodo de esgoto e a segunda etapa a valoração contingente com elaboração do questionário; aplicação do questionário e tabulação de dados;

Primeira etapa: A valoração econômica do lodo de esgoto pelo mercado substituto foi realizada no mês de novembro de 2005, época em que existe uma maior demanda dos insumos agrícolas no DF. O método utilizado foi o método de valoração de bens substitutos. Seu emprego obteve-se preços de um mercado substituto e de insumo comercializado. Foram usados preços reconhecidos de mercado de vários insumos comerciais para estimar o valor econômico do lodo de esgoto. Os insumos cotados para fontes de nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica serão uréia, superfosfato triplo, cloreto de potássio, composto de lixo do SLU/DF (Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal) e cama de frango, insumos que são amplamente utilizados na agricultura. Assim, foram feitas comparações dos percentuais de cada elemento citado do lodo de esgoto com os insumos comerciais, e relacionou-se proporcionalmente com o preço de mercado destes insumos.

Segunda etapa: Em relação à valoração contingente, o trabalho foi efetuado por meio de questionários. Existem muitas formas de se montar um questionário para obter a declaração da disposição a pagar (DAP) das pessoas entrevistadas, mas, os mais utilizados são:

1- Formato aberto: A pergunta é formulada simplesmente pedindo aos entrevistados que declarem sua DAP. Este formato tem como variante expor certos leques de preços e solicitar ao entrevistado a escolha do preço que represente, de forma mais aproximada a sua DAP. Mas as questões em formato aberto têm maiores problemas estatísticos e aproxima-se menos a circunstâncias reais de mercado (BRUGNARO,2000).

2- Formato de referendo: Desenvolvido por Bichop & Heberlein (1979) é também conhecido como binário, dicotômico ou fechado e é muito usado. É proposto um

valor distinto para cada entrevistado, de maneira a obter uma distribuição de respostas afirmativas. As perguntas formuladas são da forma: “Você está disposto a pagar (DAP) R\$ XX?”, em que o entrevistado responde com “sim” ou “não”, ou manifesta não querer responder por algum motivo.

Para a presente proposta de dissertação, foram adotadas as duas opções tendo em vista que os grupos de produtores rurais conhecem o assunto que foi abordado, portanto usou-se o formato aberto, e já o grupo dos consumidores é praticamente leigo no assunto, usou-se o formato referendo.

O questionário para os produtores rurais do Distrito Federal utilizou-se de formato aberto, pois, muitos deles, já foram usuários do lodo de esgoto na agricultura e têm bastante noção de preço de mercado de adubos orgânicos (esterco de gado, cama de frango e cama de ave poedeira) utilizados na agricultura. Além do preço a pagar em aberto, o questionário abrangeu aspectos sanitários, econômicos, ambientais e de aceitabilidade do produto.

Foi adotado um universo amostral de 400 indivíduos, com margem de erro de 5%, de uma população de 13.496 produtores do Distrito Federal. Os questionários foram aplicados pelos técnicos da EMATER, pois estes eram os técnicos responsáveis que recomendavam o lodo de esgoto na agricultura do DF e estão distribuídos na área rural do DF em 16 escritórios (Alexandre de Gusmão, Brazlândia, Ceilândia, Gama, Jardim, Lago Oeste, PAD-DF, Paranoá, Pípiripau, Planaltina, Rio Preto, São Sebastião, Sobradinho, Taquara, Tabatinga e Vargem Bonita).

Os técnicos foram orientados para aplicar parte dos questionários com produtores que já utilizaram o lodo de esgoto em suas propriedades e parte em produtores que nunca utilizaram ou mesmo nunca ouviram falar no produto. A distribuição dos questionários para cada escritório foi proporcional ao número de universo de propriedades rurais de cada região conforme mostra a Tabela 14.

Tabela 14- Número de amostra corrigida por propriedade rural no Distrito Federal.

Distribuição da amostra (propriedade rural) segundo as Regiões dos escritórios da EMATER-DF				
Regiões do escritório	Propriedade rural			
	Universo de propriedades	(%)	Amostra Calculada	Amostra Corrigida
Alexandre de Gusmão	933	5.43%	21.72	22(*)
Brazlândia	1935	11.25%	45	45
Ceilândia	1014	5.90%	23.6	24(*)
Jardim PAD-DF	287	1.67%	6.68	7(*)
Planaltina	604	3.51%	14.04	15(*)
Pipiripau	1354	7.87%	31.48	32(*)
Rio Preto	203	1.18%	4.72	5(*)
São Sebastião	370	2.15%	8.60	9(*)
Lago Oeste	2248	13.07%	52.28	53(*)
Sobradinho	1492	8.65%	34.6	35(*)
Taquara	2029	11.80%	47.20	48(*)
Tabatinga	285	1.66%	6.64	7(*)
Gama	395	2.30%	9.20	10(*)
Paranoá	1800	10.47%	41.88	42(*)
Vargem Bonita	1860	10.82%	43.28	44(*)
Total	17190	100.00%	400.00	408.00

Fonte do número das propriedades: EMATER-DF, 2005.

(*) Estas amostras foram aproximadas para o próximo número inteiro, pois quanto maior o número de entrevista, menor é o erro amostral.

O questionário direcionado para os consumidores do DF de frutas e hortaliças utilizou-se em formato de referendo. Este formato de questionário é mais adequado para um público que tem menos conhecimento da problemática pesquisada, pois,

admite menor ocorrência de viés estratégico por parte dos entrevistados e avizinha-se da verdadeira experiência de mercado que comumente determina suas ações no consumo frente à utilização de um forte “contaminante” no manejo de produção. Como por exemplo, pode-se citar a utilização de produtos mercuriais no combate de doenças em batata inglesa que, quando descoberto pela população, acarretou uma verdadeira falência de vários produtores rurais. Além da questão relativa à disposição do preço a pagar a mais na conta de esgoto residencial, para que o lodo de esgoto seja devidamente tratado antes de ser utilizado na agricultura ou em outras formas de manejo, o questionário também abrangeu aspectos relativos à aceitabilidade dos alimentos produzidos em solos fertilizados com lodo esgoto, problemas ambientais e econômicos. Foi adotado um universo amostral de 400 indivíduos, com margem de erro de 5%, considerando uma população de indivíduos do Distrito Federal. Os questionários foram aplicados no CEASA, em feiras, sacolões e supermercados buscando alcançar todas as áreas administrativas do DF com amostras proporcionais ao universo de domicílios de cada Região Administrativa conforme mostra a Tabela 15.

Tabela 15 - Número de amostra corrigida por domicílio na Região Administrativa do DF

Distribuição da amostra (domicílio) segundo as Regiões Administrativas do DF				
Regiões Administrativas	Domicílio			
	Universo de domicílios	(%)	Amostra Calculada	Amostra Corrigida
Brasília	70.943	12.60%	50.4	51(*)
Gama	29.010	5.15%	20.6	21(*)
Taguatinga (***)	59.271	10.52%	42.08	43(*)
Brazlândia	12.129	2.15%	8.6	9(*)
Sobradinho	15.908	2.82%	11.28	12(*)
Planaltina	34.496	6.12%	24.48	25(*)

Paranoá	9.195	1.63%	6.52	7(*)
Núcleo Bandeirante	6.612	1.17%	4.68	5 (****)
Ceilândia	88.735	15.75%	63	63
Guará (**)	30.211	5.36%	21.44	22(*)
Cruzeiro	10.478	1.86%	7.44	8(*)
Samambaia	36.134	6.41%	25.64	26(*)
Santa Maria	22.720	4.03%	16.12	17(*)
São Sebastião	18.317	3.25%	13	13
Recanto das Emas	24.145	4.29%	17.16	18(*)
Lago Sul	6.057	1.07%	4.28	5 (****)
Riacho Fundo	6.560	1.18%	4.72	5 (****)
Lago Norte	5.218	0.93%	3.72	5 (****)
Candangolândia	3.664	0.65%	2.6	5 (****)
Águas Claras	11.707	2.07%	8.28	9(*)
Riacho Fundo II	4.871	0.86%	3.44	5 (****)
Sudoeste/Octogonal	16.593	2.96%	11.84	12(*)
Varjão	1.744	0.33%	1.32	5 (****)
Park Way	4.813	0.85%	3.4	5 (****)
SCIA (Estrutural)	3.347	0.62%	2.48	5 (****)
Sobradinho II	18.518	3.29%	13.16	14(*)
Itapuã	11.739	2.08%	8.32	9(*)
TOTAL	563.195	100.00%	400.00	424

Fonte dos Domicílios: Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios. 2004. PDAD-2004.

(*) Estas amostras foram aproximadas para o próximo número inteiro, pois quanto maior o número de entrevista, menor é o erro amostral.

(**) Inclui: SAI

(***) Inclui: Vicente Pires e Colônia Agrícola Samambaia

(****) A amostra mínimo foi considerada de 5 entrevistas para se obter uma melhor representatividade do extrato em questão

Os questionários definitivos para os consumidores e as devidas entrevistas foram realizadas com a colaboração de 3 (três) estagiários da EMATER, alunos de graduação de Engenharia Agrônômica e Engenharia Ambiental da Faculdade da Terra e Universidade Católica de Brasília, respectivamente.

Utilizou-se a entrevista direta, *in situ*, tanto para os produtores rurais quanto para os consumidores urbanos, por ser a modalidade que se obtém o maior índice de respostas satisfatórias.

Os dados foram coletados durante os meses de fevereiro, março e abril de 2006. Esta fase da pesquisa foi dividida em três partes para o aprimoramento do questionário: (1) inicialmente, o questionário sofreu um pré-teste em dois momentos. Um primeiro questionário foi elaborado para ser aplicado aleatoriamente para 20 consumidores e 20 produtores. O pré-teste serviu para testar as questões contidas no questionário e para, após tabulação destes, verificar se as perguntas respondidas não estavam fora dos objetivos propostos por esta dissertação. (2) Após aprimoramento do formato do questionário, este foi aplicado aleatoriamente para mais 20 produtores e 20 consumidores do DF, para detectar eventuais erros e deficiências adicionais. O valor aleatório de 20 amostras foi adotado para perfazer 5% do total amostral, sendo que no total da pré-amostra fez-se o valor de 10%. (3) Após segunda correção, foi elaborada a versão final do questionário que foi utilizado na coleta de dados para 400 indivíduos de cada grupo.

Para reduzir falhas que poderiam surgir no decorrer das entrevistas e, para padronizar os procedimentos a serem adotados, todo o acompanhamento do trabalho foi supervisionado pelo dissertando, desde o treinamento com os entrevistadores, até a fase da entrevista. O problema e a metodologia adotada foram apresentados visando à correta interpretação do conteúdo do questionário; adequada seleção (aleatória) de pessoas a serem entrevistadas; e o comportamento durante a abordagem e as entrevistas pessoais. Durante a etapa de levantamento de dados, os entrevistadores mantiveram comunicação constante e ativa visando o monitoramento e recepção dos questionários aplicados.

4.1 – O cálculo da amostra

Para o cálculo da amostra (n), foi utilizada a fórmula: ⁽¹⁾

$$n = 1 / E^2 \text{ (1)}$$

A fórmula utilizada foi baseada no erro amostral tolerável (E), que foi de 5% para esta pesquisa. Portanto, não foi levado em conta o tamanho N da população, para o caso que a população seja muito grande (dezenas de milhares de indivíduos, por exemplo). No caso específico desta pesquisa, como se conhece o tamanho da população de indivíduos, a população de produtores do DF é de 13.496 indivíduos e a população do DF é de 2.000.000 de habitantes, corrigiu-se em função do seu tamanho (N), fazendo $n = (N * n_0 / N + n_0)$, em que n_0 é o tamanho da amostra. Sendo que o universo amostral encontrado foi de 400 produtores e 400 consumidores urbanos do DF.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados dos questionários estão apresentados de forma sucinta nos anexos números 3 e 4.

5.1 - Valoração do lodo de esgoto

O lodo de esgoto fresco da CAESB¹³, com conteúdo de água de 84%, apresentou valor de R\$ 25,36 a R\$ 27,32 por tonelada, considerando, exclusivamente, o custo de reposição dos elementos nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica. A Tabela 16 mostra o valor da tonelada do lodo de esgoto em função da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio.

Tabela 16 – Valor da tonelada do lodo de esgoto em razão da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio.

		N	P	K
Conteúdo base seca	g kg ⁻¹	55	30	3
Conteúdo lodo fresco	g kg ⁻¹	5,5	3,0	0,3
Quantidade por Tonelada (lodo fresco)	kg	5,5	3,0	0,3
Custo do nutriente (substituto)	R\$/kg	2,09	4,0	1,17
Valor do nutriente do lodo	R\$	11,49	12,0	0,35
Valor Total (bem substituto)		23,84		

A caracterização química de amostra de lodo de esgoto da ETE-Norte analisada pela CAESB¹⁴ revelou 55 g kg⁻¹ de N, 30 g kg⁻¹ de P e 3 g kg⁻¹ de K, em base seca; os valores de uréia (0,45kg de N kg⁻¹), do superfosfato triplo (0,18kg de P kg⁻¹), do cloreto de potássio (0,58kg de K kg⁻¹) foram respectivamente de R\$ 940,00, R\$ 720,00 e R\$ 676,00 por tonelada. Esses valores representam a realidade do

¹³ Consulte Tabela 07, p. 37.

¹⁴ Idem, Tabela 07, p. 37.

mercado formal, em 13 de novembro de 2005, consulta a estabelecimentos comerciais do DF.

A Tabela 17 mostra o valor da tonelada do lodo de esgoto pela matéria orgânica, substituindo-a pela quantidade de matéria orgânica de cama de frango e adubo do SLU, já comercializados no mercado.

Tabela 17 - Valor da tonelada da matéria orgânica do lodo de esgoto em razão da quantidade de matéria orgânica da cama de frango e do adubo do SLU.

		Cama de frango	Adubo do SLU
Valor do Material (*)	R\$ T ⁻¹	30,00	13,00
Conteúdo M.O. (material fresco)	g kg ⁻¹	450	450
Quantidade de M.O. por tonelada	kg	450	450
Valor da M.O.	R\$ kg ⁻¹	0,0667	0,0289
Valor do lodo fresco (M.O.= 52,5 kg/t) substituído por	R\$ T ⁻¹	3,48	1,52

(*) Valor obtido no mercado formal do DF, em 13 de novembro de 2005, consulta a produtores de frango (vendedores da cama de frango) e a Empresa Qualix (adubo do "SLU")

A caracterização química de amostra de lodo de esgoto da ETE - Norte analisada pela CAESB¹⁵ revelou 525 g kg⁻¹ de matéria orgânica da matéria seca; pode-se assumir que no lodo fresco ou úmido, o conteúdo de M.O. será de 52,5 g kg⁻¹ (dez vezes menor). Na cama de frango e no adubo do SLU, o conteúdo de matéria orgânica de ambos é 450 g kg⁻¹ no material fresco; Os valores foram respectivamente de R\$ 30.00 e R\$ 13.00 por tonelada, independente do poder fertilizante deles.

Os demonstrativos dos cálculos dos valores econômicos de nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica foram feitos em tabelas diferentes¹⁶ para uma melhor comparação de como o produtor faz sua análise econômica quando na sua utilização. Observou-se que ao aferir preços do lodo de esgoto (DAP – Disposição a

¹⁵ Consulte a Tabela 07, p. 37.

¹⁶ Tabela 16 e 17, p. 64 e 65.

pagar) no questionário proposto, o produtor comparava o lodo de esgoto com outras fontes de matéria orgânica que utilizava na agricultura e não com os fertilizantes minerais. O lodo de esgoto no DF sempre foi distribuído gratuitamente, contudo, há um valor do frete a ser pago pelos caminhões particulares, valor diferenciado conforme a distância entregue. O valor do lodo estimado pela matéria orgânica é menor do que o da cama de frango e do adubo do SLU. Entretanto, para aplicar no solo a mesma quantidade de matéria orgânica, será necessário transportar um volume nove vezes maior de lodo do que a das outras duas fontes, o que implica em custo nove vezes maior. E, ao analisar o custo do frete pago para o transporte do lodo de esgoto com conteúdo de água de 86%, o produtor rural verificava quanto representaria, em custo, estes 14% de matéria seca adquiridos em relação a outras fontes nestas mesmas quantidades. Produtores entrevistados afirmaram que muitas vezes deixaram de adquirir o lodo de esgoto como insumo agrícola, por compensar, financeiramente, comprar outra fonte de matéria orgânica.

A elevada quantidade de água existente no lodo fresco (86%) é responsável pelo baixo valor dado à matéria orgânica. Conforme Pereira (2003), o lodo sai das estações de tratamento de esgoto com um teor médio de água de 85%. A redução do teor de umidade do lodo de esgoto, obviamente, agregaria valor ao produto, e, conseqüentemente, reduziria os custos relativos do frete, tornando-se um produto mais atrativo para o agricultor.

Segundo Silva *et al.* (2002b), com a redução do teor de umidade de 90% para 30%, o valor do fertilizante em nitrogênio e potássio desse lodo aumentaria de R\$ 10,20 (90%) para R\$ 71,40 (30%) por tonelada. Isto significa um aumento relativo de 700%. Felizatto *et al.* (2005) obtiveram, na secagem natural do lodo de esgoto em um período de 30 dias no pátio de secagem localizado na ETE – Samambaia, uma redução média de 86% para 25% da umidade do material, apresentando a média de evaporação de 71% da umidade.

Porém, conforme Pereira (2003), este desaguamento aumentaria o custo em R\$ 9,00 por tonelada da produção do lodo de esgoto, o que acarretaria aumento da taxa de custos aos usuários do sistema de coleta dos efluentes urbanos. Contudo, devido à restrição na sua utilização na agricultura imposta pelo Ministério Público do DF e

Entorno – MPDFT, a CAESB foi obrigada a depositar o lodo de esgoto produzido nas ETEs em seus pátios. Esta foi uma restrição, que na época, foi altamente impactante para este passivo ambiental produzido na ETEs, e que hoje pode ser considerada essa restrição como uma solução para necessidade da concessionária em se fazer um desaguamento obrigatório, pois existe a desidratação natural e a forçada. A desidratação natural fica determinado pelo espaço disponível nos pátios das ETEs, o tempo de secagem é mais prolongado, e quando não coberto, não funciona na época chuvosa, porque requer investimentos e reestruturação das plantas das ETEs. A desidratação forçada aumentará os custos operacionais que provavelmente a conta vai para os consumidores. Contudo, a desidratação acarretaria inúmeros fatores positivos quando na sua utilização, entre elas: redução de riscos de vazamento quando no seu transporte para as propriedades rurais e facilidade de manuseio na operação de incorporação no solo (SILVA *et al.* 2002b), maior estabilidade com o desaguamento o lodo de esgoto e diminuição dos agentes patogênicos e dos odores (FERNANDES *et al.* 2001).

O valor obtido neste trabalho assemelha-se a de outros autores, que utilizaram métodos de valoração diferentes. Lemainiski (2003) trabalhou com resposta de produtividade com diferentes taxas de aplicação no solo, considerando transporte, distribuição e incorporação no solo, tendo o lodo de esgoto alcançado um valor de R\$ 22,98 a R\$ 27,87 por tonelada. Corrêa & Corrêa (2001) encontraram o valor de R\$ 22,20 a tonelada em nitrogênio, fósforo e matéria orgânica para cada tonelada de lodo de esgoto úmido (88%), utilizando o método de mercado dos bens substitutos. Willet *et al.* (1983) chegaram aos valores de R\$ 24,00 e R\$ 30,00 a tonelada em nitrogênio e fósforo, utilizando o método de resposta com diferentes taxas de aplicação de lodos em solos.

Contudo, o valor intrínseco do produto alcançado pelos vários autores não é determinante, pois a demanda do produto é o que rege seu preço de mercado (KVARNSTROM & NILSSON, 1999). A demanda do lodo de esgoto não depende apenas dos bons coeficientes de eficiência agrônômica, mas também pela aceitação do seu uso pelos consumidores urbanos e produtores rurais (LEMAINSKI, 2003). Além do mais, o lodo de esgoto do DF foi por muito tempo entregue gratuitamente

como estratégia de se resolver um passivo ambiental nas ETEs e como indução de demanda.

5.2 - Resultado da entrevista ao Produtor Rural

5.2.1 - Perfil da amostra do Produtor Rural

Conforme dados da EMATER (2005)¹⁷, de um total de 13.496 produtores do DF, 58% são produtores rurais patronais e 42% produtores rurais familiares. Como a EMATER-DF vem priorizando os seus trabalhos no processo de organização dos diversos segmentos e no acompanhamento das atividades produtivas gerou uma amostragem dos questionários respondidos por 55% de produtores rurais familiares e 45% de produtores rurais patronais conforme mostra a figura 03.

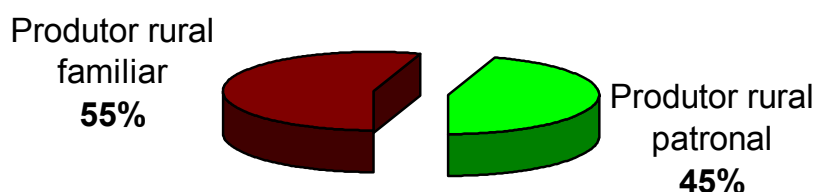


Figura 03- Distribuição dos produtores rurais patronais e familiares que responderam os questionários

¹⁷ Plano de Ação Local – Produção dos funcionários da EMATER-DF. Brasília, DF. EMATER – dez. 2005. 1 CD-ROM.

Conforme SEAPA (2004)¹⁸, define-se como produtor rural à pessoa física ou jurídica que atende as suas funções sociais da terra, que promove o aproveitamento dos recursos naturais em todas as suas potencialidades, que exerce suas atividades em consonância com a vocação e capacidade de seu uso. A mesma Portaria distingue dois tipos de produtores rurais: produtor rural familiar e produtor rural patronal. No seu Art. 5º, define produtor rural familiar como àquele que utilize predominantemente mão-de-obra familiar, e que tenha sua renda proveniente da exploração do estabelecimento seja em pelo menos 80% e que resida no estabelecimento rural ou comunidade rural próxima. O Art. 6º considera produtor rural patronal todo aquele empreendedor que administre direta ou indiretamente recursos produtivos sob a sua responsabilidade e que utilize predominantemente mão-de-obra assalariada ou de parceiro (meeiro e arrendatário).

É importante salientar como a própria SEAPA¹⁹ define que os produtores rurais familiares vivem exclusivamente da sua propriedade e estes têm uma movimentação muito maior dos diversos insumos agrícolas em seu estabelecimento do que aqueles produtores rurais patronais que utilizam muito mais o seu estabelecimento como moradia e lazer que propriamente como uma unidade totalmente produtiva. Contudo, estes têm também grande importância na geração de emprego e distribuição da renda, pois a EMATER tem como objetivo geral,

Atuar com excelência no processo de organização dos diversos segmentos de produtores rurais, dos trabalhadores rurais e de suas famílias e no acompanhamento das atividades produtivas, desenvolvidas para a geração de renda e de empregos no setor rural, em harmonia com a preservação do meio ambiente, visando o desenvolvimento social e econômico.

¹⁸ Art. 4º da Portaria Nº 51 de 27 de maio de 2004 da Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Pecuária – SEAPA.

¹⁹ Idem, Portaria Nº 51 de 27 de maio de 2004 – SEAPA.

5.2.2 - Atividades produtivas dos produtores entrevistados

Foi perguntado a todos os produtores sobre o que se produzia na propriedade, e conforme Tabela 18, pode-se observar que grande parte dos entrevistados produzia hortaliças e grãos. Antes da proibição do uso do lodo de esgoto na agricultura pelo MPDFT²⁰, o produto era fartamente usado inclusive em hortaliças²¹, embora somente era autorizados para grãos, frutíferas, pastagem, recuperação de área degradada e reflorestamento.

Tabela 18 – O que se produz nas propriedades dos entrevistados.

O que produz na propriedade	Respostas	%
Horticultura	172	42%
Grãos	128	31%
Fruticultura	91	22%
Pecuária	52	13%
Avicultura	9	2%
Floricultura	7	1.7%
Plantas ornamentais	7	1.7%
Piscicultura	7	1.7%
Suinocultura	4	1%
Ovinos/Caprinos	4	1%
Agroindústria	3	0.7%
Total de referência	410	

Obs. Esta questão admitia mais de um item como resposta por entrevistado.

Obs: O total de referência é o número total dos entrevistados.

²⁰ MINISTÉRIO PÚBLICO do DISTRITO FEDERAL e ENTORNO-MPDFT, Processo N° 104.946/02-92.

²¹ Consultar Tabela 20, p. 73.

O PRÓ-RURAL²² programa as atividades traçadas pelas políticas governamentais de desenvolvimento rural distrital e se desmembra em 17 diferentes programas: 1) Apicultura; 2) Agroindústria; 3) Agricultura Orgânica; 4) Avicultura; 5) Bacia Hidrográfica; 6) Bubalinocultura; 7) Estruticultura; 8) Fruticultura Irrigada; 9) Floricultura; 10) Horticultura; 11) Irrigação localizada; 12) Ovinocultura; 13) Pecuária de Leite e Corte; 14) Piscicultura; 15) Sanidade Animal Total; 16) Suinocultura; 17) Turismo Rural. Também compõe as diretrizes de trabalho da EMATER-DF o PRÓ-RURAL Social vinculado à Agência de Desenvolvimento Social do Governo do Distrito Federal, que direciona o Programa de Desenvolvimento Sócio-Familiar e o Programa de Grandes Culturas, voltado para produção de comercial de grãos e/ou produção de subsistência (EMATER, 2005). No âmbito federal, são trabalhados entre outros, programas como: o Programa Nacional de Agricultura Familiar – PRONAF; o Programa de Desenvolvimento Local Integrado e Sustentável – DLIS; O Programa de Emprego e Renda – PRODER; o Programa de Qualificação do Fundo de Amparo ao Trabalhador – FAT, além do Plano Plurianual do Governo Federal – Fome Zero como norteador das diretrizes do PRÓ-RURAL (EMATER, 2005).

5.2.3 - Aceitação e rejeição do uso do lodo de esgoto pelos produtores rurais

O nível geral de aceitação do lodo de esgoto por parte dos 410 produtores da região rural do DF foi de 68%. Quando se questionou, até quanto o produtor estaria disposto a pagar (DAP) por um lodo de esgoto tratado e de melhor qualidade para ser utilizado na agricultura, obtiveram-se cinco respostas distintas conforme mostra Tabela 19. A aceitabilidade do produto poderia ser muito maior caso fizesse a pesquisa somente com produtores de grãos da região do DF. Isto porque o grupo de estudo que está elaborando uma Resolução do CONAMA que regulamenta a utilização do lodo de esgoto na agricultura está sinalizando o seu uso para grãos e fruticultura. Andreoli *et al.* (1999) indicaram que o nível de aceitação do lodo de esgoto por parte de 86 produtores de milho e feijão entrevistados na região

²² Lei Nº 2.499, de 07 de dezembro de 1999 do DF, institui o Plano de Desenvolvimento Rural – Pró-Rural, SEAPA.

metropolitana de Curitiba (região de Almirante Tamandaré, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Campo Grande, Araucária a Morretes) foi de 79%.

Tabela 19 – Aceitação / rejeição

Aceitação / rejeição	%
Não usaria	11%
Não respondeu por falta de conhecimento	21%
Conhece o produto, usaria, mas não tem noção do preço	8%
Usaria, mas não está disposto a pagar	16%
Disposto a pagar	44%
Total	100%

Conforme resultado de pesquisa, que se baseou na valoração de contingente, chegou-se à conclusão que o produtor rural do DF pagaria um valor médio de R\$ 18,62 a tonelada do lodo de esgoto se fosse tratado e seco. Esses valores oscilaram de R\$ 1,00 a R\$ 100,00. Este preço está em conformidade com outros trabalhos, como por exemplo, Fahy (1990), que, trabalhando com o mesmo método, mostrou que os preços de comercialização de lodos compostados nos Estados Unidos alcançariam valores de mercado de R\$ 23,00/t para horticultura.

O nível de rejeição total do produto foi de apenas 11% de modo que se obteve dos entrevistados que 21% mostraram total falta de conhecimento do uso do lodo de esgoto como adubação na agricultura e estes não se sentiram aptos a opinar quanto ao valor a ser pago por um produto que poderia ser de boa qualidade para ser utilizado na agricultura. A falta de informação e conhecimento do produto está de acordo com Forste (1994), que para aumentar a confiabilidade do produtor deve-se desenvolver ações de treinamento quanto a utilização do lodo de esgoto, mostrando os benefícios e cuidados do insumo durante o manuseio. A Emater-DF em parceria com a Embrapa-CPAC e a CAESB realizou várias ações de transferência de tecnologia para os produtores rurais do DF, quanto na utilização do lodo de esgoto na agricultura do DF de forma segura e confiáveis, mostrando os aspectos positivos

e os riscos potenciais, bem como suas alternativas para o seu uso. (Dia de Campo do PAD-DF e no Rio Preto - regiões rurais do DF).

5.2.4 - Culturas que foram utilizados o lodo de esgoto na agricultura

Entre os produtores entrevistados, 33% já utilizaram o lodo de esgoto em suas propriedades e foi perguntado em quais culturas se utilizou o produto, cujas respostas estão apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20 – Culturas que foram utilizados o lodo de esgoto na agricultura no DF.

Cultura	Respostas	%
Grãos	58	43%
Fruticultura	39	29%
Horticultura	36	27%
Pastagem	10	7.4%
Plantas ornamentais	7	5%
Plantas florestais	6	4.4%
Plantas medicinais	1	0.25%
Total de referência	135	

Obs. Esta questão admitia mais de um item como resposta por entrevistado.

Obs: O total de referência é o número total dos entrevistados.

Observa-se que mesmo com as orientações dos técnicos da EMATER-DF na utilização do lodo de esgoto em apenas grãos (milho, soja e arroz), árvores frutíferas, pastagem, capineira e cana-de-açúcar, utilizou-se o lodo na adubação de hortaliças, conforme mostra na Tabela 20. Quando se utilizava o lodo de esgoto como insumo agrícola no DF, exigia-se uma recomendação técnica dos extensionistas rurais da EMATER, a qual era acompanhada de um termo de compromisso firmado entre o produtor rural e o técnico. O responsável técnico (RT) da EMATER instruía o produtor rural sobre em que cultura poderia ser utilizada o lodo de esgoto, bem como todos os cuidados no uso e manuseio do material como insumo agrícola.

5.2.5 - Conhecimento da existência de uma norma de utilização do lodo de esgoto na agricultura

Quanto ao conhecimento das normas e procedimentos para a expedição, distribuição e uso do lodo de esgoto, 35% responderam que conheciam a norma em detrimento dos 65% que desconheciam uma norma de regulamentação.

No Distrito Federal foi promulgada uma Lei²³ que orientava as normas e procedimentos para a expedição, distribuição e uso do lodo de esgoto no DF de autoria da Deputada Distrital Eliana Pedrosa, que entrou em vigor em abril de 2005. Esta Lei foi revogada em 29 de maio de 2006, pois foi julgada inconstitucional, com efeitos *erga omnes e ex tunc*, ou seja, retroativos à data de edição do aludido diploma legal. Esta Lei de Nº 3.581/05 foi à primeira tentativa de regulamentação do uso do lodo de esgoto como insumo agrícola no Distrito Federal, mas, enquanto ela estava em vigor, não foi utilizado o lodo de esgoto na agricultura. Este fato assemelha-se com a resposta alcançada quanto ao desconhecimento da existência de uma norma de utilização do lodo de esgoto na agricultura, já que a norma somente foi publicada em 2005.

Em conformidade com a resposta dos entrevistados, a proposta de resolução versão final do grupo de trabalho do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que define critérios e procedimentos para uso agrícola de lodos gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, somente ficou pronta na 82ª Reunião Ordinária do CONAMA em 30 e 31 de maio de 2006 e aprovada em 12 de julho de 2006. Também a proposta de resolução versão final do grupo de trabalho do Conselho do Meio Ambiente do Distrito Federal – CONAM – que disciplina o uso do lodo de esgoto no Distrito Federal foi aprovada em 20 de julho de 2006 (DIÁRIO OFICIAL DO DISTRITO FEDERAL, 2006).

5.2.6 - Fatores positivos que estimularam o produtor rural a fazer uso do lodo de esgoto

Dentre os produtores entrevistados que utilizaram o lodo de esgoto na reciclagem agrícola foi perguntado o que mais o estimulou a fazer uso do produto e

²³ Nº 3.581/05, CÂMARA LEGISLATIVA DO DF, 2005.

os itens mais respondidos foram tanto à viabilidade econômica quanto a produtividade alcançada como pode ser observado na Tabela 21.

Tabela 21 – Principais fatores que estimularam os agricultores a fazerem uso do lodo de esgoto na agricultura.

Fatores positivos	Respostas	%
Viabilidade econômica	63	47%
Produtividade alcançada	59	44%
Recomendação técnica	34	25%
Recomendação do vizinho	28	21%
Garantia de qualidade	27	20%
Facilidade na aquisição	3	2.2%
Facilidade de manuseio	2	1.5%
Propaganda da CAESB	2	1.5%
Fertilidade do solo	1	0.74%
Total de referência	135	

Obs. Esta questão admitia mais de um item como resposta por entrevistado.

Obs: O total de referência é o número total dos entrevistados.

Com efeito, como a produtividade alcançada está intimamente relacionada à viabilidade econômica, pode-se verificar que o produtor está muito mais preocupado com a sua rentabilidade econômica como fator preponderante nas suas atividades produtivas. Segundo Lemainski (2003), o uso do lodo de esgoto apresentou vantagem comparativa ao uso dos fertilizantes minerais, com evidências positivas para doses de 30 t/ha e 45 t/ha em uma fazenda a 100 km da ETE Brasília Norte e alcançou o valor por tonelada do produto úmido de R\$ 22,98 a R\$ 27,87, respectivamente, considerando transporte, distribuição e incorporação. Silva *et al.* (2000) verificaram que, mantido o fornecimento gratuito, a aplicação do lodo de esgoto na dose de 54 t/ha em área até 100 km de distância da ETE geradora ocorre com vantagem de R\$ 74,00/ha sobre a aquisição de fertilizantes convencionais com N e P em quantidades equivalentes às contidas na dose recomendada de lodo. Dechamps *et al.* (2001) confirmaram que a adubação orgânica com lodo de esgoto

na produção de milho pode substituir a fertilização mineral a partir da menor dosagem experimentada, que foi de 32 t/ha para uma produtividade de 7,5 t/ha. Della Giustina (2005) afirma que o grande benefício da viabilidade técnico-econômico do uso do lodo de esgoto na agricultura fez com que vários profissionais da área e do setor produtivo desenvolvam as mais diversas pesquisas, principalmente no plantio de grãos (arroz, soja, feijão, milho e outros). Andreoli *et al.* (1999) obtiveram como resultado que a viabilidade econômica é o principal fator que induziriam o produtor rural na aceitabilidade do lodo de esgoto.

5.2.7 - Fatores negativos ao uso do lodo na agricultura

A todos os produtores rurais foi perguntado quanto aos aspectos negativos na utilização do lodo de esgoto na agricultura e o principal fator de restrição foi o mau cheiro como pode ser observado na Tabela 22 que mostra os aspectos negativos na utilização do lodo de esgoto na agricultura.

Tabela 22 – Aspectos negativos na utilização do lodo de esgoto na agricultura.

Aspectos negativos	Respostas	%
Cheiro-odor	132	32%
Contaminação Ambiental	92	22.4%
Doenças	74	18%
Difícil manuseio	52	12.7%
Muita umidade do produto	47	11.5%
Nojo	45	11%
Aparência	32	8%
Metais pesados	25	6%
Dificuldade da aquisição	23	5.6%
Preconceito do consumidor	3	0.7%
Dificuldade no frete	3	0.7%
Imagem negativa do produto	2	0.5%
Nenhum	2	0.5%
Total de referência	410	

Obs. Esta questão admitia mais de um item como resposta por entrevistado.

Obs: O total de referência é o número total dos entrevistados.

A resposta do cheiro – odor como principal aspecto negativo ao uso do lodo de esgoto na agricultura assemelha-se com os trabalhos de outros autores. Andreoli *et al.* (1999) confirmaram que o mau cheiro incomodaria os produtores vizinhos e ao próprio produtor e Fernandes (2001) afirma que, o potencial de uso do lodo de esgoto está relacionado ao seu odor. Fica evidente a importância da necessidade de estabilização do produto antes do seu uso agrícola para minimizar os odores produzidos pelo produto desestabilizado. O mau cheiro provocado pelo produto também gera problema no momento do transporte, principalmente quando este passa em rodovias urbanas ou mesmo quando ocorre algum tipo de acidente no percurso.

5.2.8 - Conhecimento dos entrevistados quanto às doenças possíveis transmitidas pelo lodo de esgoto

Ao perguntar sobre as doenças possíveis transmitidas pelo lodo de esgoto, ficou evidenciado pela falta de conhecimento do produtor rural quanto ao potencial de inóculo do produto, pois 68% dos produtores rurais responderam que desconhecem este problema. Os 32% que responderam ter conhecimento das doenças transmitidas pelo lodo de esgoto, ao serem questionados as quais eram do seu conhecimento, responderam basicamente de problemas intestinais, vermes e hepatite. As doenças transmitidas pelo uso do lodo de esgoto na agricultura é uma das grandes preocupações da Secretaria de Saúde do DF. Esta afirmativa ficou muito evidenciada pela representante da Secretaria de Saúde que participou do grupo de estudo que elaborou uma proposta de normas e procedimentos para a expedição, distribuição, disposição e uso de lodo de esgoto no Distrito Federal. O grupo se preocupou muito com o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais²⁴ (CONAM/DF, 001/2005). Conforme USEPA (1991), o risco de infecção de bactérias patogênicas no lodo tratado é mínimo e que os maiores riscos de contaminação ocorrem durante e imediatamente após a aplicação do lodo no solo. Quando o lodo é distribuído no solo, há um

²⁴ Grupo de Trabalho instituído pela Portaria de 6/9/2004, DODF nº 173, pág. 33, de 9/9/2004 - Proposta de Resolução.

processo natural de inativação dos microrganismos que varia com o tipo de organismos e sua condição, o método de aplicação, o grau de predação, a competição com outros organismos, as condições climáticas e a composição física química do solo (USEPA, 1991). A aplicação do lodo úmido (85% de água), nas doses de 30 t/ha a 45 t/ha (Lemainski, 2003), admitindo-se que o material tenha densidade igual à 1Mg.m^{-3} e que a distribuição seja uniforme, cobriria o solo com uma lâmina de 3 mm a 4,5 mm. A ação do vento e da insolação é imediata provocando uma secagem bastante rápida. Registros visuais dos momentos após a aplicação (10:00h) e antes da incorporação (16:00h), mostraram poucas evidências do material na superfície do solo; após a incorporação, essas evidências se tornaram ainda mais tênues. Admitindo que o lodo possui 5% de N e 2% de P (base seca), as doses de 30 t/ha e 45 t/ha incorporam ao solo: 175 kg a 225 kg de N/ha e 60 kg a 90kg de P/ha. Em ambos os casos, as quantidades de N e P estão nos limites de requerimento para as culturas. No caso de N, segundo Corrêa *et. al.* (2005), não há lixiviação de N para o lençol freático em aplicações de lodo fresco até a dose de 80T/ha. Portanto, o risco ambiental por contaminação do lençol freático com N, é nulo ou mínimo. Quanto aos patógenos, Lemainski & Silva (2005) mostraram que os coliformes fecais desapareceram no solo após 28 dias da aplicação. Considerando-se que a aplicação será mecanizada, a contaminação individual pode ocorrer no momento da aplicação se não forem tomadas às precauções quanto ao uso de equipamento de proteção individual. O lodo de esgoto sanitário contém inúmeros patógenos, conforme observado na Tabela 09²⁵. Quando disposto de forma inadequada, pode comprometer a qualidade da saúde humana e animal e trazer conseqüências danosas ao meio ambiente. Além do mais, a utilização indevida em culturas não indicadas pode vir causar problemas de contaminação alimentar direta e indireta, conforme observado na Tabela 08²⁶.

²⁵ Consultar Tabela 09 na p. 40.

²⁶ Consultar Tabela 8, na p. 39.

5.3 - Resultado da entrevista ao Consumidor

5.3.1 - Local da entrevista do consumidor

Conforme descrito no capítulo da metodologia, as entrevistas foram feitas em locais em que pudesse encontrar o consumidor que efetue as compras de sua residência. Nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal foram feitas entrevistas em supermercados, sacolões, feiras, no CEASA e em mercadinhos e deu-se preferência em estabelecimentos de maior contingente. Pode-se observar na Tabela 23 a distribuição dos diferentes locais que foram efetuadas às entrevistas.

Tabela 23 – local das entrevistas

Local	Respostas	%
Supermercado	271	64%
Sacolão	93	22%
CEASA	34	8%
Mercadinho	17	4%
Feira	9	2%
Total	424	100%

Do total dos entrevistados, 52% dos consumidores responderam que procuram fazer compras de produtos hortifrutigranjeiros em estabelecimentos onde possam encontrar preço e qualidade. Na Tabela 24, pode-se observar os fatores que mais influenciam os consumidores quando estes escolhem um estabelecimento para adquirirem os produtos hortifrutigranjeiros.

Tabela 24 – O que mais influencia na compra de olerícolas e frutíferas

Aspectos positivos	Respostas	%
Preço e qualidade	221	52%
Qualidade	85	20%
Preço	76	18%
Sistema de produção (orgânica)	25	6%
Facilidade de encontrar	17	4%
Total	424	100%

5.3.2 - Aceitação e rejeição em consumir alimentos produzidos com lodo de esgoto como adubação na agricultura

O nível total de aceitação do lodo de esgoto por parte dos 424 consumidores entrevistados da região urbana do DF foi de 43%. Os resultados de pesquisa demonstram que os consumidores urbanos apresentaram resistência ao consumo de produtos adubados com lodo de esgoto, esse resultado difere da pesquisa de Andreoli *et al.* (1999) que alcançaram 77% de aceitabilidade dos 43 consumidores urbanos entrevistados da Feira Livre das Mercês, Feira Livre do Capanema, Feira Orgânica do Passeio Público e entre estudantes da graduação do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Paraná – UFPR, região urbana de Curitiba. Esta diferença de resultado pode ter ocorrido devido a alguns vieses do método de valoração contingente, conforme Motta (2001) e Motta (1998): 1) O viés de amostragem onde se considera a seleção da amostra; 2) o viés da atitude dos entrevistados onde se observa a diversa atitude dos entrevistados, uns com pressa de responder os questionários (foi verificado esta pressa e falta de tempo para responder os questionários principalmente na amostra dos entrevistados de maior poder econômico), outros mais complacentes com o promotor da entrevista (a pessoa responde o que supõe que o entrevistador espera) e outros mais questionadores do que questionados (foi verificado nos entrevistados com melhor nível de escolaridade); 3) o viés da formulação das perguntas do questionário aplicado. Pode-se formular perguntas de maneira diferente, mas procurando alcançar os mesmos objetivos. Contudo, a forma da pergunta elaborada pode soar suave ou contundente e com isto influenciar na resposta do entrevistado; 4) o viés estratégico onde resulta no desejo do usuário de influenciar o resultado de pesquisa; 5) o viés da informação onde resulta de vários aspectos do método. A qualidade da informação afeta a resposta do usuário ou induz o usuário a responder uma dada questão; 6) o viés do protesto onde se refere à possibilidade de o usuário expressar seu protesto contra algum conteúdo da pesquisa. 7) e o viés da resposta onde o usuário associa o uso do lodo de esgoto ao produto em que ele está adquirindo (hortifrutigranjeiro).

O questionário de pesquisa deste trabalho para o consumidor teve dois momentos distintos de aceitabilidade do consumo de produtos obtidos em solos adubados com lodo de esgoto. Primeiramente, após questionar o que é lodo de esgoto e se o entrevistado sabe se o lodo é utilizado na agricultura, pergunta-se se o consumidor adquiriria alimentos produzidos em solos adubados com lodo de esgoto. Houve apenas 18% de aceitabilidade por parte dos consumidores urbanos em detrimento de 82% de rejeição, conforme mostra a Tabela 27.

Esta resposta de pesquisa foi bastante coerente com as respostas das duas perguntas anteriores. Na primeira pergunta já se observou o desconhecimento do assunto dos entrevistados onde 35% responderam ter conhecimento o que é lodo de esgoto e apenas 8% tinham conhecimento ou já ouviram falar do uso do lodo de esgoto como adubação na agricultura conforme se pode observar na Tabela 25.

Tabela 25 – Respostas da pergunta sobre o que é lodo de esgoto e se o mesmo é utilizado na agricultura como adubo.

Pergunta	SIM (%)	NÃO (%)	TOTAL (%)
Você sabe o que é lodo de esgoto?	35%	65%	100%
Sabe se o lodo é usado como adubo na agricultura?	8%	92%	100%

Aos 82% dos entrevistados que rejeitaram inicialmente adquirir produtos adubados com lodo de esgoto foi perguntado qual a razão desta rejeição. A principal resistência ao consumo de produtos produzido com lodo de esgoto como adubação foi tanto o nojo como a falta de informação do produto e suas conseqüências, conforme podemos observar na Tabela 26.

Tabela 26 – Fatores de rejeição por parte dos consumidores urbanos

Aspectos negativos	Respostas	%
Nojo	153	44%
Falta de informação do produto e suas conseqüências	149	43%
Contaminação do produto (doenças)	134	38.5%
Dificuldade em aceitar comer um alimento produzido com fezes humanas	126	36%
Contaminação do meio ambiente	34	10%
Metais pesados	18	5%
Total de referência	348	_____

Obs. Esta questão admitia mais de um item como resposta por entrevistado.

Obs: O total de referência é o número total dos entrevistados.

Houve um incremento na aceitabilidade de 139% quando o entrevistado recebeu um mínimo de informação sobre a utilização do lodo de esgoto na agricultura como sendo uma das melhores maneiras para se resolver o problema de sua destinação final e também que o lodo tratado seria um produto confiável (não provocaria nenhum tipo de doença) para ser utilizado como adubo, conforme se pode observar na Tabela 27.

Tabela 27 – Nível de aceitabilidade em decorrência da informação sobre o produto

	Nº de consumidores que rejeição ao lodo	Nº de consumidores que aceitaram o lodo	Total o (%)
Antes da informação	82%	18%	100%
Após a informação	57%	43%	100%

Este resultado está de acordo com Andreoli *et al.* (1999) quando afirma que a garantia de qualidade do produto reverteria as opiniões positivas quanto à aceitabilidade dos produtos produzidos com lodo de esgoto na adubação. Provavelmente, com mais esclarecimentos quanto ao uso do lodo em determinadas

culturas que dificilmente transmitiriam qualquer tipo de doença devido o não contato destas culturas com o lodo de esgoto²⁷ ter-se-ia uma maior aceitação por parte dos entrevistados.

O alto índice de rejeição em consumir alimentos produzidos com o lodo de esgoto como adubação era esperado, considerando o desconhecimento do assunto abordado e o preconceito natural aos dejetos de origem humana. A gestão do lodo de esgoto como adubação na agricultura passa necessariamente no maior envolvimento da população nas diversas informações tecnológicas, os riscos e potencialidades, de forma a permitir uma decisão de aceitação ou rejeição por parte dos consumidores (ANDREOLI *et al.* 1999). Segundo Forste (1994), a população deve receber informações constantes sobre os projetos de pesquisa, principalmente sobre os diversos riscos de contaminação humana e ambiental. Trabalho de pesquisa realizado pela USEPA (1999) verificou uma maior aceitação por parte da população dos produtos adubados com lodo de esgoto após realização de campanhas de conscientização. Andreoli *et al.* (1999) sugerem a realização de programas instrutivos e comerciais para conscientizar o público em geral, tanto produtor como consumidor, principalmente abordando os benefícios que o lodo de esgoto como adubo na agricultura pode trazer para a população.

5.3.3 - Disposição a pagar

Foi explicado aos entrevistados, que para se conseguir um lodo seguro e confiável para ser utilizado na agricultura e no meio ambiente, provavelmente haveria um aumento nos custos da conta de esgoto sanitário residencial. Então foi perguntado quanto o entrevistado estaria disposto a pagar a mais na sua conta de esgoto para que o lodo de esgoto se transformasse em um produto confiável e seguro. Obteve-se como resposta que 83% dos entrevistados não estariam dispostos a pagar nada, pois consideraram que este ônus deveria ser pago pelo produtor rural. Muitos entrevistados reclamaram das diversas taxas públicas que já pagam e não gostariam de ser mais onerados. 14% dos entrevistados estariam dispostos a pagar

²⁷ Conforme proposta de Resolução do CONAMA, 2006.

(DAP) entre R\$ 3,00 a R\$ 5,00 e 3% pagariam na faixa de R\$ 6,00 a R\$ 10, 00, conforme se observa na Figura 04.

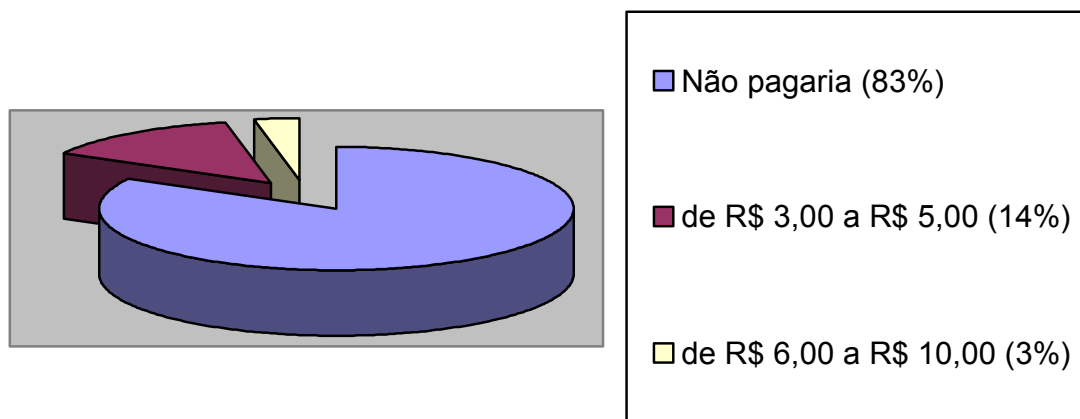


Figura 04 – Disposição a pagar

A resposta da não disposição a pagar foi bastante coerente com o desconhecimento de quais os custos que estão embutidos numa conta de esgoto residencial. Obteve-se como resposta que 92% desconhecem que já existe um custo embutido na conta de água e esgoto sanitário para o manuseio do lodo de esgoto gerado numa estação de tratamento de esgoto – ETE. Os entrevistados se mostraram bastantes reticentes por não saberem exatamente o que esta embutida na conta de água e esgoto residencial. Os mesmos não acreditam que caso o lodo de esgoto fosse vendido como adubo e representasse uma receita para a concessionária que a sua conta de esgoto residencial diminuísse de valor a ser pago. Praticamente, os mesmos 43% que concordaram em aceitar a consumir produtos adubados com lodo de esgoto responderam “sim” a pergunta de que caso o lodo de esgoto fosse vendido para os agricultores e representasse uma receita para a concessionária e conseqüentemente diminuísse o custo na conta de esgoto residencial, se o entrevistado consumiria produtos adubados com lodo de esgoto. Esta pergunta que interligava aceitação com receita, nada influenciou na mudança da aceitabilidade ou rejeição em relação às respostas anteriores.

5.3.4 - Perfil da amostra do consumidor

Nas entrevistas com os consumidores finais de frutas e hortaliças, obteve-se amostra com informação sobre o rendimento salarial por mês, o nível de escolaridade e a faixa etária, conforme se pode observar nas Figuras 5, 6 e 7.

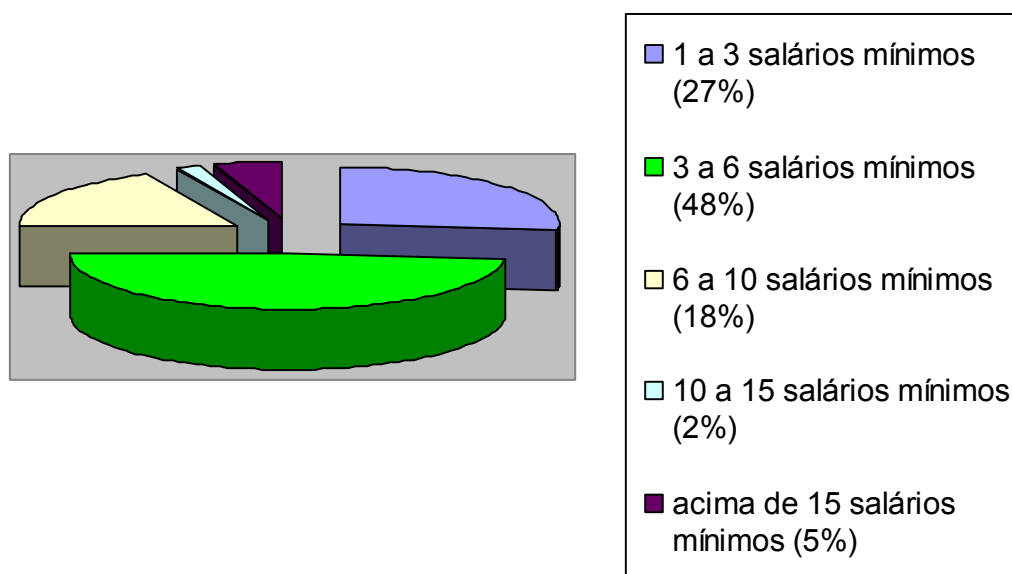


Figura 05 – Faixa de rendimento salarial dos entrevistados.

Obs: salário mínimo no valor de R\$ 300,00 (trezentos reais).

Na Tabela 28, a distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto ao âmbito salarial, sugere uma tendência no aumento da aceitabilidade na mesma direção ao aumento do nível salarial.

Tabela 28 – Distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto ao nível salarial

Nível salarial	Rejeição (%)	Aceitação (%)	Total (%)	Total de referência
De 1 a 3 salários mínimos	53%	47%	100%	114
De 3 a 6 salários mínimos	64%	36%	100%	204
De 6 a 10 salários mínimos	63%	37%	100%	76
De 10 a 15 salários mínimos	33%	67%	100%	8
Acima de 15 salários mínimos	6%	94%	100%	21

Obs: salário mínimo no valor de R\$ 300,00 (trezentos reais).

Obs. Os percentuais estão calculados por linha.

Obs: O total de referência é o número total dos entrevistados.

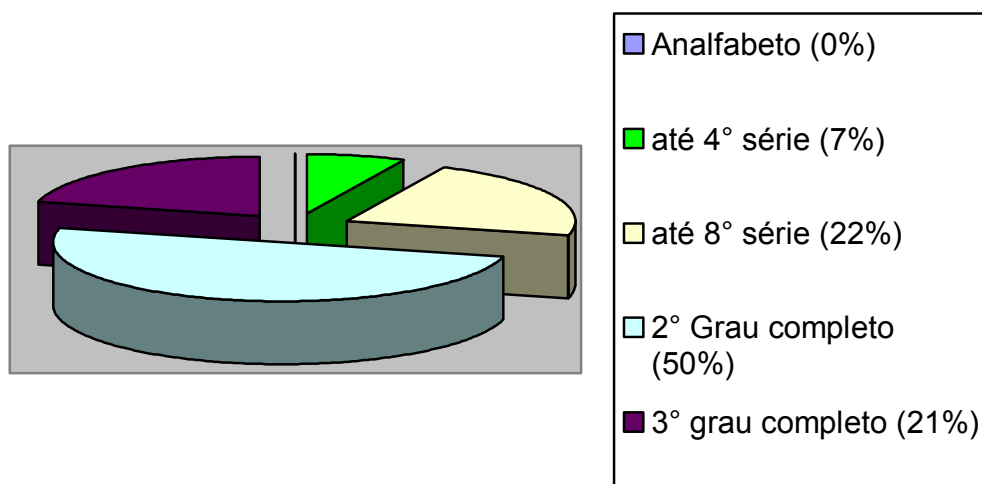


Figura 06 – Nível de escolaridade dos entrevistados

A distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto ao nível de escolaridade apresentada na Tabela 29, sugere uma tendência no aumento da aceitabilidade na mesma direção ao aumento do nível de escolaridade. Os entrevistados com maior nível de escolaridade exigiram mais informações sobre a atual disposição final, possíveis doenças transmitidas pelo alimento adubado com lodo de esgoto e segurança do produto.

Tabela 29 - Distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto ao nível de escolaridade

Nível de escolaridade	Rejeição (%)	Aceitação (%)	Total (%)	Total de referência
até a 4º série	50%	50%	100%	30
até 8º série	71%	29%	100%	93
2º grau completo	59%	41%	100%	212
3º grau completo	41%	59%	100%	89

Obs. Os percentuais estão calculados por linha.

Obs: O total de referência é o número total dos entrevistados.

Este resultado está coerente com Andreoli *et al.*(1999) que confirmaram em trabalho de pesquisa que o nível de escolaridade teve pouca influência no que diz respeito à aceitabilidade do lodo, mas existe uma tendência da aceitabilidade ser proporcional ao nível de escolaridade e também demonstraram no trabalho que os entrevistados de maior nível de escolaridade são mais questionadores e exigindo maiores informações sobre o assunto em questão.

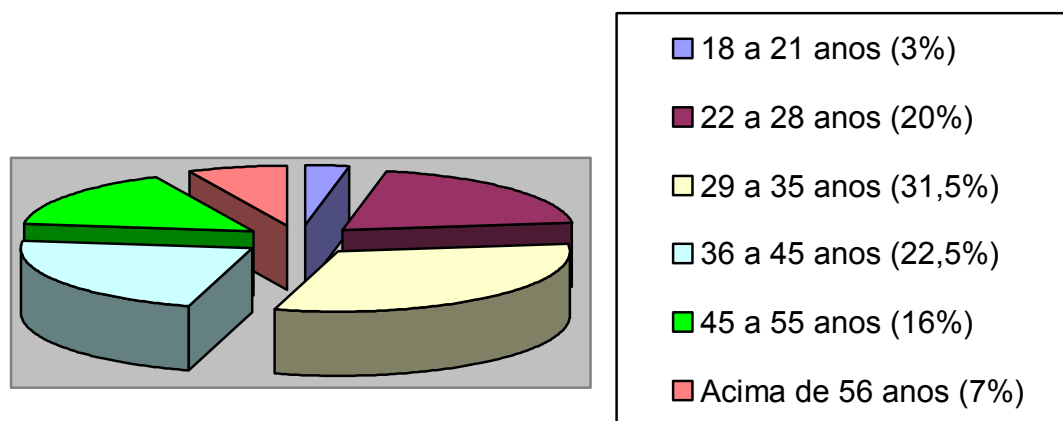


Figura 07 – Faixa etária dos entrevistados

A distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto à faixa etária apresentados na Tabela 30, sugere uma tendência no aumento da aceitabilidade na mesma direção ao aumento do nível da faixa etária.

Tabela 30 - Distribuição percentual da aceitação e rejeição quanto à faixa etária.

Faixa etária	Rejeição (%)	Aceitação (%)	Total (%)	Total de referência
18 a 21 anos	89%	11%	100%	13
22 a 28 anos	61%	39%	100%	85
29 a 35 anos	60%	40%	100%	133
36 a 45 anos	55%	45%	100%	95
46 a 55 anos	45%	55%	100%	68
Acima de 56 anos	26%	74%	100%	30

Obs. Os percentuais estão calculados por linha.

Obs: O total de referência é o número total dos entrevistados.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO e RECOMENDAÇÕES

Baseado nos resultados do trabalho verificou-se que:

O valor do custo de reposição dos elementos nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica presente em cada tonelada do lodo fresco foi calculado entre R\$ 25,36 a R\$ 27,32. Esta faixa de preço ocorreu por trabalhar com duas fontes de matéria orgânica, cama de frango e o adubo do “SLU”.

O valor de custo de reposição da matéria orgânica presente em cada tonelada do lodo fresco foi calculado entre R\$ 1.52 a R\$ 3.48. A elevada quantidade de água existente no lodo fresco (86%) é responsável pelo baixo valor dado à matéria orgânica. A redução do teor de umidade do lodo de esgoto agregaria valor ao produto o tornaria o produto mais atrativo para o produtor rural.

O produtor rural compara o preço do frete do lodo de esgoto com outras fontes de matéria orgânica existente no mercado e não com outras fontes de fertilizantes químicos.

A aceitabilidade geral por parte dos produtores rurais para se fazer uso do lodo de esgoto como insumo agrícola foi de 68% enquanto que a aceitabilidade geral por parte dos consumidores urbanos a consumir alimentos produzidos com lodo de esgoto como insumo agrícola foi de 43%.

O produtor rural do DF pagaria um valor médio de R\$ 18,62 a tonelada do lodo de esgoto se fosse tratado e seco.

O aspecto positivo que mais influenciou o uso do lodo de esgoto pelos produtores rurais foi a sua viabilidade econômica e o principal aspecto negativo no uso do lodo de esgoto foi o seu odor.

Nojo e a falta de informação do lodo de esgoto foram os principais fatores de rejeição por parte dos consumidores urbanos.

Os produtores rurais têm pouco conhecimento sanitário do uso e manuseio do lodo de esgoto na agricultura. Apenas 32% dos produtores responderam ter conhecimento das doenças transmitidas pelo lodo de esgoto.

Houve um incremento de 139% de aceitabilidade do lodo de esgoto em relação aos que inicialmente haviam rejeitado quando o consumidor urbano recebeu informação sobre a utilização do lodo de esgoto na agricultura.

O consumidor urbano rejeita totalmente a idéia de se ter mais ônus na sua conta de esgoto residencial e não acredita que uma concessionária venha a diminuir o preço da conta caso esta tenha uma receita extra.

Este trabalho de pesquisa apresentou uma tendência de aumento da aceitabilidade dos consumidores urbanos na mesma direção ao aumento ao nível salarial, ao nível de escolaridade e ao nível da faixa etária.

Para a gestão do uso do lodo de esgoto na reciclagem agrícola, sugere-se uma maior participação efetiva do produtor rural e do consumidor urbano nas diversas informações tecnológicas, riscos e potencialidades, de forma a dirimir todas as dúvidas, quanto ao uso do lodo de esgoto como insumo agrícola e permitir que os produtores rurais e os consumidores urbanos formem uma opinião fundamentada para se decidir quanto à sua aceitação ou rejeição.

Trabalhos grupais desenvolvidos pela extensão rural, tais como: dia de campo, unidades demonstrativas, reunião técnica, curso, exposição entre outros, deveram ser estimulados na transferência da tecnologia quanto à utilização do lodo de esgoto como insumo agrícola para os produtores rurais do DF. Para a informação chegar até o consumidor urbano, deve-se usar maciçamente a mídia nas diversas informações de riscos e potencialidades, bem como a gestão do uso do lodo de esgoto na agricultura.

Conforme as análises e considerações feitas no presente trabalho, sugere-se que novas pesquisas devem ser incentivadas para melhorar a compreensão e a valoração econômica, social e ambiental para a gestão do lodo de esgoto na agricultura. A disposição final do lodo de esgoto na agricultura é uma alternativa factível de ser adotada, contudo, uma série de demandas pode ser sugerida para pesquisas futuras na gestão do lodo de esgoto, tais como:

- Estudo da viabilidade econômica dos diversos custos a serem mensurados de cada subproduto que o lodo de esgoto pode proporcionar antes de ser utilizado na agricultura;

- Avaliação do custo e benefício do lodo de esgoto como “Biossólido”, devidamente registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O termo “Biossólido” é utilizado quando o lodo de esgoto é devidamente tratado, tornando-se uma fonte segura de matéria orgânica que possa ser utilizado na agricultura, sem riscos quanto à presença de patógenos, metais pesados, odor, entre outros problemas que o lodo de esgoto apresenta. Apesar do termo “Biossólido” não encontrar respaldo na norma do CONAMA²⁸ e não ser o lodo Classe “A”, a sua obtenção requererá investimentos de infra-estrutura das plantas das ETE’s; esses custos obviamente seriam compensados pela venda do produto, ao invés da doação.
- Avaliar a exploração do lodo de esgoto por terceiros que se responsabilizará de forma segura pela disposição final do lodo de esgoto para fins econômicos, como por exemplo: fazendas de esgoto, transformação em subproduto para sua comercialização, recuperação de áreas degradadas, entre outras.

Mediante as análises feitas no presente trabalho, é possível concluir a efetiva contribuição para auxiliar na resolução deste passivo ambiental chamado lodo de esgoto. Este trabalho oferece subsídios para o aperfeiçoamento do planejamento e gestão pública, no intuito de ajudar na condução da tomada de decisão.

²⁸CONAMA. Câmara Técnica E Grupo de Trabalho. GT regulamentação de Uso Agrícola de Lodo de Esgoto, 2006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICALIL, T. M. **Os serviços de saneamento no Brasil: transformar para universalizar**. Rio de Janeiro: FASE/ Caixa Econômica Federal, 1998. 125p.

AISSE, M. M.; FERNADES, F.; SILVA, S. M. C. P. Aspectos tecnológicos e de processos. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNADES, F. (org.) **Reciclagem de bio sólidos: Transformando problemas em solução**. 2ª ed. Curitiba: Sanepar, Finep, 2001. p. 51-116.

ANDREOLI, C.V.; BARRETO, C.L.G.; BONNET, B.R.P. *et al.* **Tratamento e Disposição do Lodo de Esgoto no Paraná – SANARE**, Curitiba, v.1, n.1, 1994. p. 10-15.

ANDREOLI, C. V.; BERNET, P. M.; FAVARIN, F.; FERREIRA, A. D. D. **Aceitabilidade Pública da Utilização do Lodo de Esgoto na Agricultura da Região Metropolitana de Curitiba**. SANARE. Revista Técnica da Sanepar. Curitiba, V.12 Nº 12 Julho a Dezembro 1999.

ANDREOLI, C.V; LARA, A. I; FERNANDES, F. **Reciclagem de Bio sólidos: transformando problemas em soluções**. 2º Ed. Curitiba: Sanepar, Finep, 2001. 300p.

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E.S. **Reciclagem agrícola de bio sólidos: Impactos e Regulamentação**. XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Ribeirão Preto, 2003.

AZEVEDO NETO, J.M.de; ALVAREZ, G.A. **Manual de hidráulica**. 6.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 2v.

AZEVEDO NETTO, J.M. **Cronologia do abastecimento de água (até 1970)** In: Revista DAE v. 44, n. 137, jun.1984. p.106-111.

BAPTISTA, G.M.M.; Caracterização climatológica da APA do Cafuringa. In: Secretaria do Meio Ambiente – Semarh. **APA do Cafuringa: a última fronteira natural do DF / Distrito Federal**. Secretaria do Meio Ambiente. Semarh, 2005. p. 34-40.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988**. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988. 292p.

BRASÍLIA. CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. Lei nº 3.581/05. **Normas e Procedimentos para a Expedição, Distribuição e Uso do Lodo de Esgoto no Distrito Federal, visando ao controle da poluição, da contaminação e à minimização de seus impactos ambientais e dota outras providências**. Poder Legislativo, Câmara Legislativo do DF. 12 abr. 2005. 8p.

BRASÍLIA. Diário Oficial do Distrito Federal, 2006. ANO XL Nº 138, 20 de julho de 2006. **Disciplina o Uso do Lodo de Esgoto no Distrito Federal e dá outras providências**. RESOLUÇÃO Nº 03/2006, DE 18 DE JULHO DE 2006.

BRASÍLIA: Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Pecuária - SEAPA. Portaria Nº51 de 27 de maio de 2004. **Define produtor rural patronal e familiar. Poder executivo**, Brasília, DF, 27 maio 2004.

BRASÍLIA: Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Pecuária – SEAPA. Lei nº 2.499, 07 de dezembro de 1999, Publicado no DODF nº 244 página 01 de 23/12/1999. Regulamentada pelo DECRETO Nº 21.500 de 11 de setembro de 2000 do DF. Publicada no DODF nº 21, página 01 de 30/01/2001 **Plano de Desenvolvimento Rural da SEAPA, do Governo do Distrito Federal - PRÓ-RURAL**. Poder executivo, Brasília, DF, 07 dez. 1999.

BRASÍLIA: Diário Oficial do Distrito Federal, 2005. **Proposta de Resolução CONAM/DF 001/2005**, Grupo de Trabalho instituído pela Portaria de 6/9/2004, DODF nº 173, p. 33, de 9 set. 2004.

BRASÍLIA. TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS. **Ação Direta de Inconstitucionalidade**. ADI 2005.00.2.009093-5 de 29 de maio de 2006. Disponível em: < <http://tjdf19.tjdf.gov.br/cgi-bin/tjcg1?NXTPGM=plhtml02&ORIGEM=INTER&TitCabec=2%AA+Inst%E2ncia+%3E+Consulta+Processual&CHAVE=20050020090935&SELECAO=1&pesquisa=Pesquisar>> Acesso em: 07 ago. 2006.

BROWN, L. R. **Eco-Economia: construindo uma economia para a terra** /. - Salvador: UMA. 2003. 368p.

BISHOP, R.C.; HEBERLEIN, T. A. **Measuring values of extra market goods: are indirect measured biased?** *American Journal of Agricultural Economics*, v, 61, n.5, 1979. p. 926-930.

BRUGNARO, C. **Valor atribuído pela população às matas ciliares da bacia do rio Corumbataí, SP**. Piracicaba, 2000. 146 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2000.

CAESB – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. **Água e Esgotos no Distrito Federal**. Disponível em: <<http://caesb.df.gov.br/aguaes.asp>. > Acesso em: 09 fev. 2006.

CAESB – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. **Coleta e Tratamento de Esgoto**. Disponível em: < <http://www.caesb.df.gov.br/colesg.asp>. > Acesso em: 12 fev. 2006.

CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL **LEI ORGÂNICA DO DISTRITO FEDERAL**, Ed. 3ª. Brasília. Câmara Legislativa. 2005. 178p.

CAMARGO, J.C.F; **Crítérios de avaliação**. In: **SEMINÁRIO DE DIREITO AMBIENTAL IMOBILIÁRIO**. São Paulo, 1995. Anais, São Paulo: Centro de Estudos da Procuradoria Geral do Estado de São Paulo, 1995. 125p.

CAMPOS, J.E.G; FREITAS E SILVA, F.H. GEOLOGIA, IN FONSECA, F. **Olhares sobre o Lago Paranoá** - Brasília: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2001. p. 55, 62,63.

CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F.; **Aplicação do lodo de esgoto como fertilizante**. São Paulo, v.3, n.2. 1981. p.3-5.

CIRIACY-WANTRUP, S.V.; **Conservation and resource programming**. California: University of California. 1947. 125 p.

CLARK, W. C. As dimensões humanas da mudança ambiental global. In: **Toward an understanding of global change: initial properties for U.S. contributions to the international Geosphere – Biosphere Programme**. Global Change Committee. Washington, D. C.: National Academy Press Clark, 1998. p. 53-83.

CODEPLAN – COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO PLANALTO CENTRAL – **Cartograma do Distrito Federal**. Disponível em: <<http://www.geocities.com/TheTropics/3416/regioes.htm>>. Acesso em: 03 jul. 2006.

CONAMA. **Câmara Técnica E Grupo de Trabalho. GT regulamentação de Uso Agrícola de Lodo de Esgoto**. Procedência: 21a Reunião da GT de Assuntos Jurídicos. Data: 26 de outubro de 2005. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/ctgt/gt.cfm?cod_gt=111 > Acesso em: 13 mar. 2006.

CONAM. **Grupo de Trabalho** instituído pela Portaria de 6/9/2004, DODF nº 173, pág. 33, de 9/9/2004 - Proposta de Resolução CONAM/DF 001/2005.

CORRÊA, R.S.; CORRÊA, A S - **Valoração de Biossólidos como fertilizantes e condicionadores de solos**. In: SANARE - Revista Técnica da SANEPAR, Companhia de Saneamento do Paraná. Curitiba, 2001. p. 1-7.

DELLA GIUSTINA, Y. R. **Avaliação do uso de biossólido na recuperação de cascalheira no Distrito Federal: estudo de caso da jazida J-294 do DER/DF.** 2005. 171p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e gestão Ambiental), Universidade Católica de Brasília-DF- Brasília. 2005.

DESCHAMPS, C.; FAVARETTO, N. Efeito do lodo de esgoto na produtividade e desenvolvimento das culturas. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I. FERNANDES, F. (Org.). **Reciclagem de Biossólidos: transformando problemas em soluções.** Curitiba: Sanepar, Finep, 2001. p. 181-189.

DETURK, E.E., **Adaptability of sewage sludge as a fertilizer.** Sewage Works j-7. 1935. p. 597-610.

DIAS, G. F. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana - São Paulo - GAIA,** 2002. 257p.

EMATER-DF - **Plano de Ação Local** – Produção dos funcionários da EMATER-DF. Brasília, DF. EMATER – dez. 2005. 1 CD-ROM

EMBRAPA. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos.

Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro, Embrapa. Boletim Técnico 53. 1978. p. 7-17.

EPSTEIN, E. – **Land application of sewage sludge and biosolids** / Eliot Epstein.p. cm.ISBN. 1929. p. 624-630.

FAHY, P. C. Quality of sludge composts and their use in horticulture. In: **The agriculture and horticulture use of sewage products.** University of Western Australia : The Australian Institute of Agricultural Science, 1990. p. 3-5.

FELIZATTO, M. R.; PEIXOTO, J. I. G.; POLETTO, L. P.; SOARES, J. A. CAVALCANTI, M. M. **Secagem e Higienização Natural do Biossólido Gerado na**

Estação de Tratamento de Esgoto Brasília Sul (ETE SUL); In. XXIIIº Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental; 2005. Campo Grande, MS. Associação Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 2005. p. 1-12.

FERNANDES, F.; ANDREOLI, C. V.; WIGERT, W.; BONNET, B.R.P. **Land application of sewage sludge: A programme for the state of Paraná.** In: First International Exhibition of Environmental Technology – Environtech/95 e Third International Seminar on the Environmental Problems of Urban Centers – ECOURBS/95. Abstracts Volume pp. 66-67. Riocentro, Rio de Janeiro, Brazil, June 19-23, 1995.

FERNANDES, F.; LARA,A.I.; ANDREOLI, C.V.; PERGORINI, E. S. Normatização para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto(Org.). In: ANDREOLI, C.V.; LARA,A.I.; FERNANDES, F. (Org.) **Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções.** Curitiba: sanepar, Finep, 2001. p. 263-277.

FERRANTE, J.E.T.; RANCAN,L.; BRAGA NETTO, P. CLIMA, In: FONSECA, F. **Olhares sobre o Lago Paranoá** - Brasília: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2001. p. 45-47.

FERREIRA, L. C.; VIOLA, E. (Orgs.). **Incertezas de sustentabilidade na globalização.** Campinas: Editora da Unicamp, 1996. p. 27-35.

FORSTE, J. B. Gaining public acceptance for biossolids, in CLAPP, C. E. in al. **Sewage sludge: land utilization and the environment.** S.I.: Misc. Pu-blication, 1994. p. 81- 85.

FRANK, R. The **use of biosolids from wastewater treatment plants in agriculture.** Env. Manag., 9:, 1998. p. 165-169.

FULLER, W.H., **Soil injection of sewage sludge for crop production,** Dept. Soils, Water and Eng., College of Agric., U. of Arizona. 1983. 250p.

GUIMARÃES, M. C. A. **Epidemiologia**. 2004. 75 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Controle da Poluição Ambiental). Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo, 2004.

HANEMANN, W.M. **Valuing the environment through contingent valuation**. The Journal of Economic Perspectives, v.8, n.4. 1994. 19p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICO – IBGE. . **Plano de ação imediata de saneamento. Censo Agropecuário de 1995-1996. Utilização das terras do Distrito Federal**. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Brasília: SNS, 1991. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/homes/estatistica>> Acesso em : 11 nov. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICO – IBGE. **Censo Demográfico 2000 Educação** – 2000. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/ - servidor de arquivos](http://www.ibge.gov.br/-servidor%20de%20arquivos)> Acesso em: 18 maio 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICO – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf> > Acesso em: 14 nov. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICO – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Lavoura temporária do Distrito federal 2001. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>> Acesso em: 26/02/2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICO – IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. 2001. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/default.shtm> > Acesso em: 18 mar. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICO – IBGE. **Censo Agropecuário de 1995-1996. Utilização das terras do Distrito Federal.** Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica>> Acesso em: 26 fev. 2006.

JEWELL, W.J. SEABROOK, B.L. **A history of land application as a treatment alternative.** , Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 1979. p. 12-13.

JORDÃO, E.P., PESSOA, C. A: **Tratamento de Esgotos Doméstico.** In. XIIIº Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental; 1995. Campo Grande, MS. Associação Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 2005. p. 1-7.

KIEHL, E.J., **Fertilizantes Orgânicos.** Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KNAPP, P. A.; SOULLÉ, P. Vegetation change and the role of atmospheric CO₂, enrichment on a relict site in Central Oregon. In: **Annals of the Association of American Geographers.** Washington: 1996. p. 27-33.

KVARNSTROM, E.; Nilsson, M. Reusing phosphorus: engineering possibilities and economic realities. In: **Journal of Economic Issues** v. 33, n. 2, 1999. p.393-341.

LEMAINSKI, J. **-Biossólido como fertilizante na agricultura do Distrito Federal.** 2003. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2003.

LUDUVICE, M. Experiência da companhia de Saneamento do Distrito Federal na Reciclagem Agrícola de Biossólido In: BETTIOL, W; CAMARGO, O. A. **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

MAIA, M.L. **Ecotecnologia - Estação de Tratamento de esgoto do Lago Sul – ETE sul – 2005.** 35p. Trabalho Final apresentado na disciplina de Ecotecnologia oferecida

pelo Mestrado de Planejamento e Gestão ambiental- Universidade católica de Brasília Católica-2005.

MARQUES, J.F.;COMUNE,A. **Quanto vale o ambiente: interpretações sobre o valor econômico ambiental.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, Salvador, 1995. Anais. Salvador: 1995. p 633-651.

MARTINS, E. S. & BAPTISTA, G. M. M. Compartimentação geomorfológica e sistemas morfodinâmicos do Distrito Federal. In **Inventário Hidrogeológico e de Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal.** Brasília. IEMA/SEMATEC/UnB Vol. 1 parte II. 1999. 53p.

MATTHEWS, P. **International perspective.** In: Workshop – Biosolids: Current na Emerging Issues. WEFTEC'99. October, 1999, New Orleans, Louisiana, USA. 1999. p 13-19.

MEDEIROS, M. L. B. et. al. Aspectos Sanitários. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNADES,F. (org.) **Reciclagem de biossólidos: Transformando problemas em solução.** 2ª ed. Curitiba: Sanepar, Finep, 2001. p. 126-175.

MELBOURNE WATER CORPORATION. – **Western Treatment Plant.** Disponível em: < http://www.melbournewater.com.au/content/sewerage/western_treatment_plant/western_treatment_plant.asp > : Acesso em: 18 mar. 2006.

MEYER, W. B.; TURNER II, B. L. Human population growth and global land use/cover change. **Annual review of ecology systematic,** Global Change Committee. Washington, D. C: 1992. p. 36-61.

METCALF, L. e EDDY, H.P. **Tratamiento y Depuración de las Águas Residuales. Tradução de wastewater engineering:** Colletion, treatment and disposal, Barcelona- Espanha: Labor, 1977. 837p;

Ministério Público do Distrito Federal e Entorno-MPDFT, Processo N° 104.946/02-92.

MITCHELL, R.C.; CARSON, R.T. **Using surveys to value public goods: The contingent valuation method**. 3 ed. Washington: Resources for the Future, 1983. 463p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza** - Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. MMA. Brasília DF. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/CB5F6214/.pdf> > Acesso em: 11 nov. 2005.

MOTTA, J. A. **O valor da natureza: Economia e política de recursos ambientais** / Rio de Janeiro: Garamond, 2001. 200p.

MOTTA, R.S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, - MMA, IPEA, PNUD, CNPq.1998. 216p.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A . A.; ARRUDA, F. S. T.; **Valoração Econômica do meio Ambiente: Ciências ou Empirismo?** Caderno de Ciências & Tecnologia, v17, n.2, 2000. p 81-115.

NOVAES, P.M. Caracterização geomoforológica do Distrito Federal In: Novaes Pinto (org.), **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, Brasília, 1994. p. 25-63.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário, coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Ed. Edgard Biucheer LTDA., 2003. 355p.

OLIVEIRA, C. F. **A Gestão dos Serviços de Saneamento Básico no Brasil**. 2005. 333p. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia – FFLCH. Universidade de São Paulo – São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, M. E. **Termo de Recomendação a CAESB, Versando Sobre Uso Agrícola do Lodo de Esgoto**, Promotoria de Justiça do MPDFT. 2003. Disponível em: < [http:// www.fesmpdft.org.br/revistas/21_13 pdf](http://www.fesmpdft.org.br/revistas/21_13_pdf) > Acesso em: 17 out. 2005.

OLIVEIRA, S. **Projeto de Águas**. Disponível em: < <http://www.soaresoliveira.br/projetoagua/hist.html> > Acesso em: 28 set. 2005.

OUTWATER, A. B. **Reuse of sludge and minor wastewater residuals**. Lewis Publishers. Boca Raton, Flórida.USA. 1994. p. 47-55.

PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS. 2004. PDAD-2004. **Dados agregados para o Distrito Federal e Regiões Administrativas** – Brasília: SEPLAN – Subsecretaria de Estatística e Informações, 2004. 162p. Disponível em: <[http://www.codeplan.df.gov.br/.](http://www.codeplan.df.gov.br/)> Acesso em: 18 mar. 2006.

PEDREIRA, L. O.L.; **Métodos de avaliação de benefícios indiretos de florestas: uma revisão**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. p. 23-29.

PEREIRA, C. E. B. **Biossólido da CAESB: da produção à expedição para o uso agrícola**. Palestra na Embrapa Cerrados, em 18 de março de 2003.

PEREIRA, J.; KAGE, H. Manejo da Matéria Orgânica em Solos do Cerrado In: MARQUETTI, D.; MACHADO, A. D.: **Cerrado; Uso e Manejo**. Editora Editerra, Brasília, DF, 1982. p. 579 - 595.

PLANO DIRETOR DE ORDENAMENTO TERRITORIAL – PDOT. **1ª Audiência Pública Geral de 17 de dezembro de 2005**, Brasília: SEDUH, 2005. 28p.

RIERA, P. **Manual de valoración contingente**. Madrid: Instituto de Estudios Fiscales, 1994. 112p.

ROCHA, T. F.; **Levantamento Florestal Na Estação Ecológica Dos Caetetus Como Subsídio Para Laudos De Desapropriação Ambiental-PIRACICABA** - Estado de São Paulo – Brasil Agosto – 2003. 130p.

SEMARH. **Mapa Ambiental do Distrito Federal**. Brasília: SEMARH, 2000.

SENATE DEPARTMENT OF URBAN DEVELOPMENT. **Fazenda de Lodo de Esgoto**. Disponível em: < http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ed110_06.htm#C8 > Acesso em: 17 mar. 2006.

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

SILVA, J. E.; RESCK, D.V.S.;SHARMA,R.D. Alternativa Agronômica para o Biossólido. A experiência de Brasília. In: BETTIOL, W; CAMARGO, O. **A. Impacto ambiental do uso Agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 143-151.

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 adição de metais pesados em Latossolo no Cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 26: 487-495. 2002a.

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 do seu uso. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, 26: 497-503. 2002b.

SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE – SUS, 2000. **Saneamento Ambiental**. Disponível em: < <http://www.sespa.pa.gov.br/Sus/sus.htm> > Acesso em: 26 fev.2006.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2004. 416p.

SPANINKS, F.; BEUKERING P. V. **Economic valuation of mangrove ecosystems: potencial and limitations**. Michigan USA : CREED Working, 1997. Paper n. 14. p. 37-38:53.

TAFNER, P. **Disposição a Pagar em Projetos de Restauração do Patrimônio Histórico-Cultural no Brasil**. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas - IPEA Rio de Janeiro, 2000. p. 25-37.

TSUTIYA, M.T; COMPARINI, J.B; SOBRINHO, P. A; HESPANHOL, I; CARVALHO, P.C.T; MELFI, A.J; MELO, W.J; MARQUES, M.O; **Biossólidos na Agricultura**. 1ª ed. São Paulo: SABESP, Jaboticabal. 2001. 468p.

USEPA - UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Biosolids generation use and disposal in the United States**, Washington, DC: Municipal and Industrial Solid Waste, 1999. (EPA 530-R-99-009). 75p.

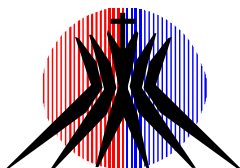
USEPA – UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, **Preliminary Risk Assessment for Bacteria in Municipal Sewage Sludge Applied to Land**, 1991, Disponível em: < http://www.epa.gov/OW-WM.html/mtb/biosolids/503rule/503g_ch2.pdf> Acesso em: 06 nov. 2005.

WEBBER, L. R.; HILLARD, B. C. Agricultural use of sludge. In: Proc. Conf. **Program Abatement Munic. Pollut. Provis.**, Canada, Agreement Great Lakes Water Qual., University of Guelph, ON. 1974. p. 120-142.

WILLETT, I. R.; P. JAKOBSEN. **Effects of land disposal of lime-treated sewage sludge on soil properties and plant growth**. Canberra Australia: CSIRO Institute of Biological Resources, Division of Water and Land Resources, 1983. 56p.

ANEXO

ANEXO 1 - Questionário proposto para entrevistar o Produtor Rural



Universidade Católica de Brasília
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação *Strico Sensus* em Planejamento e Gestão Ambiental

Nome do entrevistador _____

Data _____ Hora _____ Local _____

Questionário proposto para as entrevista

Bom dia/Boa tarde/Boa noite. Meu nome é....., estou realizando uma pesquisa para uma Dissertação de Mestrado da Universidade Católica de Brasília – UCB – com fins estritamente acadêmicos. A entrevista dura apenas 7 minutos e não perguntarei o seu nome, nem endereço e nem telefone, é anônima e confidencial. Posso contar com a sua atenção?

1-Produtor da Região Administrativa de _____

Produtor Familiar Produtor Patronal

2- O que produz na sua propriedade _____

3- Você conhece a utilização do lodo de esgoto como adubo na agricultura?

SIM NÃO

4- Você já usou o lodo de esgoto em sua propriedade?

SIM NÃO

5- (No caso Positivo a pergunta anterior), em quais culturas?

hortaliças frutíferas grãos

plantas medicinais plantas florestais plantas ornamentais

6- Se já utilizou, o que mais estimulou você a usar o lodo de esgoto?

- viabilidade econômica produtividade alcançada
- facilidade de manuseio recomendação técnica
- recomendação de vizinho facilidade de manuseio
- garantia de qualidade outros, citar _____

7- Em sua opinião, quais são os aspectos negativos da utilização do lodo de esgoto na agricultura?

- cheiro – odor preço nojo doenças aparência
- contaminação ambiental difícil manuseio
- muita umidade do produto dificuldade na aquisição
- metais pesados outros, citar _____

8- Você tem idéia das doenças possíveis transmitidas pelo lodo de esgoto?

- SIM NÃO
- Se sim, citar quais que são do seu conhecimento. _____

Obs: caso negativo, explicar para o entrevistado este processo.

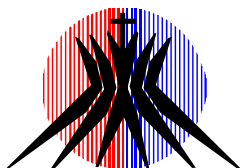
9- Até quanto você estaria disposto a pagar para ter um lodo de esgoto tratado e de melhor qualidade? (preço por m³ ou tonelada)

- Não usaria
- Não respondeu por falta de conhecimento
- Conhece o produto, usaria, mas não tem noção do preço
- Usaria, mas não pagaria
- Disposto a pagar o valor de R\$ _____

10- Tem conhecimento que existe uma Norma de utilização do lodo de esgoto na agricultura?

- SIM NÃO

ANEXO 2 - Questionário proposto para entrevistar o Consumidor



Universidade Católica de Brasília
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação *Strico Sensus* em Planejamento e Gestão Ambiental

Nome do entrevistador _____

Data _____ Hora _____ Local _____

Questionário proposto para as entrevista

Bom dia/Boa tarde/Boa noite. Meu nome é....., estou realizando uma pesquisa para uma Dissertação de Mestrado da Universidade Católica de Brasília – UCB – com fins estritamente acadêmicos. A entrevista dura apenas 7 minutos e não perguntarei o seu nome, nem endereço e nem telefone, é anônima e confidencial. Posso contar com a sua atenção?

1- Local da entrevista supermercado feira sacolão CEASA
 outros, citar _____

2- Quando você compra hortaliças e frutas, o que mais lhe influencia na compra:

Sistema de produção (orgânico) Sistema de produção (convencional)

preço qualidade preço e qualidade facilidade de encontrar

3- Sabe o que é lodo de esgoto?

SIM NÃO

(se a resposta for não, explicar para o entrevistado).

4- Sabe que o mesmo é utilizado como adubação na agricultura?

SIM NÃO

5- Você compraria alimentos produzidos com lodo de esgoto como adubação na agricultura?

SIM

NÃO

6- Caso a resposta for “Não”, porque você não compraria produtos produzidos com lodo de esgoto?

contaminação dos produtos (doenças) contaminação do meio ambiente nojo metais pesados falta de informação do produto e suas conseqüências

dificuldade em aceitar comer um alimento produzido com fezes humanas

7- Se você soubesse que a utilização do lodo de esgoto na agricultura é uma das melhores maneiras para resolver o problema de sua destinação final e também soubesse que o lodo de esgoto tratado adequadamente é um produto confiável para adubação dos alimentos e que não provocaria doenças, você compraria alimentos produzidos com o lodo de esgoto?

SIM

NÃO

8- Até quanto você estaria disposto a pagar a mais na sua conta de esgoto para ter um lodo de esgoto devidamente tratado antes de ser utilizado na agricultura?

não pagaria

de R\$ 3,00 a 5,00 reais por mês

de R\$ 6,0 a 10,00 reais por mês

de R\$ 11,0 a 50,00 reais por mês

de R\$ 51,00 a 100,00 reais por mês

acima de R\$ 100,00 reais por mês

9- Você sabia que a CAESB tem embutido os custos de operação e manejo do lodo de esgoto na sua conta de esgoto? (com depósito, custo com colocação em cascalheiras, adubação de cobertura em reflorestamento, entre outros)

SIM

NÃO

10- Caso o lodo de esgoto representasse uma receita para a CAESB e conseqüentemente abaixasse sua conta de esgoto residencial, você consumiria alimentos produzidos com o lodo de esgoto como adubo?

- SIM NÃO

11- Faixa de rendimento do entrevistado.

- de 1 a 3 salários mínimos (R\$ 300,00 a 900,00 reais);
- de 3 a 6 salários mínimos (R\$ 901,00 à 1.800,00 reais);
- de 6 a 10 salários mínimos (R\$ 1.801,00 a 3.000,00 reais);
- de 10 a 15 salários mínimos (R\$ 3.001,00 a R\$ 4.500,00 reais);
- acima de 15 salários mínimos (acima de R\$ 4.501,00 reais)

12-Nível de escolaridade.

- analfabeto
- até a 4° série
- até 8° série
- 2° grau completo
- 3° grau completo

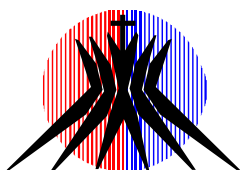
13- Faixa etária.

- 18 a 21 anos
- 22 a 28 anos
- 29 a 35 anos
- 36 a 45 anos

46 a 55 anos

acima de 56 anos

ANEXO 3 - Questionário tabulado do Produtor Rural



Universidade Católica de Brasília
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação *Strico Sensus* em Planejamento e Gestão Ambiental

Introdução: Os resultados para cada questão estão apresentados logo após o item respondido e os percentuais em parênteses.

1-Produtor da Região Administrativa de _____

- Produtor Familiar 226 (55%)
- Produtor Patronal 184 (45%)

2- O que produz em sua propriedade?

Hortaliças 172
Frutíferas 91
Grãos 128
Floricultura 7
Pecuária 52
Plantas ornamentais 7
Piscicultura 7
Avicultura 9
Suinocultura 4
Ovinos /caprinos 4
Agroindústria 3

3- Você conhece a utilização do lodo de esgoto como adubo na agricultura?

- SIM 299 (73%)
- NÃO 111 (27%)

4- Você já usou o lodo de esgoto em sua propriedade?

- SIM 135 (33%)
- NÃO 275 (67%)

5- (No caso Positivo a pergunta anterior), em quais culturas?

- hortaliças 36
- frutíferas 39
- grãos 58
- plantas medicinais 1
- plantas florestais 6
- plantas ornamentais 7
- Pastagem 10

6- Se já utilizou, o que mais estimulou você a usar o lodo de esgoto?

- viabilidade econômica 61
- produtividade alcançada 59
- facilidade de manuseio 27
- recomendação técnica 34
- recomendação de vizinho 28
- facilidade de manuseio 2
- garantia de qualidade 27
- facilidade de aquisição 3
- curiosidade 1
- doação 2
- fertilidade do solo 1
- propaganda da CAESB 2

7- Em sua opinião, quais são os aspectos negativos da utilização do lodo de esgoto na agricultura?

- cheiro – odor 132
- preço
- nojo 45
- doenças 74
- aparência 32
- contaminação ambiental 92
- difícil manuseio 52
- muita umidade do produto 47

- dificuldade na aquisição 23
- metais pesados 25
- dificuldade do frete 3
- preconceito do consumidor 3
- imagem negativa 2
- nenhum 2

8- Você tem idéia das doenças possíveis transmitidas pelo lodo de esgoto?

- SIM 131 (32%)
- NÃO 279 (68%)

Se "sim", citar quais que são do seu conhecimento. _____

Obs: caso negativo, explicar para o entrevistado este processo.

9- Até quanto você estaria disposto a pagar para ter um lodo de esgoto tratado e de melhor qualidade? (preço por m³ ou tonelada) _____

- Usaria, mas não Pagaria 65 (16%)
- Não usaria 45 (11%)
- Não respondeu por falta total de conhecimento 86 (21%)
- Conhece o produto, usaria, mas não tem noção do preço 33 (8 %)
- Responderam estarem dispostos a pagar 181 (44%)

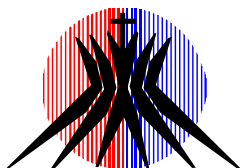
Valor respondido em R\$	Respostas
R\$ 1.00	3
R\$ 2.00	4
R\$ 5.00	10
R\$ 6.00	6
R\$ 7.00	6
R\$ 8.00	13
R\$ 9.00	9
R\$ 10.00	33
R\$ 13,00	13
R\$ 15.00	18
R\$ 16,00	3
R\$ 18.00	5

R\$ 20.00	18
R\$ 25.00	9
R\$ 30.00	12
R\$ 35.00	3
R\$ 50.00	8
R\$ 60.00	2
R\$ 100.00	6
Total	181

10- Tem conhecimento que existe uma norma de utilização do lodo de esgoto na agricultura?

- SIM 143 (35%)
- NÃO 267 (65%)

ANEXO 4 - Questionário tabulado do Consumidor Urbano



Universidade Católica de Brasília
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação *Strico Sensus* em Planejamento e Gestão Ambiental

Introdução: Os resultados para cada questão estão apresentados logo após o item respondido e os percentuais em parênteses.

1-Local da entrevista.

- supermercado 271 (64%)
- feira 09 (2.0%)
- sacolão 93 (22%)
- CEASA 34 (8%)
- outros, Mercadinho 17 (4%)

2- Quando você compra hortaliças e frutas, o que mais lhe influencia na compra:

- Sistema de produção (orgânico) 25 (6%)
- Sistema de produção (convencional)
- Preço 76 (18%)
- Qualidade 85 (20%)
- Preço e qualidade 221 (52%)
- Facilidade de encontrar 17 (4 %)

3- Sabe o que é lodo de esgoto?

- SIM 148 (35%)
- NÃO 276 (65%)

4- Sabe que o mesmo é utilizado como adubação na agricultura?

- SIM 34 (8%)
- NÃO 390 (92%)

5- Você compraria alimentos produzidos com lodo de esgoto como adubação na agricultura?

- SIM 76 (18%)
- NÃO 348 (82%)

6- Caso a resposta for “Não”, porque você não compraria produtos produzidos com lodo de esgoto?

- contaminação dos produtos (doenças) 134
- contaminação do meio ambiente 34
- nojo 153
- metais pesados 18
- falta de informação do produto e suas conseqüências 149
- dificuldade em aceitar comer um alimento produzido com fezes humanas 126

7- Se você soubesse que a utilização do lodo de esgoto na agricultura é uma das melhores maneiras para resolver o problema de sua destinação final e também soubesse que o lodo de esgoto tratado adequadamente é um produto confiável para adubação dos alimentos e que não provocaria doenças, você compraria alimentos produzidos com o lodo de esgoto?

- SIM 170 (40%)
- NÃO 254 (60%)

8- Até quanto você estaria disposto a pagar na sua conta de esgoto para ter um lodo de esgoto devidamente tratado antes de ser utilizado na agricultura?

- não pagaria 297 (83%)
- de R\$ 3,00 a 5,00 reais por mês 50 (14%)
- de R\$ 6,0 a 10,00 reais por mês 10 (3%)
- de R\$ 11,0 a 50,00 reais por mês
- de R\$ 51,00 a 100,00 reais por mês
- acima de R\$ 100,00 reais por mês

9- Você sabia que a CAESB tem embutido os custos de operação e manejo do lodo de esgoto na sua conta de esgoto? (com depósito, custo com colocação em cascalheiras, adubação de cobertura em reflorestamento, entre outros)

- SIM 34 (8%)
- NÃO 390 (92%)

10- Caso o lodo de esgoto representasse uma receita para a CAESB e conseqüentemente abaixasse sua conta de esgoto residencial, você consumiria alimentos produzidos com o lodo de esgoto como adubo?

- SIM 182 (43%)
- NÃO 242 (57%)

11- Faixa de rendimento do entrevistado.

- de 1 a 3 salários mínimos (R\$ 300,00 a 900,00 reais); 114 (27%)
- de 3 a 6 salários mínimos (R\$ 901,00 à 1.800,00 reais); 204 (48%)
- de 6 a 10 salários mínimos (R\$ 1.801,00 a 3.000,00 reais); 76 (18%)
- de 10 a 15 salários mínimos (R\$ 3.001,00 a R\$ 4.500,00 reais); 8 (2%)
- Acima de 15 salários mínimos (acima de R\$ 4.501,00 reais) 21 (5%)

12-Nível de escolaridade.

- analfabeto 0
- até a 4° série 30 (7%)
- até 8° série 93 (22%)
- 2° grau completo 212 (50%)
- 3° grau completo 89 (21%)

13- Faixa etária.

- 18 a 21 anos 13 (3%)
- 22 a 28 anos 85 (20%)
- 29 a 35 anos 133 (31.5%)
- 36 a 45 anos 95 (22.5 %)
- 45 a 55 anos 68 (16%)
- acima de 56 anos 30 (7%)