

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
EM ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - PPGEMA

FERNANDA POSCH RIOS

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS INDIVIDUAIS DE DISPOSIÇÃO DE
ESGOTOS E DAS EMPRESAS LIMPA-FOSSAS NA REGIÃO
METROPOLITANA DE GOIÂNIA

Goiânia
2010

FERNANDA POSCH RIOS

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS INDIVIDUAIS DE DISPOSIÇÃO DE
ESGOTOS E DAS EMPRESAS LIMPA-FOSSAS NA REGIÃO
METROPOLITANA DE GOIÂNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente PPGEMA, da Universidade Federal de Goiás, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia do Meio Ambiente.

Área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Eraldo Henriques de Carvalho

Goiânia
2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
GPT/BC/UFG**

R586a Rios, Fernanda Posch.
Avaliação de sistemas individuais de disposição de esgotos e das empresas limpa-fossas na região metropolitana de Goiânia [manuscrito] / Fernanda Posch Rios. – 2010.
xiv, 108 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Eraldo Henriques de Carvalho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, 2010.
Bibliografia: f. 77 - 82
Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.
Apêndices.

1. Tratamento de esgoto sanitário 2. Tanque séptico 3. Lodo séptico 4. Limpa-fossa I. Título

CDU: 628.32/.35(817.3)

FERNANDA POSCH RIOS

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS INDIVIDUAIS DE DISPOSIÇÃO
DE ESGOTOS E DAS EMPRESAS LIMPA-FOSSAS NA REGIÃO
METROPOLITANA DE GOIÂNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente – PPGEMA da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Meio Ambiente, aprovada em 26 de março de 2010, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eraldo Henriques de Carvalho
UFG – Presidente da Banca

Prof. Dr. Marco Antônio Almeida de Souza
UNB – Examinador Externo

Prof. Dr. Paulo Sérgio Scalize
UFG – Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

Ao apoio incondicional de meu amado esposo Paulino Lemes Costa e de meus filhos Gabriel e Daniel que, apesar da inocência da idade, tentaram compreender a necessidade dos momentos de minha ausência.

Ao professor Dr. Eraldo Henriques de Carvalho pela orientação, apoio e dedicação à realização deste trabalho.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Universidade Federal de Goiás pela oportunidade de crescimento profissional, em especial aos professores Dr. Rogério de Araújo Almeida que no início deste trabalho foi de relevante importância como co-orientador e ao Dr. Paulo Sérgio Scalize pelas valiosas contribuições e sugestões dadas durante a participação no exame de qualificação.

À professora Dra. Luiza Cintra Campos pela indicação de referências bibliográficas e demais contribuições.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás pelo incentivo e oportunidade de capacitação e aperfeiçoamento profissional. E à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

Aos proprietários das empresas limpa-fossas, bem como seus funcionários que consentiram as entrevistas e permitiram o acompanhamento dos trabalhos de campo.

Aos seguintes órgãos e respectivos funcionários: SANEAGO, Estação de Tratamento de Esgotos de Goiânia, Agência Municipal de Meio Ambiente, Secretaria das Cidades do Estado de Goiás e Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, pela atenção e compromisso em repassar as informações necessárias para a realização desta pesquisa.

Aos alunos Francisco Carlos Soares de Sousa, Guilherme Franchini Santana, Rainiere de Siquera, Thiago Barros Aguiar e Leandro Oliveira Calixto pela ajuda no trabalho de campo e coleta de dados.

Às amigas Jussanã Milograna Côrtes, Alyne Alves Lessa, Bárbara Cristina Castro de Melo Rocha, Daniela Cristina Fonseca Camplesi e Valéria de Lima Jardim, companheiras de todos os momentos desta jornada.

RESUMO

RIOS, F. P. (2010). **Avaliação de sistemas individuais de disposição de esgotos e das empresas limpa-fossas na Região Metropolitana de Goiânia**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.108p.

O sistema de coleta de esgoto sanitário da cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás, conta com mais de 2.500 km de rede coletora, que descarrega os esgotos em interceptores implantados às margens dos principais cursos d'água da cidade. Cerca de 82% da população dessa capital é atendida com rede coletora de esgoto sanitário, o que a distancia da realidade da Região Metropolitana de Goiânia (RMG), constituída da cidade principal, Goiânia, englobando mais doze municípios: Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Goianápolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade. Em todo o país, não se dispõe de informações precisas sobre os aspectos construtivos e de manutenção dos sistemas individuais de tratamento ou disposição de esgoto sanitário, seja na forma de tanque séptico ou de fossa rudimentar. Também são desconhecidas características qualitativas e quantitativas das empresas limpa-fossas, os procedimentos operacionais adotados, as condições de trabalho dos operários e dos equipamentos utilizados. Diante disso, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar os aspectos construtivos e de manutenção dos sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgotos sanitário e diagnosticar a atuação das empresas limpa-fossas que atendem a RMG. Essas informações são imprescindíveis para o estabelecimento de medidas corretivas, planejamento e metas que venham minimizar os impactos deletérios à saúde pública e ao meio ambiente referentes ao lodo disposto pelas empresas limpa-fossas. A coleta de dados foi feita por meio de visitas *in loco* e entrevistas com 110 usuários de sistemas individuais de tratamento e disposição de esgotos sanitários distribuídos entre os 13 municípios da RMG. Posteriormente, foram identificadas e visitadas todas as empresas atuantes no ramo de serviços de limpa-fossas na RMG. Para complementação das informações necessárias, foi feito o acompanhamento de 60 atendimentos distribuídos entre todas as empresas. Foi determinado, ainda, o percentual médio da vazão mensal tratada referente ao lodo disposto pelas empresas limpa-fossas na Estação de Tratamento de Esgoto de Goiânia (ETE Goiânia). Como resultado, foi verificado que o uso correto do sistema tanque séptico, recomendado pela NBR 7229/93 é pequeno frente à demanda de domicílios ainda não atendidos por rede coletora de esgotos. A população usuária apresenta pouco conhecimento a respeito do referido sistema e a solução mais usada para a destinação dos esgotos sanitários ainda é a fossa rudimentar. Poucas empresas possuem licença ambiental, a maioria é classificada como microempresa e já atua no mercado por um período superior a 5 (cinco) anos. Uma empresa tem permanecido como líder no mercado da RMG durante o biênio 2008 e 2009. Entre todas as empresas, não há adoção de cuidados específicos com a higiene do trabalhador e com os equipamentos usados. A frota de caminhões apresenta idade média acima de 30 (trinta) anos, e todos eles foram adaptados para receber o tanque metálico e a bomba de anel líquido. O percentual médio mensal de lodo de limpa-fossa disposto na ETE Goiânia é pequeno, e não provoca alteração da qualidade do efluente final. A ETE recebe diariamente uma média de 28 caminhões, sendo a sexta-feira o dia mais movimentado. Apesar de todas as empresas estarem cientes das restrições estabelecidas pela empresa concessionária dos serviços de água e esgoto no Estado de Goiás (SANEAGO), para o recebimento de material com características diferentes de esgoto sanitário, 44% delas assumem a realização de coleta, transporte e disposição final em locais alternativos de lodo industrial, declaradamente contaminado com cromo.

PALAVRAS-CHAVE: Limpa-fossa; lodo séptico; tratamento de esgoto sanitário; tanque séptico.

ABSTRACT

RIOS, F. P. (2010). **Evaluation of individual systems of sanitary sewage disposal and on-site sewage cleaning service companies in the Metropolitan Area of Goiânia**. Master dissertation, Civil Engineering School, Federal University of Goiás, Goiânia, 2010. 108p.

The system collects sewage from the city of Goiânia, capital of Goiás state, has more than 2500 km of collection network, which discharges into the sewer interceptors deployed on the banks of major watercourses in the city. About 82% of the population of this capital is serviced with sanitary sewer collection system, which the distance from the reality of the Metropolitan area of Goiânia, constituted the main city, Goiânia, comprising twelve municipal districts: Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Goianópolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador de Goiás and Trindade. The Metropolitan area of Goiânia and the rest of the country lack accurate information about the constructive and maintenance aspects of individual systems of sanitary sewage treatment and sanitary sewage disposal, whether as a septic tank or as an on-site sewage facility. The quality and the number of on-site sewage cleaning service companies, their operational procedures, their workers conditions as well as their equipments are also unknown to people. Considering all that, the present work aims to evaluate the constructive and maintenance aspects of individual systems of sanitary sewage treatment and sanitary sewage disposal as well as to make a diagnosis of the performance of on-site sewage cleaning service companies that serve the Metropolitan area of Goiânia. All this information is essential to set corrective measures, plans and goals in order to minimize the impacts harmful to public health and to the environment as regards to the mud displayed by the on-site sewage cleaning service companies. All of the on-site sewage cleaning service companies that serve the Metropolitan area of Goiânia were identified and visited. As an addition to the useful information, 60 services displayed among different companies were closely watched. It was also determined the average percentage of the monthly treated flow related to the sludge displayed by the on-site sewage cleaning service companies inside the Sewage Treatment Plant of Goiânia. As a result it was verified that the correct use of the septic tank system, which is recommended by NBR 7227/93, is small compared to the house units demand not yet served by the plumbing sewage disposal system. As the users show little knowledge about the aforementioned system, the type of solution most used to sanitary sewage is still the cesspool. Few companies have environmental license, and most of them are classified as micro companies and have been in the market for over five years. Just one company was a market leader throughout 2008 and 2009. All companies have not been taking special care concerning both workers and equipments hygiene. Their truck fleet are in average 30 years old and all of them were adapted to receive the metallic tank and the liquid ring pump. The average month amount of sludge coming from sewage cleaning in the Sewage Treatment Station of Goiânia is small and does not alter the final flow quality. The Sewage Treatment Station of Goiânia daily receives an average of 28 trucks, being Friday the busiest day. Despite all companies are aware of the restrictions imposed by SANEAGO as regards to not receiving material other than sanitary sewage, 44% of them realize the collection, transport and final disposal in alternative places with industrial sludge which are clearly contaminated with chrome.

Key words: on-site sewage cleaning sanitary company; septic sludge; septic tank; sewage treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de poço absorvente, indicando possibilidade de contaminação do lençol freático.....	7
Figura 2 – Esquemas de fossas (A) seca, (B) estanque e de fermentação(C)	8
Figura 3 – Detalhes construtivos de um tanque séptico	10
Figura 4 – Esquema de um modelo original de caminhão limpa-fossa, com acessórios de hidrojateamento	17
Figura 5 – Opções preconizadas pela NBR 13969 (ABNT, 1997) para pós-tratamento e disposição final dos efluentes líquidos e do lodo sedimentado provenientes dos tanques sépticos	18
Figura 6 – Mapa da região metropolitana de Goiânia	24
Figura 7 – Comparativo do Coeficiente de Gini entre cidades da América Latina.....	25
Figura 8 – Distribuição percentual dos sistemas individuais de tratamento ou de disposição de esgotos de acordo com sua localização no lote.	45
Figura 9 – Distribuição percentual dos sistemas individuais de tratamento ou de disposição de esgotos de acordo com a dificuldade de acesso.....	45
Figura 10 – Exemplos de sistemas individuais de tratamento de esgoto localizados nas calçadas.....	46
Figura 11 – Distribuição percentual da adequação dos dispositivos de inspeção encontrados nos sistemas individuais de tratamento ou de disposição de esgoto	46
Figura 12 – Exemplos de inadequação ou ausência dos dispositivos de inspeção das fossas	47
Figura 13 – Correlação do uso de sistema tanque séptico/sumidouro e o nível de escolaridade	48
Figura 14 – Correlação do uso de sistema tanque séptico/sumidouro e as classes sócio-econômicas	48
Figura 15 – Número de empresas limpa-fossas atuantes junto à ETE Goiânia no triênio 2007 - 2009	50
Figura 16 – Distribuição espacial das empresas limpa-fossas na Região Metropolitana de Goiânia	52
Figura 17 – Distribuição percentual da quantidade média de funcionários das empresas limpa-fossas	53

Figura 18 – Distribuição percentual do tempo de permanência dos funcionários nas empresas limpa-fossas.....	53
Figura 19 – Distribuição percentual do tempo médio das empresas limpa-fossas no mercado da Região Metropolitana de Goiânia.....	54
Figura 20 – Distribuição percentual de outras atividades desenvolvidas por empresas limpa-fossas na Região Metropolitana de Goiânia.....	55
Figura 21 – Estimativa do número médio de atendimentos diários pelas empresas limpa-fossas da Região Metropolitana de Goiânia, para o primeiro semestre de 2009.....	56
Figura 22 – Número médio de viagens diárias até a ETE Goiânia para destinação final do lodo coletado por empresas limpa-fossas, durante o primeiro semestre de 2009.....	57
Figura 23 – Exemplos de uso precário de equipamentos de proteção individual durante a operação de esvaziamento de sistema individual de tratamento de esgoto.....	59
Figura 24 – Distribuição percentual dos modelos dos caminhões limpa-fossas que atendem a região metropolitana de Goiânia.....	61
Figura 25 – Exemplo de má conservação dos caminhões limpa-fossas.....	61
Figura 26 – Distribuição percentual da capacidade volumétrica dos caminhões limpa-fossas.....	62
Figura 27 – Destaque dos visores de nível de carregamento do tanque de um caminhão limpa-fossa.....	63
Figura 28 – Detalhe do suporte de mangueira e da tampa traseira com dobradiça de um caminhão limpa-fossa.....	64
Figura 29 – Destaque dos diversos tipos de mangueiras usadas em um caminhão limpa-fossa.....	64
Figura 30 – Exemplo de comprometimento da estanqueidade do sistema de sucção.....	65
Figura 31 – Distribuição percentual da variação dos prazos para atendimento aos clientes das empresas limpa-fossas.....	66
Figura 32 – Distribuição percentual da variação do tempo de duração do atendimento.....	67
Figura 33 – Foco de preocupação dos clientes das empresas limpa-fossas relacionada com higiene e limpeza.....	67
Figura 34 – Principais itens atrativos dos clientes para contratação de empresas limpa-fossas.....	68
Figura 35 – Estimativa da variação volumétrica mensal do lodo despejado por empresas limpa-fossas na ETE Goiânia.....	68

Figura 36 – Variação de movimentação de caminhões limpa-fossas na ETE Goiânia entre os dias da semana, durante o biênio 2008-2009.....	69
Figura 37 – Variação mensal do número de empresas limpa-fossas atendidas pela ETE Goiânia	70
Figura 38 – Comparação dos volumes mensais de despejo das cinco empresas que mais usam a ETE Goiânia como local de disposição final do lodo coletado	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Solução alternativa adotada na ausência da rede coletora de esgoto sanitário	5
Tabela 2 – Causas para a ineficiência dos serviços e insatisfação dos clientes de esvaziamento de sistemas locais de disposição de esgoto, identificadas em estudo realizado em Garbone (Botswana).....	16
Tabela 3 – Ações para gestão do lodo proveniente de sistemas individuais de disposição de esgoto.....	23
Tabela 4 – Serviços públicos de prestação de energia elétrica, água tratada e coleta de esgoto entre os municípios que formam a RMG	26
Tabela 5 – Estações de tratamento de esgoto disponibilizadas aos municípios constituintes da RMG.....	28
Tabela 6 – Resumo dos limites de alguns parâmetros dos efluentes líquidos industriais para lançamento no sistema coletor público de esgoto sanitário da SANEAGO.....	29
Tabela 7 – Limites toleráveis, estabelecidos pela SANEAGO, para o recebimento de lodos coletados por caminhão limpa-fossa na ETE Goiânia.....	31
Tabela 8 – Valores críticos associados ao grau de confiança na amostra	34
Tabela 9 – Equipamentos de proteção individual indicados para o uso de trabalhadores que exercem atividades de manutenção e limpeza de sistemas de tratamento de esgoto sanitário.....	40
Tabela 10 – Tipos de sistemas encontrados em campo e suas quantidades distribuídas por nível de escolaridade	48
Tabela 11 – Tipos de sistemas encontrados em campo e suas quantidades distribuídas por classe sócio-econômica	48
Tabela 12 – Distribuição quantitativa de empresas limpa-fossas na Região Metropolitana de Goiânia	51
Tabela 13 – Características das bombas de anel líquido que equipam os caminhões limpa-fossas	63
Tabela 14 – Porcentagem média de contribuição mensal das dez empresas limpa-fossas que mais usam a ETE Goiânia como local de disposição final de lodos	71
Tabela 15 – Parâmetros referentes ao lodo de caminhão limpa-fossa.....	71
Tabela 16 – Parâmetros de operação da ETE Goiânia	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AMMA – Agência Municipal de Meio Ambiente (de Goiânia)
- ART – Anotação de Responsabilidade Técnica
- CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
- CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
- DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DNA – Ácido Desoxirribonucleico Nitrogenado
- DQO – Demanda Química de Oxigênio
- EAWAG – *Swiss Federal Institute for Environmental Science & Technology* (Instituto Federal Suíço de Ciência Ambiental e Tecnologia)
- ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
- ETEs – Estações de Tratamento de Esgoto
- FINEP – Financiadora de Ensino e Projetos
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- IWA – *International Water Association* (Associação Internacional da Água)
- NBR – Norma Brasileira Registrada
- PNAD – Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio
- PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
- RMG – Região Metropolitana de Goiânia
- SANDEC – *Department of Water & Sanitation in Developing Countries* (Departamento de Água e Saneamento de Países em Desenvolvimento)
- SANEAGO – Saneamento de Goiás Sociedade Anônima
- SEMARH – Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (do Estado de Goiás)
- SEPIN – Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação
- SS – Sólidos suspensos
- ST – Sólidos Totais
- STF – Sólidos Totais Fixos
- STV – Sólidos Totais Voláteis
- WHO – *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo Geral	3
2.2	Objetivos Específicos.....	3
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1	Panorama do esgoto sanitário no Brasil.....	4
3.2	Tipos de sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto mais adotados no Brasil	6
3.2.1	Fossa ou poço absorvente.....	7
3.2.2	Fossas secas, estanques e de fermentação	7
3.2.3	Tanque séptico.....	9
3.3	Influência da natureza dos esgotos no desempenho dos tanques sépticos.....	11
3.3.1	Presença de óleos e gorduras no esgoto	11
3.3.2	Presença de fármacos, biocidas e metais pesados no esgoto.....	13
3.4	Operação e manutenção dos tanques sépticos	14
3.5	Formas de tratamento e de disposição final dos efluentes e do lodo sedimentado provenientes de fossas e tanques sépticos.....	17
3.6	Os novos desafios para a gestão do lodo proveniente das excretas humanas ...	21
3.7	Caracterização da região metropolitana de Goiânia	23
3.7.1	Atuação da Empresa SANEAGO no Estado de Goiás.....	27
3.7.2	Atuação da SANEAGO junto às empresas limpa- fossas	30
4	METODOLOGIA.....	32
4.1	Diagnóstico dos aspectos construtivos e de manutenção dos sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto.....	32
4.1.1	Definição do universo amostral.....	33
4.1.2	Escolha dos locais visitados	34
4.1.3	Características dos usuários dos sistemas visitados	35
4.1.4	Ítems relevantes observados e avaliados durante as visitas e entrevistas.....	36
4.2	Identificação e caracterização das empresas limpa-fossas	38

4.3	Avaliação dos procedimentos operacionais adotados pelas empresas limpa-fossas	39
4.4	Caracterização dos equipamentos mecânicos utilizados pelas empresas limpa-fossas	41
4.5	Conhecimento do nível de satisfação dos clientes das empresas limpa-fossas..	41
4.6	Estimativa do volume médio mensal de lodo disposto pelas empresas limpa-fossas na ETE Goiânia	42
4.7	Diagnóstico da atuação das empresas limpa-fossas na coleta, transporte e destinação final de efluentes e lodos industriais	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
5.1	Diagnóstico dos aspectos construtivos e de manutenção dos sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto.....	45
5.2	Identificação e caracterização das empresas limpa-fossas	49
5.3	Avaliação dos procedimentos operacionais adotados pelas empresas limpa-fossas	59
5.4	Caracterização dos equipamentos mecânicos utilizados pelas empresas limpa-fossas	60
5.5	Conhecimento do nível de satisfação dos clientes das empresas limpa-fossas..	66
5.6	Estimativa do volume mensal de lodo disposto pelas empresas limpa-fossas na ETE Goiânia.....	68
5.7	Diagnóstico da atuação das empresas limpa-fossas na coleta, transporte e destinação final de efluentes e lodos industriais	72
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	74
6.1	Conclusões	74
6.2	Recomendações para próximos trabalhos.....	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	APÊNDICES	83

1 INTRODUÇÃO

O relatório elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) reconhece que o ser humano que não tem acesso à água potável para fins domésticos, ou enquanto recurso produtivo, tem suas escolhas e liberdades limitadas pela doença, pobreza e vulnerabilidade. No ano de 2006, mais de 1 bilhão de pessoas no mundo, o equivalente a um quinto da população, não tinha acesso à água potável e 2,6 bilhões de seres humanos viviam em locais desprovidos de saneamento básico. Em decorrência disso, o número de mortes por doenças de veiculação hídrica evitáveis, tais como a diarreia ainda é elevado (PNUD, 2006). É reconhecida a importância de um adequado sistema de saneamento para a melhoria da qualidade de vida das populações e do seu potencial em evitar a ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias e a convivência com animais nocivos à saúde. Sabe-se que os benefícios dessas intervenções dependem da sua implantação e operação plena, não se restringindo apenas à disponibilização de recursos financeiros.

Os efluentes poluentes ou contaminantes gerados em muitas atividades produtivas desenvolvidas para a subsistência do ser humano, também devem ser considerados, por interferirem na eficiência de qualquer sistema de tratamento de esgoto sanitário. A implantação de pequenos comércios, indústrias e atividades produtivas de bens e serviços faz parte do processo de ocupação urbana e expansão das cidades. Assim, o regime de produção adotado, em qualquer atividade econômica, precisa estar aliado ao uso racional da água, ao controle de emissão, lançamento e disposição final de efluentes gasosos, líquidos e sólidos, atrelado à importância da geração do emprego e renda bem como ao desenvolvimento da sociedade.

A universalização dos serviços públicos de saneamento básico ainda é uma meta a ser alcançada no Brasil. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio (PNAD), no ano de 2007, apenas 57,4% do esgoto sanitário produzido pela população urbana brasileira eram encaminhados às redes coletoras de esgoto. O restante era disposto em fossa séptica (23,6%); ou de forma inadequada, por meio de fossa rudimentar (14,1%); valas (1,2%); direto em corpo receptor (1,9%) ou escoavam a céu aberto (1,8%). Na região Centro-Oeste, os índices encontrados eram inferiores à média nacional, apenas 38% da população urbana era atendida com rede coletora de esgoto, e cerca de 14% da população utilizavam a fossa séptica como solução local para tratamento dos esgotos produzidos (IBGE, 2007). É

sensato afirmar que as demais formas de disposição de esgoto representam uma ameaça constante à saúde da população e à qualidade do meio ambiente

A falta de serviços públicos para coleta e tratamento de esgoto sanitário nas áreas urbanas e rurais exige a instalação de algum meio local de disposição dos esgotos, de modo a evitar a contaminação humana, do solo e da água. O crescimento populacional e das cidades não é devidamente acompanhado pela implantação dos serviços públicos de saneamento básico, permitindo uma previsão de que as soluções individuais para o destino das águas residuárias continuarão sendo adotadas por um longo período de tempo (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

A NBR 7229 (ABNT, 1993) preconiza o uso do sistema de tanque séptico para o tratamento de esgotos de um ou mais domicílios. Esse sistema concede aos esgotos um grau de tratamento compatível à sua simplicidade e custo, sendo constituído por um conjunto de unidades destinadas ao tratamento de esgotos por processo de decantação e de digestão anaeróbia, mediante utilização de tanque séptico e unidades complementares de tratamento e/ou disposição final de efluentes e lodo.

O destino final do lodo proveniente de sistemas individuais de disposição ou tratamento de esgoto consiste em questões suscetíveis de diversas soluções que envolvem o lado financeiro da população usuária desses sistemas e a indefinição da responsabilidade das empresas prestadoras de serviços de saneamento pelo seu tratamento. A existência de poucos estudos sobre o tema tem levado à proposição de projetos integrados de pesquisa sobre lodo séptico, desenvolvidos pelo Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), com recursos da Financiadora de Ensino e Projetos (FINEP) e a participação de várias instituições de ensino superior de diversas regiões do país.

Na região metropolitana de Goiânia (RMG), assim como em todo o país, não se dispõe de informações precisas sobre os aspectos construtivos e de manutenção dos sistemas individuais de tratamento ou disposição de esgoto sanitário, seja na forma de tanque séptico ou de fossa rudimentar. Também se desconhecem as características qualitativas e quantitativas das empresas limpa-fossas, os procedimentos operacionais adotados, as condições de trabalho dos operários e dos equipamentos utilizados.

Diante desse contexto, este trabalho pretendeu reunir informações imprescindíveis para o estabelecimento de medidas corretivas, planejamento e metas que venham minimizar os impactos deletérios à saúde pública e ao meio ambiente referente ao lodo disposto pelas empresas limpa-fossas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto sanitário e as empresas limpa-fossas atuantes na região metropolitana de Goiânia.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Diagnosticar os aspectos construtivos e de manutenção de sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto sanitário;
- b) Identificar e caracterizar as empresas limpa-fossas;
- c) Avaliar os procedimentos operacionais adotados pelas empresas limpa-fossas;
- d) Caracterizar os equipamentos mecânicos utilizados pelas empresas limpa-fossas;
- e) Conhecer o nível de satisfação dos clientes das empresas atuantes na região metropolitana de Goiânia com serviços de limpa-fossas;
- f) Estimar o volume de lodo disposto pelas empresas limpa-fossas e avaliar os possíveis transtornos dessa prática na operação da ETE Goiânia;
- g) Diagnosticar a atuação das empresas limpa-fossas na coleta, transporte e destinação final de efluentes e lodos industriais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Panorama do esgoto sanitário no Brasil

O Brasil apresenta deficiência na área de saneamento básico com parcelas significativas da sua população sem acesso aos benefícios de água tratada e de rede coletora de esgotos. Esta situação é visível tanto quando se faz comparações entre as regiões do país como quando se confrontam áreas das grandes cidades. As condições de vida e de saúde alicerçam as grandes diferenças observadas entre as regiões brasileiras e, também, entre os espaços urbanos e rurais. Não por acaso, políticas de saneamento vêm sendo identificadas como prioridades que poderiam constituir um importante fator de equidade social (IBGE, 2007).

Na maioria das cidades brasileiras, o esgoto doméstico é coletado, transportado e lançado, em sua forma bruta, diretamente em corpos d'água, ocasionando a poluição dos mananciais e a contaminação das populações residentes à jusante do ponto de lançamento. Muitos municípios não dispõem de redes coletoras de esgoto, e nas cidades onde a infraestrutura está implantada, essa não alcança as regiões marginais e de nível sócio econômico mais baixo. O índice de utilização de fossas sofre variação considerável de região para região (ANDREOLI, 2009).

Mota (2006) atesta que o impacto negativo na vida aquática dos mananciais que recebem os esgotos sanitários ocorre pela presença de microorganismos patogênicos provenientes dos dejetos de origem humana e pelo consumo do oxigênio dissolvido na água para a biodegradabilidade da matéria orgânica ali presente. Quanto ao lançamento de efluentes industriais, além da matéria orgânica, substâncias químicas tóxicas ao homem e a outros animais podem chegar aos corpos receptores. Os esgotos precisam, portanto, ser coletados, tratados e ter um destino adequado, de forma que seja evitada a transmissão de doenças ao homem e minimizados os impactos ambientais.

A disposição adequada dos esgotos é essencial à proteção da saúde pública, evitando inúmeras doenças. A última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada durante o ano 2000, mostrou que dos 9.848 distritos brasileiros existentes, 58,40% deles não eram atendidos por rede coletora de esgoto sanitário. O impacto poluidor dessa

situação era potencializado pelo fato de apenas 1/3 do esgoto coletado receber algum tipo de tratamento (IBGE, 2002).

É importante esclarecer que na realização da PNSB os questionários são aplicados pela equipe de coleta de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) junto a todas as entidades públicas e privadas do país que prestam serviços no setor de saneamento básico para atendimento à população de cada município. É considerado como distrito servido de rede coletora aquele que apresenta algum tipo de serviço de esgotamento sanitário, independentemente da extensão da rede coletora e do número de ligações (IBGE, 2002). Portanto, apesar do índice de atendimento de serviços de rede coletora de esgoto ser baixo, a metodologia adotada pelo IBGE pode ter contribuído para o alcance de um índice melhorado ilusoriamente. Os dados estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Solução alternativa adotada na ausência da rede coletora de esgoto sanitário

Regiões	Número total de distritos	Distritos sem rede coletora							
		Número de distritos sem rede coletora	% de distritos não atendidos	Principal solução alternativa					Sem declaração
				Tanque séptico e sumidouro	Fossa seca	Vala aberta	Lançamentos em cursos d'água	Outros	
Brasil	9.848	5.751	58,40	2.776	2.431	197	143	185	19
Norte	607	572	94,23	182	284	85	14	4	3
Nordeste	3.084	2.151	69,75	1.026	865	94	53	113	-
Sudeste	3.115	571	18,33	146	312	10	52	40	11
Centro-Oeste	700	616	88,00	188	415	-	-	11	2
Sul	2.342	184	78,61	1.234	555	8	24	17	3

Fonte: IBGE, (2002)

Pilatti *et al.* (2008), em estudos para o diagnóstico da situação de disposição do esgoto doméstico das comunidades rurais que habitam a Bacia do Manancial Alagados, realizaram visitas em 165 unidades rurais na região situada espacialmente em áreas dos municípios de Ponta Grossa, Carambeí e Castro, no Estado do Paraná. As autoras constataram que aproximadamente 15% do esgoto doméstico era disposto em valas a céu aberto, 34% em

fossas rudimentares e cerca de 44% em tanques sépticos. Com relação ao lodo proveniente das fossas e dos tanques sépticos, este era disposto predominantemente no solo da bacia hidrográfica local, sem desinfecção prévia e sem nenhum critério técnico. Foi comprovado que nenhuma das unidades rurais visitadas possuía sumidouro ou filtro biológico após os tanques sépticos (ou qualquer outra forma de pós-tratamento do efluente). Foi observada a contaminação das águas consumidas pela população da bacia, devido ao afloramento do lençol freático e à alta taxa de incidência de fossas localizadas em cota superior à fonte de abastecimento de água.

3.2 Tipos de sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto mais adotados no Brasil

O sistema de esgotamento sanitário pode ser individual ou coletivo, dependendo das características da comunidade. O sistema individual é caracterizado pela disposição e/ou tratamento *in loco* de pequena contribuição de esgoto sanitário, proveniente de imóveis domiciliares, comerciais e públicos (PEREIRA; SOARES, 2006).

Segundo Kalbermatten, Julius e Gunnerson (1980), o sistema individual pode ser classificado como:

- a) Sistema sem transporte hídrico - Trata-se de um sistema estático, com a disposição local de excretas, (nos casos em que não se utiliza a água, para a descarga da bacia sanitária). A fossa seca de buraco (simples ou ventilada), a fossa seca tubular, a fossa estanque, a fossas de fermentação e a fossa química são exemplos desse sistema. São soluções pouco empregadas nas regiões urbanas brasileiras.
- b) Sistema com transporte hídrico - Trata-se de um sistema para a disposição e tratamento dos esgotos. A fossa ou poço absorvente e o tanque séptico são exemplos desse sistema.

O fato de muitas cidades não disporem de serviços de coleta de esgoto que atendam toda a população torna necessária a adoção de sistemas individuais, os quais nem sempre constituem soluções adequadas, podendo ser considerados sistemas rudimentares. Os dispositivos constituídos por fossa absorvente, fossa seca e fossa estanques, são instalações rústicas, que podem permitir a contaminação do solo e do lençol freático (MOTA, 2006).

3.2.1 Fossa ou poço absorvente

A fossa ou poço absorvente é bastante adotada nas cidades brasileiras. Consiste em um buraco construído de forma precária destinado a receber esgoto sanitário. Internamente, permite contato direto do material com o solo, podendo contaminar o lençol freático e o subsolo (ANDRADE NETO, 1997).

A fossa ou poço absorvente, mostrada esquematicamente na Figura 1, consiste em uma unidade de disposição de esgoto sanitário que associa em um único dispositivo os mecanismos que ocorrem nos tanques sépticos e sumidouros (HELLER; CHERNICHARO, 1996). Com o uso, o solo das fossas absorventes tende à colmatção e não propicia a infiltração dos esgotos, transformando-se em fossa seca ou estanque, mesmo não tendo sido construída com esse propósito.

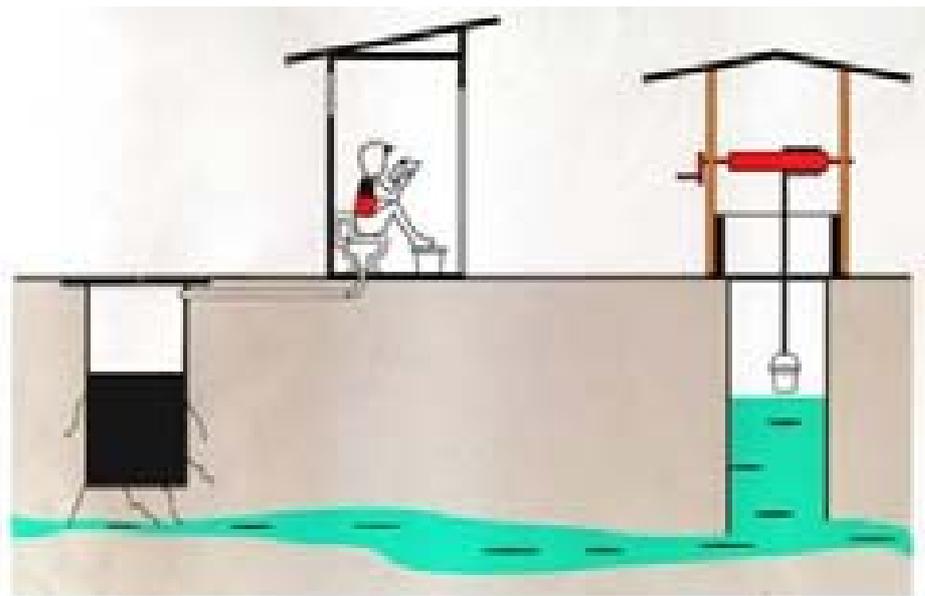


Figura 1 – Esquema de poço absorvente, indicando possibilidade de contaminação do lençol freático
Fonte: ECOLUCRO, (2009)

3.2.2 Fossas secas, estanques e de fermentação

As fossas secas, estanques e de fermentação, ilustradas na Figura 2, são formas usadas para a disposição de excretas. Segundo Mota (2006), são utilizadas em edificações cujas instalações sanitárias não dispõem de transporte hídrico. Nessas situações os dejetos, praticamente formados por excretas, são depositados diretamente na fossa. A profundidade depende das condições de escavação do solo e do nível do lençol freático.

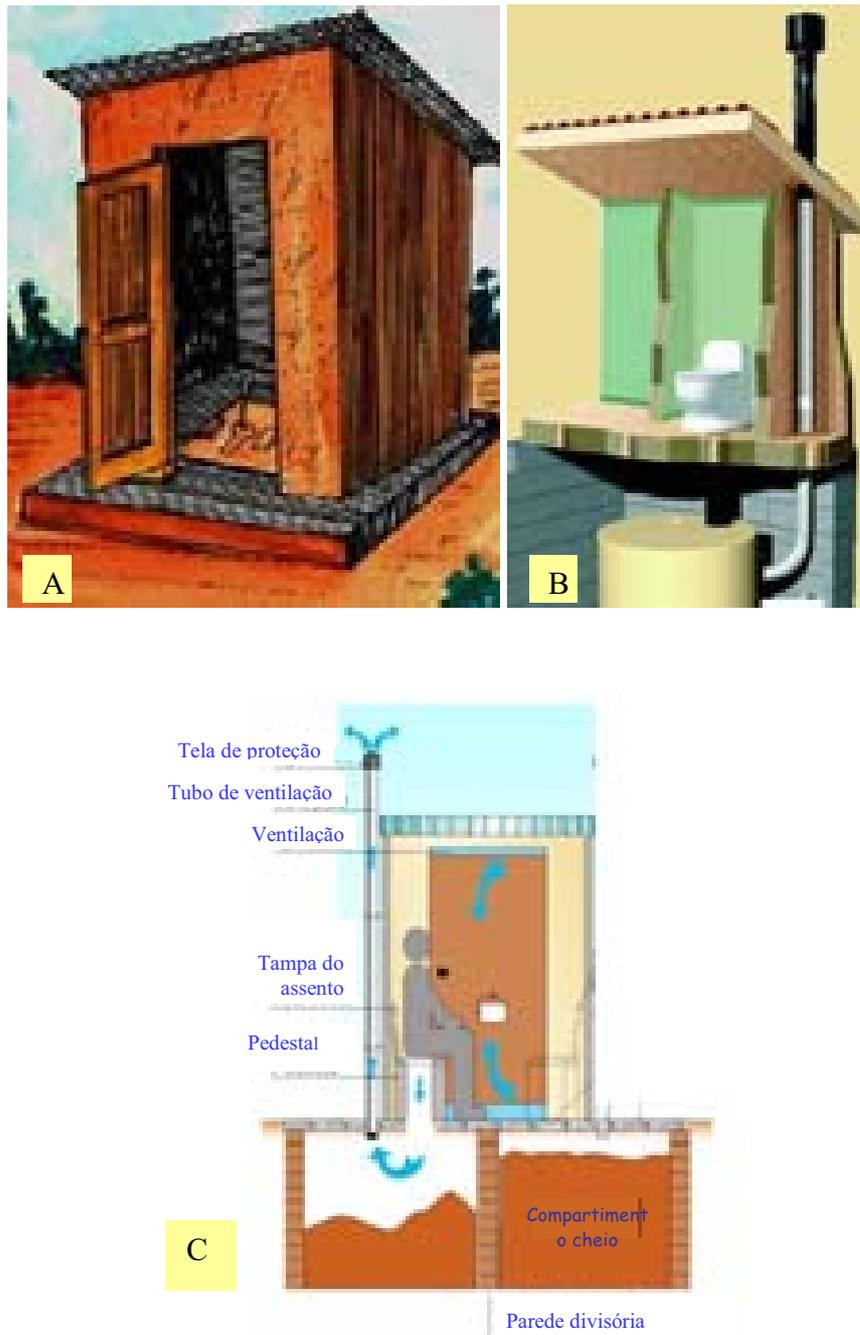


Figura 2 – Esquemas de fossas (A) seca, (B) estanque e de fermentação(C)
 Fontes: PIT LATRINE,(2009); VIP LATRINE, (2009) RECICLAFLORES, (2009)

Para a construção de uma fossa seca, Andrade Neto (1997) e Mota (2006) recomendam profundidades que garantam uma distância mínima de 1,5 m, em relação ao nível máximo do lençol freático. Segundo esses autores, essas fossas devem ser executadas em locais protegidos de inundação e afastadas de, no mínimo, 15 m de poços e outras coleções de água.

A fossa de fermentação consta essencialmente de duas câmaras contíguas e independentes destinadas a receber os dejetos, tal qual nas privadas de fossa seca. No início de sua utilização define-se uma câmara, que deve ser usada até o esgotamento de sua capacidade. Quando isto ocorrer, deve-se iniciar a utilização da segunda câmara. O material da primeira câmara ficará em repouso, e após o processo de fermentação natural, deverá ser removido de modo a disponibilizá-la ao uso novamente. De acordo com o tipo de solo, as privadas de fermentação poderão ter tanques enterrados, semi-enterrados, ou totalmente construídos na superfície do terreno (BRASIL, 2006).

A fossa estanque consiste em um tanque totalmente impermeabilizado, destinado a receber os dejetos, diretamente, sem descarga de água, em condições idênticas a privada de fossa seca. É uma solução indicada para regiões com lençol freático muito superficial, terrenos rochosos ou terrenos facilmente desmoronáveis e para lotes de pequenas proporções, onde há perigo de poluição de poços de suprimento de água

3.2.3 Tanque séptico

O tanque séptico constitui-se em uma solução técnica, com tratamento compatível à sua simplicidade e custo; por se tratar de um sistema estanque, a sua utilização minimiza a contaminação do solo e do lençol freático.

De acordo com Mota (2006), o tanque séptico consiste em um compartimento onde é feita a digestão dos dejetos, formando o lodo por meio do processo de decomposição por bactérias anaeróbias. Por esse motivo, o tanque séptico também é reconhecido como dispositivo decanto-digestor. A norma brasileira NBR 7229 preconiza a aplicação do tanque séptico primordialmente no tratamento de esgoto doméstico composto de água residuária de atividade higiênica e/ou de limpeza e em casos plenamente justificados, ao esgoto sanitário que inclui, além do esgoto doméstico, despejo industrial admissível a tratamento conjunto com esgoto doméstico e água de infiltração (ABNT, 1993).

O tanque séptico pode ser construído na forma cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal. Pode ser de câmara única, de câmaras em série ou de câmaras sobrepostas. Nesse sistema, o tratamento de esgoto ocorre por processos de sedimentação, flotação e digestão. No seu dimensionamento, deve-se considerar o número correto de pessoas e unidades contribuintes. Dimensões mínimas e profundidades máximas são recomendadas, de modo a se obter um bom resultado com a aplicação desse sistema de tratamento de esgoto

sanitário (ABNT, 1993). Detalhes construtivos de um tanque séptico estão ilustrados na Figura 3.

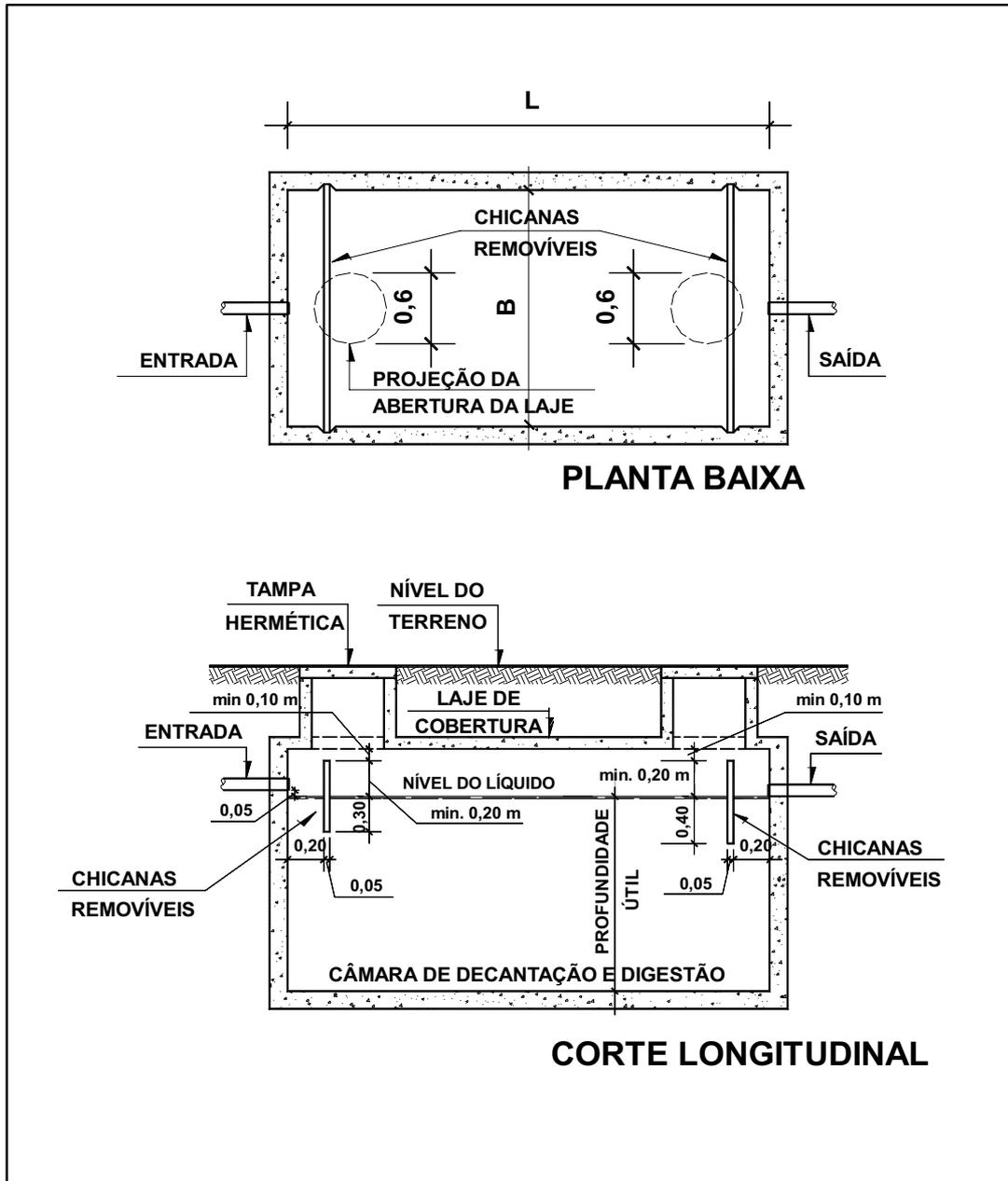


Figura 3 – Detalhes construtivos de um tanque séptico
 Fonte: ANDRADE, (2005)

Os dispositivos de entrada e saída (tês, septos, chicanas ou cortinas) influenciam a eficiência do tanque séptico. O dispositivo de entrada permite a redução da área de turbulência, o que favorece o processo de decantação e o dispositivo de saída permite a tomada de efluente no nível em que o líquido é mais clarificado, além de reter a espuma. (HARTMANN *et al.*, 2009).

3.3 Influência da natureza dos esgotos no desempenho dos tanques sépticos

O processo anaeróbio possui uma baixa taxa de produção de biomassa, apenas 10% a 20% do volume produzido em processos aeróbios, devido à reduzida taxa de crescimento dos microorganismos no ambiente anaeróbio. Para que os microorganismos convertam a matéria orgânica em produtos finais, deve-se manter a biomassa de bactérias ativas e proporcionar contato desta com o material orgânico do afluente. Por isso, o processo é mais suscetível a desequilíbrios provocados, principalmente, por substâncias agressivas a esses organismos (CAMPOS, 1999).

Os principais elementos químicos responsáveis pelo ataque às macromoléculas são as enzimas, as quais agem como catalisadores no processo. Estas enzimas exigem um ambiente adequado para sua ação específica (VAZOLLER, 1995). O processo de digestão anaeróbia requer uma perfeita interação entre as bactérias fermentativas e as metanogênicas. O grupo de bactérias metanogênicas é o mais sensível às variações ambientais, portanto, a manutenção das condições ideais para as mesmas é imprescindível. Além das condições operacionais, os fatores ambientais de temperatura, pH, presença de nutrientes e ausência de substâncias tóxicas influenciam diretamente (BARRETO, 2007).

A adequada degradação de matéria orgânica por qualquer processo biológico depende da manutenção de um ambiente favorável para os microorganismos, incluindo o controle e a eliminação de constituintes tóxicos. Segundo Chernicharo (1997), a toxicidade é considerada um dos principais empecilhos para a aplicação de processos anaeróbios. Vários compostos orgânicos e inorgânicos podem ser tóxicos ou ter efeitos inibitórios sobre o processo de digestão anaeróbia. O mesmo pode ser dito para a presença de metais pesados e substâncias organocloradas presentes no efluente a ser tratado, pois eles afetam os processos, mesmo em concentrações muito baixas, podem ser tóxicas para as bactérias (PINTO, 2006).

3.3.1 Presença de óleos e gorduras no esgoto

É natural a presença de material graxo ou gorduroso na composição do esgoto doméstico, em concentrações que vão de zero até 150 mg.L^{-1} , representando cerca de 10% do total dos principais grupos de substâncias orgânicas aí presentes (METCALF; EDDY, 1981).

O processo de fritura torna o óleo escuro, viscoso, aumenta sua acidez e desenvolve odor desagradável, comumente chamado de ranço. O uso repetido de óleos e

gorduras em frituras por imersão confere sabor e odor desagradáveis aos alimentos, além de características químicas comprovadamente nocivas à saúde. O desconhecimento da possibilidade de uso desses resíduos domésticos e comerciais, contribui para o seu lançamento na rede de esgoto (REIS; ELLWANGER; FLECK, 2007).

Alguns sistemas de pré-tratamento de esgoto utilizam caixas de gordura que atuam como dispositivos de retenção de partículas de materiais gordurosos para posterior remoção destas, com intuito de evitar a sua entrada na rede coletora ou no tanque séptico. Estas caixas são instaladas entre a tubulação de esgoto da cozinha e a rede pública ou o sistema individual de tratamento de esgoto. A remoção periódica do resíduo retido na caixa de gordura, muitas vezes, é tratada com negligência, ao se permitir um longo intervalo de tempo entre as operações de manutenção e ao se descuidar do destino correto para o material coletado (GNIPPER, 2008).

No estudo para avaliação da eficiência das caixas retentoras de gordura prescritas pela NBR 8160 (ABNT, 1999), funcionando como tanques de flotação natural, em sistemas prediais de esgoto sanitário, Gnipper (2008) obteve como resultado um desempenho insatisfatório para a maioria das situações de operação das caixas retentoras de gordura dimensionadas pelos critérios prescritos pela referida norma. Considerando determinadas faixas de vazões, os períodos de detenção hidráulica foram identificados como acentuadamente baixos. Jordão e Pessôa (1982) recomendam períodos de detenção a partir de 3 minutos, enquanto o autor do estudo obteve, para as caixas cilíndricas, um período de detenção entre 3 segundos e 1 minuto, bem aquém dos valores recomendados. Nas caixas de gordura prismáticas, os valores recomendados só foram verificados quando o sistema operava sob baixas vazões de contribuição.

Segundo Cassini *et al.* (2005), a presença de óleos e graxas em grandes quantidades no esgoto sanitário gera problemas tanto na rede coletora, quanto no sistema de tratamento. Esses compostos promovem agregação de partículas em suspensão, que ao depositar-se no interior das tubulações provocam restrições ao fluxo líquido, redução da velocidade do escoamento e elevação da altura da lâmina líquida. A deposição de sólidos em transporte por via hídrica causa entupimento de redes, dutos e reservatórios do sistema de tratamento de esgoto, contribuindo para a exalação de maus odores, transbordamento de fossas e caixas de gordura.

Reis, Ellwanger e Fleck (2007) afirmam que o despejo de óleos nos esgotos pluviais e sanitários provoca impactos ambientais significativos, pois os óleos emulsificam-se com a matéria orgânica, ocasionando entupimentos em caixas de gordura e tubulações,

podendo gerar pressões que conduzem à infiltração do esgoto no solo, poluindo o lençol freático ou ocasionando refluxo à superfície. A inexistência de tratamento de esgotos previamente ao lançamento ao corpo receptor eleva as concentrações de óleos totais no mesmo, depreciando sua qualidade para vários fins, podendo ocasionar modificação pontual de pH e diminuição da taxa de trocas gasosas da água com a atmosfera.

3.3.2 Presença de fármacos, biocidas e metais pesados no esgoto

De acordo com Guardabassi *et al.* (1998), os medicamentos utilizados pelo homem alcançam o esgoto por meio da urina e das fezes e, também, pela disposição inadequada. Os compostos farmacêuticos são eliminados nos vasos sanitários de residências, hotéis, dormitórios, instalações comerciais e locais prestadores de serviços de saúde. Esses pontos são conhecidos como contribuintes de contaminação dos esgotos por antibióticos. A presença dos antibióticos no esgoto, mesmo quando tratados, permite o seu alcance a ambientes aquáticos naturais.

As principais diferenças entre os esgotos hospitalares e os esgotos sanitários referem-se à composição orgânica e biodegradabilidade. Al-Ahmad, Dashner e Kümmerer (1999), estudando a biodegradabilidade de antibióticos e sua inibição em sistemas de tratamento de esgoto, verificaram que muitos antibióticos não são completamente metabolizados após o seu lançamento em sistemas de coleta e tratamento de esgotos, permanecendo ativos na fase líquida por período de 28 a 40 dias, quando exercem potencial ação seletiva sobre as populações bacterianas presentes, podendo alterar a eficiência do sistema biológico de tratamento de esgoto.

Segundo Lorenz e Wackernagel (1994), o esgoto é um ambiente propício para transferência de genes resistentes a antibióticos entre as bactérias, devido a elevada concentração de nutrientes e sólidos suspensos que facilitam o desenvolvimento das bactérias. Os nutrientes podem influenciar indiretamente o processo de transferência de genes resistentes pelo fato de aumentar a densidade e a atividade metabólica bacteriana, enquanto os sólidos suspensos fornecem superfícies ideais para a concentração de vários componentes, como os bacteriófagos, ácido desoxirribonucléico nitrogenado livre (DNA) e bactérias. A possibilidade de transferência horizontal é ampliada devido à elevada concentração de bactérias no esgoto, uma vez que há maior probabilidade de uma bactéria doadora de genes resistentes encontrar outra receptora.

Entre as substâncias presentes no esgoto, existem algumas com potencial de selecionar bactérias resistentes a antibióticos, embora elas não sejam antibióticas. Dois importantes grupos de substâncias não antibióticas que têm essa propriedade, são os metais pesados e biocidas. Metais pesados são difundidos no esgoto em consequência da poluição industrial. Biocidas são introduzidos nos esgotos pelo seu uso para desinfecção do ambiente e utensílios, devido à presença desses agentes em produtos de limpeza, como sabões, desinfetantes e detergentes para lavar pratos (GUARDABASSI; DALSGAARD, 2002).

O emprego de sistemas de tanque séptico para o tratamento de despejos de hospitais, clínicas, laboratórios de análises clínicas, postos de saúde e demais estabelecimentos prestadores de serviços de saúde deve ser previamente submetido à apreciação das autoridades sanitárias e ambientais competentes, para a fixação de eventuais exigências específicas relativas ao pré e pós-tratamento (ABNT, 1993).

3.4 Operação e manutenção dos tanques sépticos

Para Andrade Neto (1997), o sucesso do tanque séptico deve-se à construção e operação muito simples. Não se exige técnicas construtivas nem equipamentos especiais, ou operador qualificado. No entanto, devido às falhas de projeto e execução, muitas vezes o que se constrói é um poço absorvente, sendo erroneamente denominado de tanque séptico.

Jordão e Pessoa (2005) afirmam que a eficiência do sistema tanque séptico/sumidouro está intimamente vinculada aos recursos humanos e materiais dos seus usuários. A utilização dessas unidades pode ser negligenciada comprometendo a sua eficiência. Portanto, a falta de cuidados no dimensionamento, no projeto, na execução e na manutenção pode transformar um equipamento de tratamento de esgoto em potencial poluidor.

Soares *et al.* (2003) reconhecem que, apesar do Brasil possuir experiência com a utilização de tanques sépticos, as condições operacionais ainda são deficientes, devido à falta de análise de projetos, acompanhamento e manutenção. A limpeza dos tanques ocorre de forma desordenada, com uma frequência que não permite a formação de massa biológica ativa para o tratamento dos esgotos sanitários. Esses autores também identificaram desconhecimento, por parte dos usuários, da necessidade do tratamento do efluente líquido e do destino adequado do lodo gerado pelos tanques sépticos, visto que este lodo ainda apresenta carga elevada de poluente.

Jordão e Pessôa (2005) adotam os parâmetros físicos de sólidos em suspensão e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para expressar a eficiência dos tanques sépticos. De acordo com os autores, o desempenho esperado de um tanque séptico é a redução de 50% dos sólidos em suspensão e 30% da DBO. Como todo tratamento primário, a eficiência decai com a falta de manutenção, portanto de limpeza regular do sistema.

Pereira e Soares (2006) esclarecem que o lodo acumulado no tanque séptico precisa ser removido periodicamente e encaminhado para tratamento, para se obter a redução do volume, das concentrações de matéria orgânica e de microorganismos patogênicos.

Jordão e Pessôa (2005) afirmam que a ausência de limpeza das unidades de tanques sépticos é devido, principalmente, às seguintes razões:

- a) desconhecimento pelo usuário dessa obrigatoriedade;
- b) incapacidade material para execução dessa tarefa;
- c) a má localização das unidades de tanques sépticos;
- d) falta de locais adequados para a disposição do lodo;
- e) aversão ao manuseio do material fecal; e
- f) negligência do usuário.

Assim, a localização do tanque séptico e do sistema de disposição do seu efluente deve ser feita observando a facilidade de acesso, de modo a possibilitar as operações de manutenção do sistema, pois a falta de limpeza periódica do material acumulado restringe o período de detenção do lodo em digestão, reduzindo a eficiência do tanque séptico, tornando-o apenas uma caixa de passagem. O lodo do tanque séptico deve ser removido num intervalo de tempo entre 1 (um) e 5 (cinco) anos, e deve ser prevista uma taxa de acumulação de lodo de $0,2 \text{ L. hab.}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ (ABNT, 1993).

A contratação de empresa de iniciativa privada que dispõe de caminhão com equipamento de alto vácuo, popularmente conhecido como caminhão limpa-fossa, para recolhimento e transporte do lodo séptico, é comum. Mesmo quando no município existe um local para a disposição adequada do lodo coletado por serviço de limpa-fossa, a falta de legislação específica facultada a sua recusa. Os argumentos mais comuns são possíveis dificuldades de operação do aterro, devido ao alto teor de umidade do lodo e redução da vida útil do aterro, ou de se evitar problemas operacionais na ETE. Esse comportamento pode levar a empresa prestadora de serviço de limpa-fossa, a dar outro destino ao material.

A característica do lodo a ser removido influencia a escolha do tipo de sistema de sucção, mas o menor preço e a simplicidade mecânica de operação e manutenção dos equipamentos prevalecem na definição do sistema a ser adquirido e usado para fazer o

esvaziamento de um sistema privativo de tratamento de esgoto sanitário. Segundo Bösch e Schertenleib (1985), o principal item no custo de capital para a empresa prestadora de serviço de limpa-fossa é a aquisição de seus caminhões e equipamentos de sucção. Os estudos comprovam que a manutenção preventiva do equipamento mecânico contribui para a sua preservação e adia a necessidade de sua substituição.

Ainda, de acordo com os estudos destes autores, muitos países em desenvolvimento têm os serviços de esvaziamento de sistemas locais de disposição de esgoto feitos por caminhões providos de bomba de sucção provenientes de países industrializados, e que estão em operação por muitos anos. Em sua pesquisa, os autores identificaram 5 (cinco) causas para a ineficiência dos serviços e insatisfação dos clientes, as quais estão relatadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Causas para a ineficiência dos serviços e insatisfação dos clientes de esvaziamento de sistemas locais de disposição de esgoto, identificadas em estudo realizado em Garbone (Botswana).

Causas para a ineficiência dos serviços	Justificativa
Tamanho físico do maquinário	Os caminhões avaliados eram grandes e desconfortáveis para dirigir, apresentavam dificuldades para deslocamento e estacionamento em locais com ruas estreitas e tráfego de pedestres.
Consistência do lodo	Conforme a consistência do lodo, a potência da bomba de sucção nem sempre era suficiente para removê-lo. Também havia dificuldade de ligação entre o sistema de esvaziamento e o sistema de tratamento.
Manutenção dos caminhões com tanques a vácuo	Era praticamente inexistente a manutenção dos caminhões com tanques a vácuo. Os motores estavam sempre em funcionamento seja para mover os veículos ou fazer funcionar a bomba de sucção. Isso provocava interrupções sucessivas do trabalho para pequenos reparos, já que a manutenção preventiva era negligenciada. Também ocorria grande consumo de combustível.
Frota de caminhão insuficiente	A frota de caminhão provido de bomba de sucção era pequena, quando comparada às demandas de esvaziamento.
Ineficiência na gestão e controle dos serviços de esvaziamento	A gestão e controle dos serviços de esvaziamento dos sistemas locais de disposição de esgotos eram ineficazes, e possibilitavam o pagamento de propina para os operários para garantir a execução do serviço.

Fonte: Adaptação de BÖSCH; SCHERTENLEIB, (1985)

O esquema mostrado na Figura 4 ilustra um modelo com todos os acessórios de um caminhão limpa-fossa, provenientes de fábrica e necessários à realização dos serviços de limpeza e manutenção de sistemas de disposição ou tratamento de esgoto.

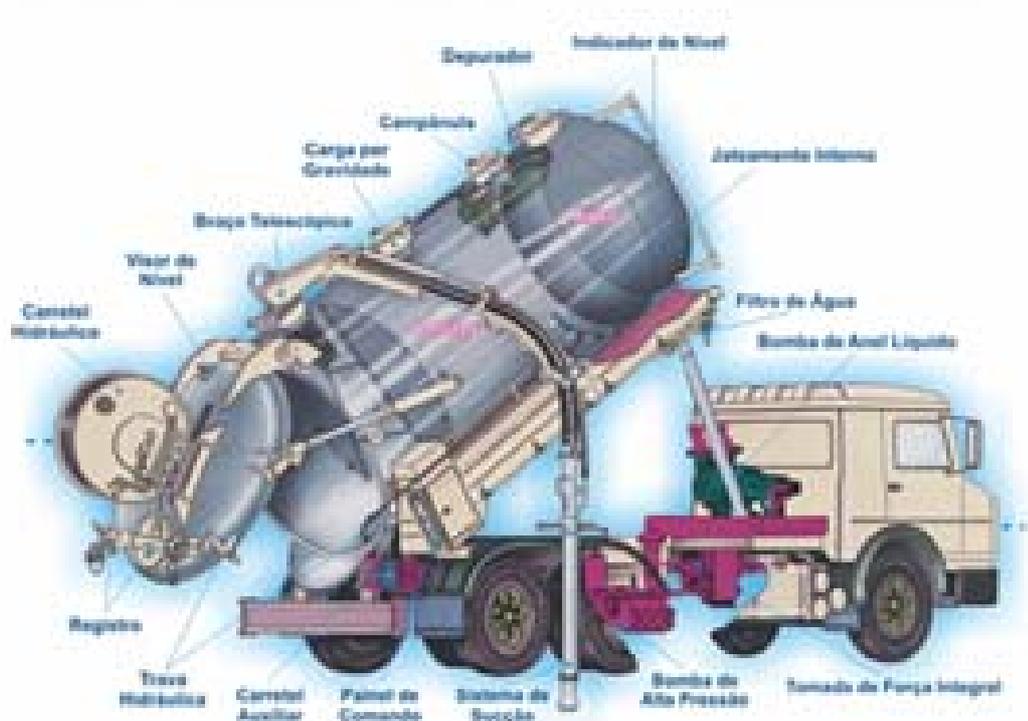


Figura 4 – Esquema de um modelo original de caminhão limpa-fossa, com acessórios de hidrojateamento
Fonte: EUROVAC, 2008

3.5 Formas de tratamento e de disposição final dos efluentes e do lodo sedimentado provenientes de fossas e tanques sépticos

O tanque séptico não purifica os esgotos, contribui para a redução da sua carga orgânica, mas bactérias e helmintos continuam presentes. O seu efluente, parcela líquida e ainda contaminada, é escuro e com odor fétido devido à presença de gás sulfídrico e poderá, periodicamente, apresentar grande quantidade de sólidos, o que torna necessário uma maior atenção durante a sua disposição final (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

De acordo com Andrade Neto (1997), o tanque séptico é apenas uma etapa do sistema de tratamento. Para o funcionamento adequado desse sistema, é necessária a implantação de dispositivo para filtração ou infiltração no solo dos seus efluentes líquidos. Mota (2006) apresenta 4 (quatro) alternativas para a disposição do efluente líquido proveniente do tanque séptico. São elas: (1) sumidouro, (2) vala de infiltração, (3) filtro anaeróbio e (4) vala de filtração.

O sumidouro e a vala de infiltração consistem em unidades de absorção. São dispositivos escavados no chão e não impermeabilizados, que permitem a infiltração do efluente proveniente do tanque séptico e sua absorção pelo solo. Já o filtro anaeróbio e a vala de filtração são unidades de tratamento, e os efluentes finais podem ser lançados em um corpo receptor (ABNT, 1993).

O esquema mostrado na Figura 5 ilustra as diversas opções para pós-tratamento e disposição final dos efluentes líquidos e do lodo sedimentado de tanque séptico, preconizadas pela NBR 13969 (ABNT, 1997).

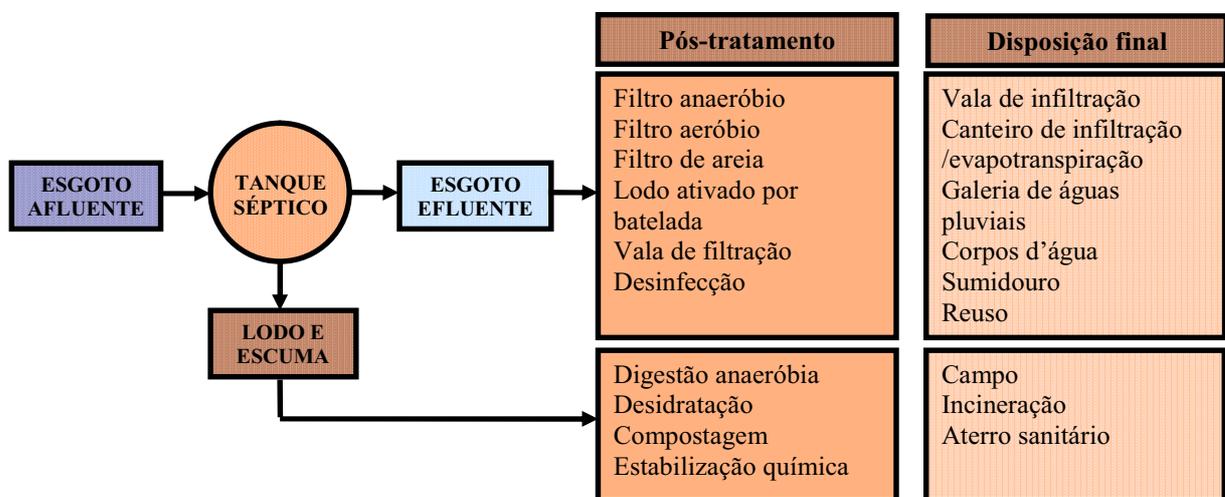


Figura 5 – Opções preconizadas pela NBR 13969 (ABNT, 1997) para pós-tratamento e disposição final dos efluentes líquidos e do lodo sedimentado provenientes dos tanques sépticos

Pereira e Soares (2006) reconhecem que a carência de rede coletora de esgoto sanitário nas comunidades urbanas aumenta a utilização de sistemas tanque séptico/sumidouro em área de propriedade particular, o que requer atenção do projetista para a destinação dos subprodutos gerados nesse dispositivo de tratamento, ou seja, o efluente líquido, o lodo e o biogás.

Jordão e Pessoa (2005) recomendam que a seleção do processo a ser adotado para tratamento ou disposição final dos efluentes líquidos dos tanques sépticos considere os seguintes fatores:

- a) natureza e utilização do solo;
- b) profundidade do lençol freático;
- c) grau de permeabilidade do solo;
- d) localização da fonte e utilização de água subterrânea para consumo humano; e

e) volume e capacidade de diluição das águas superficiais.

Andreoli (1999) considera o lodo séptico como lodo primário, por ser produto de uma decantação primária e, portanto, permanecer no sistema por tempo suficiente para favorecer sua digestão anaeróbia em condições controladas. Desse modo, o autor recomenda a aplicação de processos de tratamento do lodo proveniente de tanques sépticos idênticos aos adotados nas instalações convencionais de tratamento de esgoto.

A NBR 7229 (ABNT, 1993) repassa a preocupação com o destino do lodo coletado do tanque séptico para os órgãos responsáveis pelo meio ambiente, saúde e saneamento básico. Reconhecendo esse material como um elemento com capacidade de contaminação e de poluição, recomenda o seu tratamento, desidratação e disposição final, sem prejuízos à saúde e ao meio ambiente.

Os diversos tipos de sistemas individuais usados para a disposição de esgoto sanitário (fossa seca, fossa absorvente e sistema tanque séptico/sumidouro) e a variação dos tempos de esgotamento que influenciam a estabilização do material ali retido, contribuem para resultados divergentes da caracterização do efluente final e do lodo (RATIS *et al.*, 2008).

A composição heterogênea dos lodos de fossa e tanque séptico influencia na eficiência dos sistemas adotados para seu tratamento. Andrade Neto *et al.* (2006), em estudos para avaliação da eficiência de lagoas de estabilização aplicadas ao tratamento de lodos de tanques sépticos, constataram o predomínio de substâncias de difícil degradação por meio de relações muito baixas entre demanda bioquímica de oxigênio / demanda química de oxigênio (DBO/DQO), particularmente no lodo de fossa, onde o valor da DBO correspondeu a apenas 23% da DQO. Foi destacado que a composição do esgoto afluente reflete as diferenças entre as unidades individuais de tratamento (tanques sépticos) no que diz respeito, por exemplo, aos tipos de unidades contribuintes (domiciliares, restaurantes, comerciais, hotéis, hospitais, oficinas, entre outros) e o intervalo de tempo entre as limpezas, dimensionamento, operação e manutenção.

Mesmo nos casos em que seja admitido o tratamento de esgoto sanitário com presença de substâncias tóxicas, cuidados especiais devem ser tomados na disposição do lodo proveniente dos tanques sépticos (ABNT, 1993).

Em estudos realizados para a caracterização de lodos de tanques sépticos por meio de ensaios de bioestabilidade, Soares *et al.* (2003) observaram grande variabilidade de resultados. A diversidade dos lodos analisados e as características relativas à origem do lodo, serviram de justificativa para os resultados obtidos nos ensaios. Esses autores argumentaram que o lodo proveniente de um tanque séptico de um restaurante tem elevadas quantidades de

gordura e detergentes, enquanto em uma residência essas substâncias apresentam-se em quantidades mais reduzidas. Os resultados diversificados também podem ser explicados pela influência do período de esvaziamento e limpeza do tanque séptico, uma vez que o tempo de permanência do lodo está diretamente ligado ao grau de estabilização da matéria orgânica ali contida.

Lupatini *et al.* e Souza *et al.* (2009) destacam que o tratamento do lodo séptico pode ser feito de forma combinada com esgoto sanitário, ou de maneira isolada ou independente. Em qualquer arranjo, são realçadas as seguintes abordagens:

- a. Tratamento preliminar e remoção de umidade – o uso de grades ou peneiras tem o objetivo de remover os sólidos grosseiros que poderão prejudicar o tratamento por processo biológico ou a aplicação final do lodo no solo. Na aplicação de várias alternativas de tratamento de lodo séptico é comum a separação preliminar das fases líquidas e sólidas, o que pode ser feito por meio de processos não mecanizados como as lagoas de estabilização e os leitos de secagem;
- b. Tratamento com ênfase na fase líquida – várias alternativas tecnológicas têm sido experimentadas para o tratamento de lodo séptico, como: (1) as lagoas de estabilização, com menor custo de construção e operação, mas a desvantagem da geração de odor, atração de vetores e necessidade de grandes áreas de implantação; e (2) os wetlands construídos, apresentam a vantagem de possibilitar maior acúmulo de lodo e conseqüentemente redução na frequência de sua remoção.
- c. Tratamento com ênfase na fase sólida – o processo de estabilização alcalina objetiva a redução de patógenos e da emanção de odores. Consiste na adição de cal ao lodo séptico para elevar o pH acima de 12 (doze), por pelo menos 30 (trinta) minutos.
- d. Codisposição com resíduos sólidos – As principais opções são: (1) a disposição em aterro, que exige impermeabilização para evitar a contaminação do lençol freático e a implantação de sistema de coleta e tratamento do chorume percolado; e (2) a compostagem, um processo aeróbio de estabilização da matéria orgânica, efetuada por uma população diversificada de microorganismos, em que se alcança a redução de atração de vetores, odores e agentes patogênicos presentes no lodo submetido a esse processo.
- e. Reciclagem agrícola, tratamento e disposição final no solo – As opções de tratamento e disposição no solo dividem-se em: (1) aplicação superficial com irrigação de lodo pré-tratado por aspersão, a irrigação por sulcos e a aplicação direta por meio do caminhão limpa-fossa; e

(2) incorporação subsuperficial que consiste na incorporação do lodo séptico por meio de implementos agrícolas convencionais. Já o sistema landfarming consiste numa estrutura com impermeabilização, drenagem e monitoramento, onde o substrato orgânico do lodo é degradado biologicamente na camada superior do solo.

f. Estação de tratamento de esgoto – O tratamento de lodo séptico em ETE pode ocorrer, desde que haja uma infraestrutura adequada para a recepção dos caminhões limpa-fossas. O tratamento do lodo de fossa e tanque séptico na ETE pode ser feito com seu lançamento na rede de esgoto, na entrada, na primeira etapa de tratamento da ETE ou na etapa de tratamento do lodo da ETE. A estação de tratamento específico para o lodo séptico, apesar de proporcionar boa solução regional, não é muito recomendada, devido às desvantagens de se obter área disponível para sua construção e aos custos de instalação e manutenção.

3.6 Novos desafios para a gestão do lodo proveniente das excretas humanas

Muitos países já reconheceram que a disposição de lodo de esgoto em aterros não é uma prática sustentável para o seu gerenciamento, devido ao aumento de custos relacionados com transporte, em função das maiores distâncias, e do atendimento às crescentes restrições ambientais (ANDREOLI; SPERLING; FERNANDES, 2001).

Bösch e Schertenleib (1985) já afirmavam que a magnitude dos problemas de esvaziamento de sistemas individuais de tratamento de esgoto, cresceria rapidamente entre as cidades de países em desenvolvimento, devido à adoção de programas habitacionais que incentivam e até exigem a construção de sistemas particulares de tratamento de esgoto. Alguns desses programas continuam tratando com negligência as condições necessárias para a manutenção e esvaziamento dos sistemas.

Na África Subsaariana, mais de 75% das casas nas grandes cidades, chegando em 100% em algumas cidades, são servidas por sistemas individuais de coleta e tratamento de esgoto sanitário. É comum o uso de sanitários públicos, latrinas, fossas e tanques sépticos (STRAUSS *et al.*, 2003). Nessas zonas urbanas, milhares de toneladas de lodo proveniente das excretas eliminadas nas instalações sanitárias locais geram o chamado lodo fecal e são despejados sem o devido tratamento, em faixas de rodovias, valas de drenagem, em espaços urbanos abertos e desocupados, em corpos d'água e no mar. Esta situação causa graves problemas ambientais e de saúde, especialmente em áreas de baixa renda, gerando a denominada “crise do lodo fecal” (STEINER *et al.*, 2002).

Dois grandes desafios para melhorar a gestão do lodo proveniente das excretas humanas são: (1) garantir o transporte seguro para o tratamento adequado; e (2) conseguir que um produto proveniente do tratamento, como por exemplo, da compostagem, possa ser comercializável em áreas urbanas locais ou entregue diretamente aos agricultores da região. Deve-se sempre preferir a utilização de lodo em relação ao seu despejo direto em aterros, principalmente porque a comercialização do lodo tratado pode gerar receitas (KLINGEL *et al.*, 2002). Estabelecer uma boa estrutura de gestão e dos fluxos financeiros é uma condição importante para a resolução destes desafios (STEINER *et al.*, 2003).

Um estudo de Vodounhessi e Von Münch (2006) objetivou investigar a forma de melhorar a sustentabilidade financeira da gestão de lodo proveniente das excretas humanas. Foi escolhida a cidade de Kumasi, em Gana, localizada na África Ocidental, como estudo de caso. Foram realizadas entrevistas estruturadas e discussões com: (1) os beneficiários do serviço, uma amostra constituída de vinte famílias de diferentes níveis de rendimento; (2) os operadores de sistema, uma amostra constituída de cinco empresas que trabalhavam com a coleta de lodo de excretas humanas; e (3) o Diretor do Departamento de Gestão de Resíduos de Kumasi e com outros agentes do mesmo Departamento. Foi percebido que o menor número de anos entre os eventos de esvaziamento foi encontrado em áreas de baixa renda, um intervalo de tempo de 1,6 anos entre eventos de esvaziamento, em comparação com 5,6 anos, em áreas de elevado rendimento, justificado pelo fato das fossas ou tanques em áreas de baixa renda terem uma capacidade inferior e número maior de usuários do que os tanques sépticos das famílias mais abastadas.

Vodounhessi e Von Münch (2006) afirmam a possibilidade da gestão de lodo proveniente de excretas humanas tornar-se uma parte integrante da abordagem de saneamento ecológico sustentável, com ênfase na sustentabilidade financeira, embasada no potencial de rendimentos do sistema, provenientes das taxas de esvaziamento do poço/tanque séptico, estabelecidos pela capacidade para pagar, considerando um valor máximo de 0,5% do rendimento familiar a ser gasto em despesas com serviços de retirada e transporte do lodo fecal, por alguns subsídios cruzados e pelas receitas provenientes da venda do composto, derivado do tratamento por compostagem do lodo fecal.

A Tabela 3, adaptada de Strauss, Koné e Saywell (2006), apresenta ações positivas e negativas para a gestão do lodo proveniente de sistemas individuais de disposição de esgoto.

Tabela 3 – Ações para gestão do lodo proveniente de sistemas individuais de disposição de esgoto

Ações positivas	Ações negativas
Vontade política e de sensibilização das autoridades governamentais.	Falta de marcos regulatórios.
Privatização do setor de coleta de lodo sanitário.	Complexidade nos marcos regulatórios existentes. (Excesso de exigências).
Iniciativas do setor privado permitem estreito contato com clientes.	Falta de estratégia de governo para subsidiar gestão do lodo sanitário.
Existência de uma comissão de gestão de lodo sanitário de modo a reunir todos os intervenientes.	Necessidade de pagamento para que a empresa limpa-fossa possa despejar o lodo no local adequado para o tratamento.
Financiamento com base em mecanismos de incentivos e sanções.	Cobrança de elevadas taxas para esvaziamento do sistema.
Existência de estações de tratamento com base numa boa tecnologia.	-
Tradição na reutilização de lodo de esgoto na agricultura.	-

Fonte: Adaptação de STRAUSS; KONÉ; SAYWELL, (2006)

Souza, Cordeiro e Silva (2009) afirmam que na escolha do sistema de gestão do lodo séptico é preciso considerar os fatores econômicos, sociais, culturais, cognitivos e educacionais de cada localidade. A alternativa selecionada não deve ser embasada exclusivamente nos dados financeiros, mas é preciso satisfazer alguns padrões de preferência dos gestores e da comunidade local.

3.7 Caracterização da região metropolitana de Goiânia

A Região Metropolitana de Goiânia (RMG), conhecida popularmente como Grande Goiânia, é um conjunto urbano constituído de uma cidade principal Goiânia, capital do Estado de Goiás, englobando mais doze municípios: Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Goianópolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade, conforme está mostrado na Figura 6.

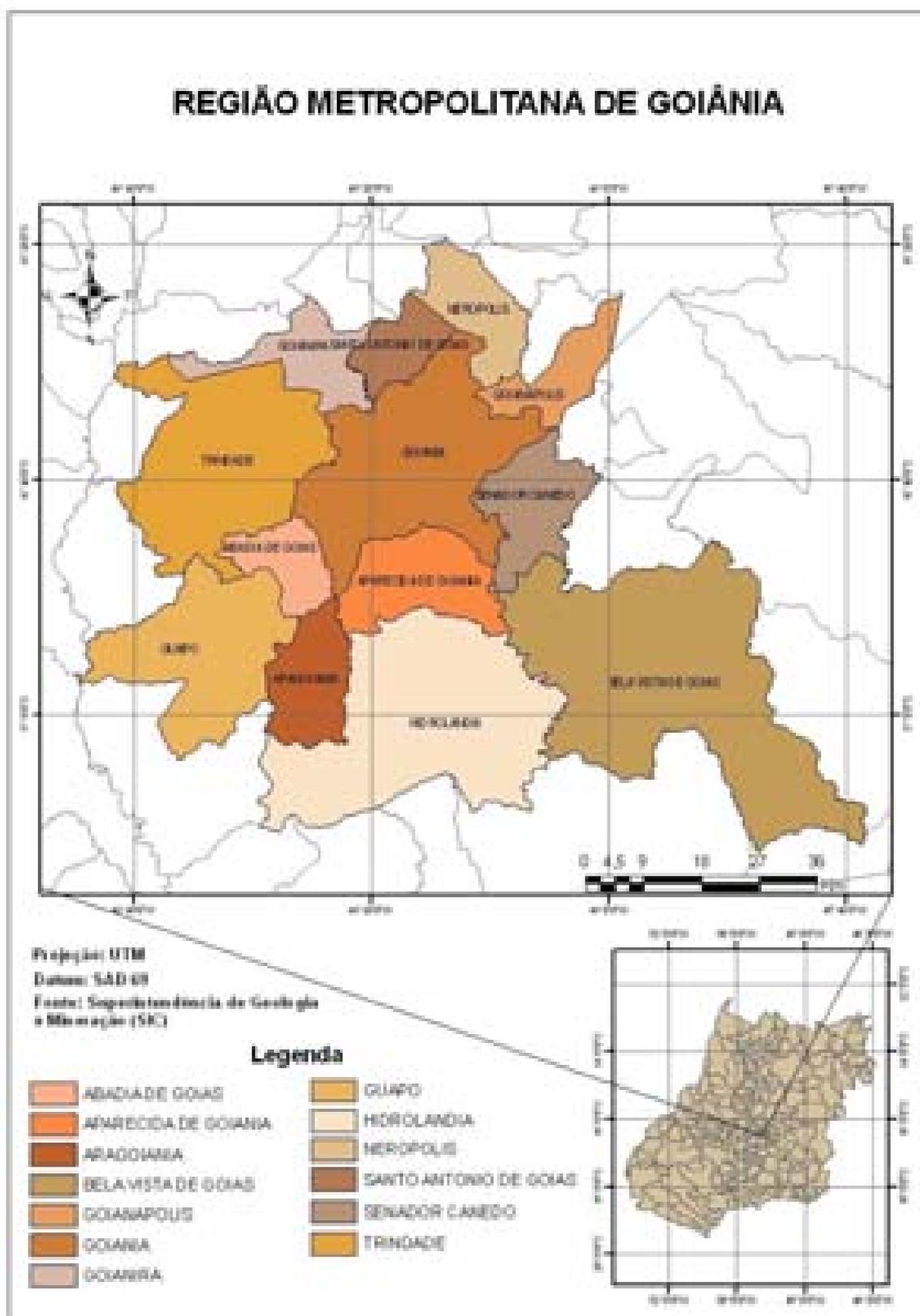


Figura 6 – Mapa da região metropolitana de Goiânia
(Em fase de elaboração)¹

¹De autoria de NOGUEIRA, A.K. dissertação de mestrado a ser defendida em agosto de 2010.

A RMG é a primeira e única do Centro-Oeste do Brasil, é a região mais expressiva do Estado de Goiás, contendo aproximadamente 35% de sua população total. De acordo com o IBGE (2000), um pouco mais de dois milhões de pessoas vivem nessa região metropolitana, o que faz dela a décima primeira mais populosa do país. O Programa das Nações Unidas para os assentamentos humanos divulgou no relatório State of World Cities (UN-HABITAT, 2008), que a RMG apresenta o maior coeficiente de Gini (0,65) entre as 19 áreas de médio e grande porte analisadas na América Latina, como pode ser visto na Figura 7:

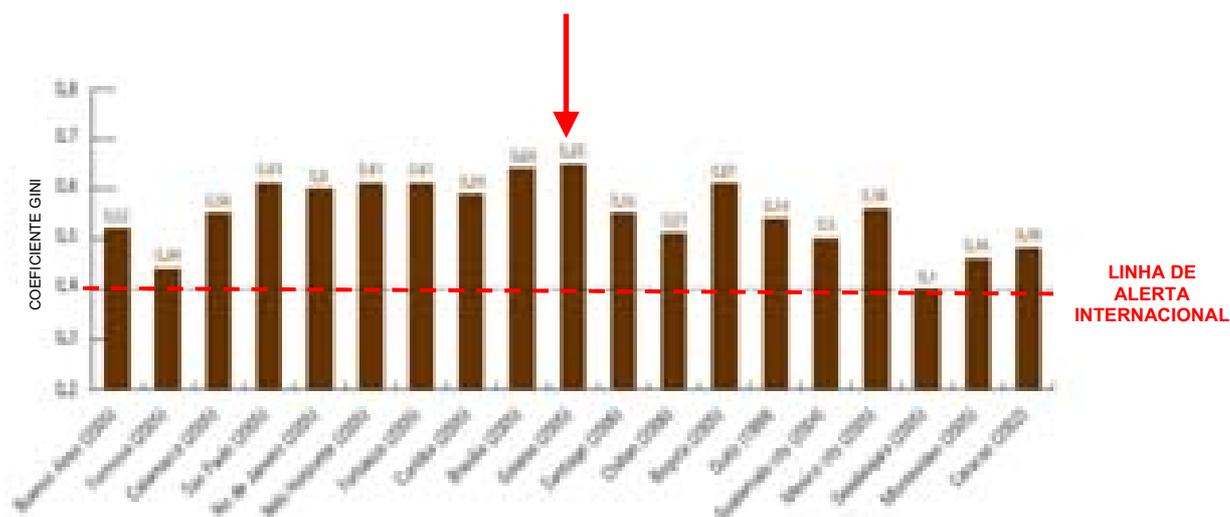


Figura 7 – Comparativo do Coeficiente de Gini entre cidades da América Latina

Fonte: UN-HABITAT, (2008)

O Coeficiente de Gini é uma medida de desigualdade desenvolvida pelo estatístico italiano Corrado Gini, em 1912. É comumente utilizada para calcular a desigualdade de distribuição de renda, mas pode ser usada para qualquer distribuição. Ele consiste em um número entre 0 (zero) e 1 (um), onde 0 (zero) corresponde à completa igualdade de renda, ou seja, onde todos têm a mesma renda e 1 (um) corresponde à completa desigualdade, onde uma pessoa tem toda a renda, e as demais nada têm. Valores mais elevados, portanto, denotam uma maior desigualdade. Cidades e países com um coeficiente de Gini de 0,6 ou mais, sofrem níveis extremamente elevados de desigualdade, como resultado inadequado do funcionamento do mercado de trabalho, ou problemas estruturais de distribuição de renda, fracasso institucional ou gestão da economia (UN-HABITAT, 2008).

Em 1965, a Organização Mundial da Saúde (OMS) já afirmava que as normas de planejamento físico mais válidas são as que se apóiam em normas sanitárias e consideram,

portanto, os problemas de saneamento, ressaltando a necessidade de uma maior cooperação e coordenação entre os planejadores e os profissionais de saúde ambiental (WHO, 1965).

A variação do alcance de cobertura de serviços públicos está relacionada com a desigualdade na distribuição de renda, interferindo na universalização dos serviços de saneamento. A Tabela 4 permite a visualização da distribuição irregular de atendimentos de serviços básicos como energia elétrica, água e coleta de esgoto entre a população dos municípios que constituem a RMG.

Tabela 4 – Serviços públicos de prestação de energia elétrica, água tratada e coleta de esgoto entre os municípios que formam a RMG

Município	População total contada	Número de ligações de energia elétrica	Número de ligações de água	Número de ligações de esgoto
Abadia de Goiás	5.868	2.634	1.686	273
Aparecida de Goiânia	475.303	142.234	61.200	17.680
Aragoiânia	7.243	3.425	1.688	0
Bela Vista de Goiás	21.466	9.065	4.520	2.471
Goiânia	1.244.645	500.246	321.109	238.662
Goianápolis	11.153	4.029	2.517	0
Goianira	24.110	9.754	4.809	1.255
Guapó	13.586	4.669	3.486	1.904
Hidrolândia	14.004	6.115	2.739	0
Nerópolis	19.392	7.531	5.872	0
Santo Antônio de Goiás	3.893	1.461	1.039	0
Senador Canedo	70.555	22.302	*DND	0
Trindade	97.491	30.406	24.142	11.240
Total	2.008.709	743.871,00	434.807,00	273.485,00

* DND – Dados não disponíveis. Fonte: SEPIN, (2007)

Os índices de atendimento referentes aos serviços de saneamento básico situam a cidade de Goiânia entre as primeiras posições no Brasil. Mas, afasta-a dos demais municípios que constituem a RMG, como Aragoiânia, Goianápolis, Hidrolândia, Nerópolis e Santo Antônio de Goiás que não dispõem de nenhuma parte da cidade atendida por rede coletora de esgoto sanitário, indicando que sistemas particulares de coleta e tratamento de esgoto, como os sistemas de tanques sépticos e sumidouros, ou sistemas ainda mais rudimentares, são largamente utilizados nessas localidades.

3.7.1 Atuação da Empresa SANEAGO no Estado de Goiás

Em 12 de novembro de 1960, o então governador do Estado de Goiás, José Feliciano Ferreira, por meio da Lei 3.329, criou o Departamento Estadual de Saneamento (DES). Suas atividades foram iniciadas em 27 de fevereiro de 1961.

Em 1967, durante o governo de Otávio Lage de Siqueira, por meio da Lei n. 6.680, o órgão foi transformado em empresa de economia mista, com a denominação SANEAGO.

A economia mista, também denominada economia dirigida, tem como característica relevante um grau de liberdade econômica, misturada com planejamento econômico centralizado. A intervenção do Estado na economia é feita com a pretensão de manter um balanço entre o crescimento econômico, baixa inflação, baixos níveis de desemprego, boas condições de trabalho, assistência social e bons serviços públicos.

Desde aquela época, foram conferidas à SANEAGO as seguintes atribuições:

- a) promover o saneamento básico em Goiás, cumprindo-lhe especificamente elaborar projetos, realizar estudos e praticar a exploração dos serviços de água e esgotos sanitários;
- b) promover a execução de novas obras;
- c) ampliar as instalações de sistemas de esgotos sanitários já existentes;
- d) fixar tarifas e contribuições para os seus serviços, reajustando-as, sempre que necessário, de modo a atender à amortização dos investimentos, encargos de manutenção e operação, bem como da natural e imperiosa necessidade de expansão dos sistemas.

O sistema de coleta de esgoto sanitário de Goiânia conta com mais de 2.500 km de rede coletora, que descarrega os esgotos em interceptores implantados às margens dos principais cursos d'água da cidade. Cerca de 82% da população da capital do Estado é atendida com rede coletora de esgoto sanitário (SANEAGO, 2008).

Ao se considerar os sistemas públicos de tratamento de esgoto, apenas 5 (cinco) municípios constituintes da RMG são servidos de estações de tratamento de esgoto, conforme está descrito na Tabela 5.

Tabela 5 – Estações de tratamento de esgoto disponibilizadas aos municípios constituintes da RMG

Municípios pertencentes à RMG	Processo de Tratamento	Início de operação
Abadia de Goiás	-	-
Aparecida de Goiânia	ETE Lages – Reator anaeróbico seguido de duas lagoas de maturação	2002
	ETE Cruzeiro do Sul – Lagoa Facultativa aerada seguida de lagoa maturação	1998
Aragoiânia	-	-
Bela Vista de Goiás	Lagoa anaeróbia, facultativa e de maturação	1999
Goiânia	ETE Hélio Seixo de Britto – ETE Goiânia – Tratamento Primário Quimicamente Assistido	2004
	ETE Parque Atheneu – Lagoa anaeróbia seguida de duas lagoas facultativas	1984
	ETE Aruanã – duas lagoas facultativas aeradas em série	1988
	ETE Samambaia – Lagoa facultativa seguida de maturação	2004
Goianápolis	-	-
Goianira	-	-
Guapó	Lagoa facultativa e de maturação	2003
Hidrolândia	-	-
Nerópolis	-	-
Santo Antônio de Goiás	-	-
Senador Canedo	-	-
Trindade	Lagoa anaeróbia, facultativa e de maturação	1997

Fonte: SANEAGO, (2008)

Na região Leste de Goiânia, estão situadas a ETE Parque Atheneu e a ETE Aruanã, as quais se encontram em operação desde 1984 e 1988, respectivamente. Até o ano de 2004, apenas 7% do esgoto coletado na cidade era submetido a tratamento, processado nessas estações, enquanto o restante dos esgotos eram lançados *in natura* por meio dos interceptores Capim Puba, Botafogo, Cascavel, Macambira, Palmito, Água Branca, Barreiro e João Leite, com diâmetros variando de 200 a 1200 mm. Os primeiros afluem diretamente ao Córrego Anicuns, e o interceptor João Leite direto ao Rio Meia Ponte (SANEAGO, 2003a).

A ETE Goiânia, denominada “Dr. Hélio Seixo de Britto”, com capacidade para tratar 75% do esgoto coletado em Goiânia, entrou em operação a partir do ano de 2004. As quatro estações localizadas na capital, recebem contribuição de esgoto sanitário de cerca de 700.000 habitantes (SANEAGO, 2008).

Algumas limitações são estabelecidas no Artigo 117 do Capítulo XVI do regulamento dos serviços públicos de água e esgotos sanitários da empresa concessionária dos serviços de água e esgoto no Estado de Goiás (SANEAGO), que trata das restrições para o lançamento de esgotos na rede coletora. O referido artigo estabelece a proibição do lançamento de águas pluviais, de materiais graxos, como gordura vegetal ou animal, de derivados de petróleo, como óleos, graxas e outros, de tintas, de corantes, ou de quaisquer produtos tóxicos que interfiram nos processos de tratamento biológico de esgotos sanitários, de resíduos sólidos de qualquer natureza e origem, e efluentes de qualquer origem, inclusive de processos industriais, cujas características possam prejudicar o funcionamento normal da rede coletora, da estação elevatória ou da estação de tratamento de esgoto.

Os valores limites dos parâmetros básicos de efluente líquido industrial lançado no sistema coletor público de esgoto sanitário são sugeridos pela NBR 9800 (ABNT, 1987). Os valores adotados pela empresa SANEAGO são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resumo dos limites de alguns parâmetros dos efluentes líquidos industriais para lançamento no sistema coletor público de esgoto sanitário da SANEAGO

Parâmetro	Unidades	Limites máximos admissíveis (exceto pH)
pH	-	De 6 a 10
Temperatura	°C	40
Sólidos Sedimentáveis	mg.L ⁻¹	20
Óleos e graxas	mg.L ⁻¹	100
DBO	mg.L ⁻¹	330
DQO	mg.L ⁻¹	495

Fonte SANEAGO, (2008)

3.7.2 Atuação da SANEAGO junto às empresas limpa-fossas

Com relação aos caminhões limpa-fossas de empresas prestadoras de serviços e de instituições públicas, é estabelecido no Artigo 123 do regulamento dos serviços públicos de água e esgotos sanitários da SANEAGO que:

- a) seus efluentes somente poderão ser lançados em pontos definidos de unidades operacionais da SANEAGO;
- b) é permitido o lançamento apenas de efluentes oriundos de fossas de residências, hospitais ou outros caracterizados como esgotos sanitários.

Até o ano de 2004, os caminhões limpa-fossas atuantes na RMG despejavam o lodo coletado para o tratamento na ETE Parque Atheneu. Em 2003, essa ETE atendia uma população de 37.766 habitantes, e recebia diariamente uma cota de 6 (seis) caminhões limpa-fossas, com uma capacidade média aproximada de 8 m³ cada um (SANEAGO, 2003b).

O aumento da vazão afluyente média diária na ETE Parque Atheneu e, conseqüentemente, da carga orgânica a ser tratada, aproximou dos limites máximos estabelecidos em projeto para a operação daquele sistema. Essa situação levou a empresa SANEAGO a convergir o recebimento de todo material proveniente dos caminhões limpa-fossas na ETE Goiânia.

Por se tratar de outro processo de tratamento, a ETE Goiânia adota o Sistema de Tratamento Primário Quimicamente Assistido, diferentemente do Sistema de Lagoas de Estabilização adotada na ETE Parque Atheneu, a empresa SANEAGO antecipando a ocorrência de possíveis dificuldades de operação da ETE Goiânia, optou por acompanhar o recebimento dos efluentes e lodos despejados por caminhão limpa-fossa.

O monitoramento do recebimento de lodo transportado por caminhão limpa-fossa, passou a ser feito por uma equipe constituída por funcionários da ETE Goiânia. A referida equipe definiu que os parâmetros de DBO, DQO, pH, ST, STF, STV e óleos e graxas eram suficientes para caracterizar a origem do lodo como esgoto doméstico.

Amostras aleatórias provenientes de caminhões limpa-fossas que despejavam seus lodos na ETE Goiânia, foram coletadas e analisadas durante todo o ano de 2008. A equipe de monitoramento do recebimento de lodo coletado por caminhão limpa-fossa também optou por acompanhar os caminhões limpa-fossas na coleta de 5 (cinco) sistemas particulares de tratamento de esgoto, indicados pela própria equipe, como garantia de que os novos índices

estabelecidos como toleráveis para o recebimento de lodos coletados pelos caminhões, representassem, de fato, o lodo sanitário.

Assim, com relação ao lodo despejado por caminhão limpa-fossa, a SANEAGO reafirmou em comunicado expedido pela empresa, em dezembro de 2008, sua posição restritiva ao recebimento de despejos industriais ou efluentes líquidos contendo produtos químicos, gorduras, óleos, graxas, tintas, solventes, materiais tóxicos, resíduos sólidos ou outros produtos que pudessem prejudicar o funcionamento da ETE Goiânia.

Todas as análises para a caracterização dos lodos despejados por caminhões limpa-fossas na ETE Goiânia, foram processadas no Laboratório de Esgoto da SANEAGO, segundo as determinações estabelecidas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), e os índices toleráveis para o recebimento de lodos trazidos por caminhões limpa-fossas foram estabelecidos de modo a caracterizá-lo como lodo sanitário. Os índices toleráveis podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7 – Limites toleráveis, estabelecidos pela SANEAGO, para o recebimento de lodos coletados por caminhão limpa-fossa na ETE Goiânia

Parâmetros	Unidades	Limites toleráveis estabelecidos
pH	-	Valos entre 6 e 10
DBO	mg.L ⁻¹	Valor Máximo de 2.000
DQO	mg.L ⁻¹	Valor Máximo de 8.000
Óleos e graxas	mg.L ⁻¹	Valor Máximo de 800

Fonte SANEAGO, (2008)

A empresa SANEAGO estabeleceu também os critérios para o recebimento de lodos coletados por caminhão limpa-fossa, sendo eles:

- a) Só receberá lodo transportado por caminhão limpa-fossa de empresa devidamente cadastrada, com autorização emitida pela SANEAGO e com fatura paga;
- b) Todos os veículos deverão estar identificados, com nome da empresa e telefone de contato bem legíveis;
- c) A fatura paga deverá ser apresentada na entrada da portaria;
- d) Um operador da ETE será responsável pela conferência da fatura, verificação da carga, autorização de despejo e carimbo da fatura;
- e) Será impedida a entrada de veículo que esteja com qualquer tipo de vazamento.

4 METODOLOGIA

A metodologia adotada para a coleta de informações utilizadas nesta pesquisa constou da realização de visitas técnicas *in loco*, entrevistas e acompanhamentos dos trabalhos das empresas e dos funcionários prestadores de serviços de limpa-fossas da RMG.

Foram realizadas entrevistas estruturadas por meio da utilização de questionários com perguntas previamente estabelecidas e um número limitado de respostas. Os questionários foram montados procurando reunir informações que auxiliassem a construção do cenário atual referente aos sistemas individuais de disposição ou tratamento de esgoto sanitário e à atuação das empresas limpa-fossas na RMG. Por se tratar de um trabalho pioneiro, a elaboração das questões foi embasada na experiência profissional e acadêmica, além da observação do cotidiano das empresas e dos usuários dos sistemas.

Após a elaboração dos questionários, aconteceram algumas reuniões para discussão de cada uma de suas partes e em seguida eles foram testados em campo. As modificações e acréscimos necessários, percebidos durante o teste de campo e apontados no exame de qualificação foram acatados.

Os formulários apresentados na forma de Apêndice deste trabalho possibilitaram: o aproveitamento do tempo durante as visitas em campo, a sistematização dos dados obtidos em campo, a organização das idéias e conceitos, e a maior facilidade durante a etapa de análise e discussão de resultados e conclusões.

Foram consultados três universos amostrais distintos:

- a) um grupo de 110 (cento e dez) usuários de sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto sanitário pertencentes aos 13 (treze) municípios que formam a RMG;
- b) um grupo formado por todas as empresas limpa-fossas localizadas na RMG; e
- c) um grupo de sessenta clientes das diversas empresas limpa-fossas atuantes na RMG.

4.1 Diagnóstico dos aspectos construtivos e de manutenção dos sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto

O reconhecimento das etapas de projeto e construção, a identificação das formas de uso, os cuidados com manutenção e limpeza dos sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto e algumas características dos usuários foram conseguidos por meio de

visitas técnicas *in loco* e entrevistas, sendo realizadas amostragens da população que adotava esses tipos de sistemas.

4.1.1 Definição do universo amostral

Sabe-se que a proporção populacional é um parâmetro estatístico cuja determinação pode afetar o tamanho da amostra. Neste estudo, a população de onde se retirava a amostra era de tamanho muito grande, o que permitiu considerá-la como infinita. Assim, objetivando alcançar uma estimativa confiável da proporção populacional (p), utilizou-se a Equação 4.1 (LEVINE, BRENSON e STEPHAN, 2000) para calcular o tamanho da amostra.

$$n = \frac{\left(Z_{\alpha/2}\right)^2 \cdot p \cdot q}{E^2} \quad (4.1)$$

Em que:

n = número de indivíduos na amostra;

$Z_{\alpha/2}$ = valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

p = proporção populacional de indivíduos que pertencem à categoria que se tem interesse em estudar;

q = proporção populacional de indivíduos que não pertencem à categoria que se tem interesse em estudar ($q=1-p$);

E = margem de erro, ou erro máximo de estimativa. Identifica a diferença máxima entre a proporção amostral e a verdadeira proporção populacional (p).

Para as situações em que valores populacionais p e q são também desconhecidos, Levine, Brenson e Stephan (2000) sugerem a sua substituição pelo valor de 0,5, obtendo a Equação 4.2.

$$n = \frac{\left(Z_{\alpha/2}\right)^2 \cdot 0,25}{E^2} \quad (4.2)$$

Assim, para a definição do número de unidades a serem visitadas considerou-se:

- a) População total (contada) da RMG = 2.008.700 habitantes
- b) População atendida por rede coletora na RMG = 1.093.940 habitantes (54,5%)
- c) População não atendida por rede coletora na RMG = 914.760 habitantes (45,5%)

De acordo com a Tabela 8 e utilizando a Equação 4.1, definiu-se que seria necessário, no mínimo, a realização de 105 visitas em sistemas de disposição ou de tratamento de esgoto sanitário distribuídos em toda a RMG, para garantir 90% de confiança com uma margem de erro máximo de estimativa (E) equivalente a $\pm 8\%$.

Tabela 8 – Valores críticos associados ao grau de confiança na amostra

Grau de confiança	α	Valor crítico $Z_{\alpha/2}$
90%	0,1	1,645
95%	0,05	1,960
99%	0,01	2,575

Fonte: LEVINE; BRENSON; STEPHAN, (2000)

4.1.2 Escolha dos locais visitados

Os locais visitados foram escolhidos durante o mês de janeiro de 2009 de acordo com os seguintes critérios pré-estabelecidos:

- a) os sistemas individuais de tratamento ou de disposição de esgotos sanitários deveriam estar localizados em residências situados nos treze municípios que configuram a RMG compreendida pelos municípios de Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Goiânia, Goianápolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade;
- b) a amostragem precisava contemplar a variação das classes sócio-econômicas e dos níveis de escolaridade dos usuários responsáveis pelo sistema individual de tratamento ou disposição de esgoto sanitário.

Os 110 (cento e dez) sistemas visitados foram divididos entre os 13(treze) municípios considerando que a população usuária apresentava perfil sócio-econômico semelhante, seja residindo na periferia da capital ou nos demais municípios circunvizinhos.

Decidiu-se visitar, no mínimo, 6 (seis) sistemas em cada um dos seguintes municípios: Abadia de Goiás, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Goianápolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade, totalizando 70 (setenta) sistemas.

O fato das cidades de Aparecida de Goiânia e Goiânia apresentarem índices populacionais bem maiores do que a média dos demais municípios, justificou a necessidade de se visitar um número maior de sistemas nessas localidades. Desse modo, foi estabelecido o número de 20 (vinte) sistemas visitados em cada uma, totalizando as 110 (cento e dez) visitas propostas.

4.1.3 Características dos usuários dos sistemas visitados

Buscou-se uma relação entre classe sócio-econômica e a predominância de sistemas rudimentares para disposição de esgotos sanitários. A identificação do nível de escolaridade permitiu uma avaliação da influência do grau de conhecimento a respeito de meio ambiente e saúde pública no momento de definição da forma de disposição do esgoto sanitário. Também foi feita uma analogia da influência dessas duas características do usuário com a manutenção dos sistemas.

A identificação das classes sócio-econômicas dominantes em cada região foi feita por meio de verificação junto à prefeitura de cada município, considerando os dados do último censo do IBGE e completada com informações de projetistas de instalações hidro-sanitárias que já atuaram na região estudada. Durante as entrevistas, aplicando o método utilizado pelo IBGE (2000), foram identificados usuários dos sistemas pertencentes a três faixas sociais distintas:

- a) classe “A” e “B” - as famílias com renda mensal maior do que 15 (quinze) salários mínimos;
- b) classe “C” - com renda mensal familiar entre 6 (seis) e 15 (quinze) salários mínimos; e
- c) classe “D” e “E” - com renda mensal familiar inferior a 6 (seis) salários mínimos.

O nível de escolaridade foi reconhecido por meio de entrevista, e adotado, como referência da amostra, o grau de estudo do responsável pelo imóvel visitado. A composição do nível de escolaridade foi identificada como Ensinos Fundamental, Médio e Superior de acordo com a Lei n. 9.394 (BRASIL, 1996), que estabelece as diretrizes e bases para a educação nacional.

4.1.4 Ítens relevantes observados e avaliados durante as visitas e entrevistas

As visitas foram realizadas durante o período compreendido entre os meses de março a junho de 2009, quando se aplicou um formulário cujo questionamento, dividido em duas partes “A” e “B” encontra-se apresentado no Apêndice 1.

A parte “A” foi preenchida a partir da observação do entrevistador visitante, sem a participação do responsável pelo imóvel ou usuário do sistema de tratamento de esgoto. Com o preenchimento dessa parte do questionário, foi possível compor um cenário com:

- a) a incidência do uso de sistemas rudimentares;
- b) a técnica de construção mais usada para o sistema individual para disposição do esgoto, como construção no local ou uso de dispositivos pré-moldados e identificação do material de construção mais utilizado;
- c) as dimensões mais utilizadas para o sistema tanque séptico/sumidouro;
- d) as facilidades e dificuldades advindas da localização do sistema no lote;
- e) a existência de dispositivos adequados para inspeção e manutenção do sistema; e
- f) a fonte de água mais usada para consumo.

De acordo com a localização dos sistemas, foi promovida uma classificação quanto à acessibilidade para os trabalhos de manutenção e limpeza, da seguinte forma:

- a) fácil acesso, para o sistema facilmente notável pela equipe contratada para realização de sua limpeza e que não exigiria complementos de mangueira para o seu alcance;
- b) difícil acesso, para o sistema indistinto, que exigiria complemento de mangueira para possibilitar o bombeamento e remoção do lodo acumulado e passagem da mangueira por ambientes pertencentes ao interior do imóvel; e
- c) muito difícil, para o sistema construído em local edificado, desconhecido do proprietário/usuário e com o piso revestido.

A parte “B” do formulário foi preenchida pelo entrevistador fazendo as perguntas diretamente ao responsável pelo imóvel ou usuário do sistema individual de tratamento de esgoto. Com esta parte do questionário, foi possível:

- a) a correlação da renda média familiar e do nível de escolaridade da população usuária com a escolha do tipo de sistema de tratamento ou apenas de disposição;

- b) a averiguação da participação de um profissional habilitado academicamente ou apenas a contratação de um operário com conhecimentos práticos para concepção e implantação do sistema;
- c) a identificação dos procedimentos adotados referentes à confecção de projetos e dimensionamento do sistema, de acordo com a NBR 7229 (ABNT, 1993) e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), junto ao Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Estado de Goiás (CREA-GO);
- d) a verificação da média dos intervalos de tempo entre as operações de esvaziamento do sistema; e
- e) reconhecimento da população média servida por um único sistema.

As dimensões dos tanques sépticos, medidas em campo, permitiram a estimativa de sua capacidade volumétrica. Os volumes dos sistemas encontrados em campo, foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela NBR 7229 (ABNT, 1993), que prescreve a Equação 4.3 para o dimensionamento de sistema tanque séptico.

$$V = 1000 + N (CT + K Lf) \quad (4.3)$$

Em que:

V = volume útil, em litros.

N = número de pessoas ou unidades de contribuição (4 pessoas em média)

C = contribuição de despejos, em L.pessoa.dia⁻¹ (100 L.pessoa.dia⁻¹)

T = período de detenção, em dias (1 dia)

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (K = 57 (cinquenta e sete), para intervalo mínimo de limpeza equivalente a um ano e K = 217 (duzentos e dezessete), para intervalo de limpeza mínimo equivalente a 5 (cinco) anos, ambos com temperatura acima de 20°C)

Lf = contribuição de lodo fresco, em L.pessoa x dia⁻¹ (1 L.pessoa.dia⁻¹)

Os demais dados obtidos em campo, foram comparados com as condições fixadas pela NBR 7229 (ABNT, 1993) para projeto, construção e operação de sistemas de tanque séptico/sumidouro.

4.2 Identificação e caracterização das empresas limpa-fossas

Para a identificação das empresas limpa-fossas localizadas na RMG, partiu-se de consulta ao catálogo telefônico da região metropolitana de Goiânia – Listel 2009. Os dados foram confrontados com os cadastros da Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA), da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH) e da Estação de Tratamento de Esgoto de Goiânia, de responsabilidade da SANEAGO.

Todas as empresas identificadas na RMG foram visitadas durante o período de março a agosto de 2009. O formulário apresentado no Apêndice 2 foi preenchido durante a visita em cada empresa.

Para a elaboração do cenário de atuação das empresas limpa-fossas na RMG, foram identificados:

- a) o tempo médio de existência das empresas no mercado de serviços;
- b) o número médio de funcionários;
- c) o tempo médio de permanência dos trabalhadores na empresa;
- d) o modo escolhido pela empresa para treinar os trabalhadores para operação dos equipamentos usados durante a prestação de serviços de limpa-fossa;
- e) a programação logística para os atendimentos diários;
- f) o desenvolvimento de atividades em outras áreas correlatas; e
- g) o cadastramento das empresas junto aos órgãos públicos.

Para a classificação das empresas segundo tamanho, adotou-se a metodologia indicada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2004), que combina 2 (dois) critérios usuais: o número de pessoas ocupadas e o valor do faturamento. Neste estudo, optou-se pelo primeiro critério por algumas vantagens, sobretudo o fato de que essa informação é mais fácil de ser obtida e menos sujeita a restrições derivadas de sigilo comercial. Assim, considerando o ramo prestação de serviços e a partir do levantamento do número de funcionários por empresa, foi elaborada uma classificação quanto ao seu tamanho da seguinte forma:

- a) as empresas com menos de 10 pessoas ocupadas foram consideradas como microempresas
- b) as empresas com número de pessoas ocupadas maior do que 10 (dez) e menor do que 50 (cinquenta) foram consideradas como pequenas empresas.

A possível coligação (aliança entre algumas empresas) foi averiguada pela distribuição, localização geográfica e existência de regiões da cidade de atendimento específico por determinada empresa na RMG.

A caracterização da operação de despejo dos resíduos coletados foi feita mediante o conhecimento:

- a) da estimativa do volume médio diário de descarte,
- b) do intervalo de tempo médio necessário para o esvaziamento do tanque do caminhão,
- c) da origem dos resíduos coletados,
- d) o principal destino dado ao resíduo coletado; e
- e) dos fatores intervenientes como o deslocamento necessário até a ETE, a economia de combustível, o horário limitado de atendimento estabelecido pela ETE, a preocupação com o desgaste da parte interna do tanque metálico do caminhão e a cobrança pelo despejo.

4.3 Avaliação dos procedimentos operacionais adotados pelas empresas limpa-fossas

Os procedimentos adotados pelos operários das empresas limpa-fossas, durante a coleta do lodo, foram avaliados *in loco*, por meio de acompanhamento dos serviços prestados a residências, condomínios, estabelecimentos comerciais, centros de atendimento hospitalar, terminais de ônibus e escolas, no período de março a agosto de 2009.

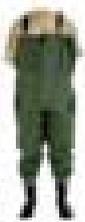
Foram verificados, no mínimo, dois atendimentos de cada uma das empresas atuantes na RMG, para constituir um universo amostral com informações provenientes de 60 (sessenta) acompanhamentos. O fato de o serviço prestado e os procedimentos adotados serem bastante repetitivos, permitiu confiabilidade na representatividade dessa amostra.

O formulário apresentado no Apêndice 3 foi preenchido em cada visita, por meio de entrevistas e observações visuais, de modo a se conseguir dados a respeito:

- a) do conhecimento e preocupação, por parte dos operários, com relação à possibilidade de contaminação com o material coletado e transportado;
- b) dos cuidados com higiene do trabalhador, com os equipamentos e com o local onde está sendo realizado o serviço;
- c) das principais dificuldades enfrentadas no cotidiano dos trabalhadores;

- d) das principais causas de obstrução da mangueira, durante a operação de sucção;
- e) do tempo médio gasto durante a operação de coleta do lodo;
- f) do atendimento da recomendação da NBR 7229 (ABNT, 1993) de garantir a permanência de aproximadamente 10% do volume do tanque preenchido com lodo; e
- g) da disponibilização, orientação e fiscalização do uso de equipamentos de proteção individual. Tinha-se como expectativa o uso dos equipamentos recomendados pela Norma Regulamentadora número 6 (NR 6 - Brasil, 2001), descritos na Tabela 9.

Tabela 9 – Equipamentos de proteção individual indicados para o uso de trabalhadores que exercem atividades de manutenção e limpeza de sistemas de tratamento de esgoto sanitário

Parte do corpo a proteger	Equipamento proteção individual, sugerido pela NR 6 (Brasil, 2001)	Ilustração
Cabeça	Capacete de segurança para proteção contra impactos de objetos sobre o crânio	
Olhos	Óculos de segurança para proteção dos olhos contra respingos de produtos e luminosidade.	
Ouvido	Protetor auditivo de inserção para proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora.	
Boca e nariz	Máscara descartável PFF1 – poeiras e névoas para proteção respiratória.	
Tronco	Vestimenta de segurança para proteção de todo o corpo contra respingos de produtos.	
Membros Superiores	Luva de segurança, em PVC com resistência a ação de óleos, graxas, ácidos, gorduras, produtos químicos, abrasão e umidade.	
Membros Inferiores	Calçado de segurança para proteção dos pés contra agentes cortantes e escoriantes.	

4.4 Caracterização dos equipamentos mecânicos utilizados pelas empresas limpa-fossas

Durante o período de março a agosto de 2009, foi feito o acompanhamento do trabalho cotidiano das empresas limpa-fossas. Por meio do formulário apresentado no Apêndice 4, foi verificada a infra-estrutura de cada empresa, em termos de veículos e tipos de equipamentos de sucção e de desentupimento disponíveis para a execução dos trabalhos. O formulário foi preenchido pelo entrevistador fazendo as perguntas diretamente ao responsável pelo caminhão limpa-fossa ou ao proprietário da empresa.

Para a elaboração do panorama atual das condições físicas dos caminhões utilizados como limpa-fossa na RMG, foram considerados os 3 (três) aspectos abaixo identificados:

- a) o caminhão – Conhecimento da idade média da frota de caminhões; das condições de acesso e operação do próprio caminhão; dos principais fabricantes; da situação de acomodação dos operários durante as viagens; da capacidade volumétrica máxima e estanqueidade do tanque que transporta o lodo.
- b) o sistema de sucção – Identificação: do princípio de funcionamento do sistema; dos aspectos físicos da mangueira usada para bombeamento, como diâmetro, comprimento médio, rigidez e material de fabricação; do uso de dispositivo inteiriço ou em partes conectáveis; da forma de fixação da mangueira no caminhão; dos dispositivos para conexão entre as partes da mangueira e entre a mangueira e a bomba.
- c) a manutenção dos veículos e dos equipamentos de sucção - Averiguação da existência de plano de manutenção preventiva para o caminhão e para o sistema de bombeamento; identificação do intervalo médio de tempo em que ocorre a higienização dos equipamentos de sucção; limpeza do tanque do caminhão; higienização das mangueiras; e substituição de mangueiras.

4.5 Conhecimento do nível de satisfação dos clientes das empresas limpa-fossas

A satisfação dos clientes das empresas limpa-fossas foi avaliada *in loco*, durante o acompanhamento dos serviços prestados à residências, condomínios, estabelecimentos

comerciais, indústrias, hospitais, terminais de ônibus e escolas, no período de março a agosto de 2009.

Foi feito o acompanhamento de, no mínimo, 2 (dois) atendimentos de cada uma das empresas limpa-fossas identificadas, totalizando 60 visitas e entrevistas.

A realização da entrevista com o proprietário/usuário ocorria ao final da prestação do serviço de esvaziamento do sistema. O formulário apresentado no Apêndice 5 permitiu a avaliação da satisfação do contratante quanto a:

- a) intervalo de tempo entre a chamada e a realização do serviço;
- b) duração da realização do serviço;
- c) higiene e limpeza entre os trabalhadores, com os equipamentos e com o local onde o serviço foi prestado;
- d) preço praticado;
- e) informação prestada pela empresa contratada quanto ao destino final do lodo retirado do sistema individual de tratamento de esgoto; e
- f) local definido pela empresa contratada para o destino final do lodo retirado do sistema individual de tratamento de esgoto.

4.6 Estimativa do volume médio mensal de lodo disposto pelas empresas limpa-fossas na ETE Goiânia

Para a estimativa do volume de lodo tratado na ETE Goiânia proveniente de serviços de limpa-fossas foi considerado o registro de recebimento nas planilhas de controle da portaria da referida ETE.

Foi identificado o número médio de caminhões que usam diariamente a ETE Goiânia como local de destino final de seus resíduos, bem como o dia da semana em que havia um maior movimento de caminhões limpa-fossas na referida ETE.

Ao receber o lodo de um caminhão limpa-fossa, o volume considerado pela central de controle da ETE Goiânia é sempre equivalente ao volume máximo de cada caminhão, informado pelo proprietário no ato de cadastramento das empresas junto à SANEAGO, mesmo quando este não está completamente cheio. Na ETE estudada não há balança, o que impossibilita a determinação do volume exato de cada descarte.

Foi feito um estudo comparativo entre o volume médio de lodo disposto pelas empresas limpa-fossas e os dados encontrados por SILVA (2007), de modo a estimar o percentual médio da vazão mensal tratada na ETE Goiânia, referente a lodo séptico, o que possibilitou a avaliação de possíveis transtornos dessa prática em sua operação. Para esta determinação, foi considerada a pior situação relacionada ao lodo séptico, estimando que todos os caminhões estariam totalmente preenchidos com lodo e este apresentava o parâmetro de DBO no limite máximo estabelecido pela SANEAGO, isto é, com valor de 2.000 mg.L^{-1} .

Foi analisado o volume médio mensal de lodo de limpa-fossa disposto na ETE Goiânia durante o período de janeiro de 2008 a agosto de 2009, para a identificação dos cenários de antes e depois da implantação das medidas restritivas para o recebimento desse tipo de lodo.

Com a intenção de se comparar o volume de trabalho desenvolvido entre as empresas, promoveu-se uma classificação das 10 (dez) empresas limpa-fossas que mais usam a ETE Goiânia como local de disposição final de seus lodos coletados. Nessa classificação foi considerado o percentual médio dos volumes despejados no biênio 2008 - 2009.

4.7 Diagnóstico da atuação das empresas limpa-fossas na coleta, transporte e destinação final de efluentes e lodos industriais

Durante o mês de março foi feito contato com cada uma das empresas, através da simulação de um possível cliente com necessidade de retirar um efluente industrial, com volume de $7,0 \text{ m}^3$, rico em matéria orgânica e contaminado com metal pesado (nesse caso o cromo, proveniente de um curtume).

Para a confiabilidade dos dados obtidos durante a solicitação do serviço, foi garantida:

- a) cautela em se estabelecer o diálogo com a pessoa realmente responsável pela empresa, descartando conversas com secretárias e demais funcionários;
- b) aplicação das questões na mesma ordem para todas as empresas; e
- c) esclarecimento, por parte do possível contratado, de todas as características do lodo que se pretendia remover.

O formulário apresentado no Apêndice 6 foi preenchido durante a simulação de contratação do serviço de limpa-fossa para coleta, transporte e destinação final do efluente industrial, durante o contato com cada uma das empresas.

As empresas foram indagadas sobre a possibilidade de realização do serviço. Em caso de recusa, o empresário foi questionado se faria a indicação de outra empresa que o realizasse. A identificação dos motivos que levam a empresa prestadora de serviços de limpa-fossa a rejeitar os serviços de coleta e transporte de resíduos, com parâmetros fora dos limites toleráveis estabelecidos pela ETE Goiânia, para o recebimento do mesmo, foi feita mediante a investigação a respeito:

- a) do receio da multa e apreensão do caminhão;
- b) da preocupação com o meio ambiente; ou
- c) do desconhecimento da existência de local adequado para o tratamento e despejo desse tipo de resíduo.

Em caso de aceite de realização do serviço, a empresa foi questionada a respeito do local de lançamento do lodo coletado, do preço praticado, da preocupação com o meio ambiente, do conhecimento, por parte da empresa, da legislação ambiental e das possíveis penalidades no caso de seu descumprimento.

O diagnóstico da atuação das empresas limpa-fossas na coleta, transporte e destinação final de efluentes e lodos industriais permitiu verificar se as empresas realizam a coleta e buscam locais alternativos, possivelmente impactantes ao meio ambiente, para a destinação final de efluentes e lodos industriais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Diagnóstico dos aspectos construtivos e de manutenção dos sistemas individuais de disposição ou de tratamento de esgoto

A incidência de fossa rudimentar ainda é muito alta, com presença em 82 % dos sistemas visitados. Além das restrições financeiras, a população usuária não está esclarecida dos prejuízos provocados ao meio ambiente e à saúde, ao se optar por sistemas rudimentares, como a fossa negra.

Em 96% dos sistemas visitados as construções foram feitas *in loco*, demonstrando que a tecnologia dos tanques pré-moldados ainda não está disseminada junto à população usuária. O material de construção mais usado em tanque séptico é a alvenaria com argamassa, encontrada em 80% dos sistemas, seguido do concreto, encontrado em 15%, e da fibra de vidro, com 5% de incidência. A técnica de construção ainda é a mais convencional e tradicional, normalmente adotada por operários práticos, com pouco acesso às inovações tecnológicas. Ficou comprovado que o usuário toma as providências necessárias para evitar que o esgoto escoe a céu aberto, porém a preocupação em evitar as contaminações do solo e das águas subterrâneas não são suas prioridades.

Em 84% dos sistemas visitados, a sua localização permitiria facilidade de acesso dos caminhões limpa-fossas, o que tornaria exequível os trabalhos de manutenção e limpeza. Em apenas 5% dos locais visitados o seu acesso foi muito difícil, devido ao fato do sistema ter sido construído em local edificado, no fundo do lote embaixo do piso revestido. A Figura 8 apresenta a distribuição percentual da localização dos sistemas no lote, enquanto a Figura 9 apresenta a distribuição percentual da classificação quanto ao grau de dificuldade de acesso aos sistemas para os trabalhos de manutenção e limpeza.

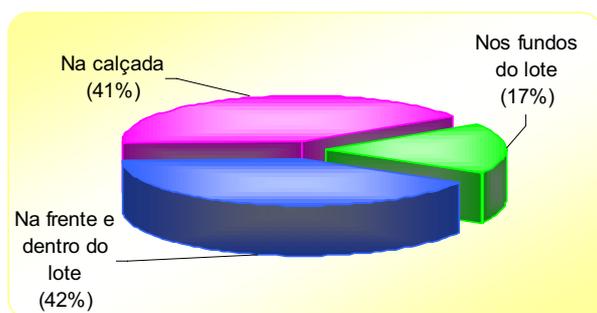


Figura 8 – Distribuição percentual dos sistemas individuais de tratamento ou de disposição de esgotos, de acordo com sua localização no lote.

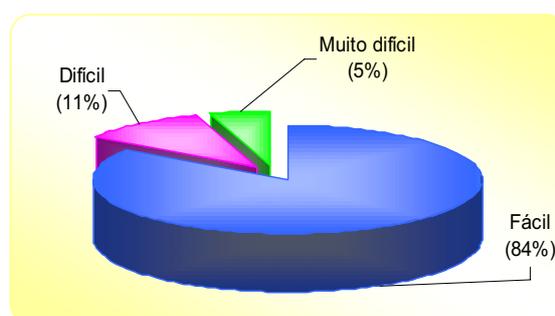


Figura 9 – Distribuição percentual dos sistemas individuais de tratamento ou de disposição de esgotos, de acordo com a dificuldade de acesso.

Um fato preocupante foi a ocorrência de 41% dos sistemas situados em calçadas, o que pode vir a causar acidentes graves em sistemas não submetidos à manutenção preventiva constante. A redução das áreas dos lotes, principalmente em conjuntos habitacionais, contribui para que os usuários localizem as fossas em áreas externas, de modo a ampliar a possibilidade de ocupação do lote com edificações. Exemplos dessa localização irregular estão ilustrados na Figura 10.



Figura 10 – Exemplos de sistemas individuais de tratamento de esgoto localizados nas calçadas

Em 48% dos sistemas visitados, não foi instalado um dispositivo próprio para inspeção. Em 30% dos sistemas, embora existentes, os dispositivos de inspeção eram inadequado por se tratar de pesadas tampas confeccionadas em concreto, que dificultavam sua remoção e não apresentavam resistências suficientes para suportarem os esforços mecânicos durante as operações de remoção e recolocação. A distribuição percentual da adequação dos dispositivos de inspeção está resumida na Figura 11.

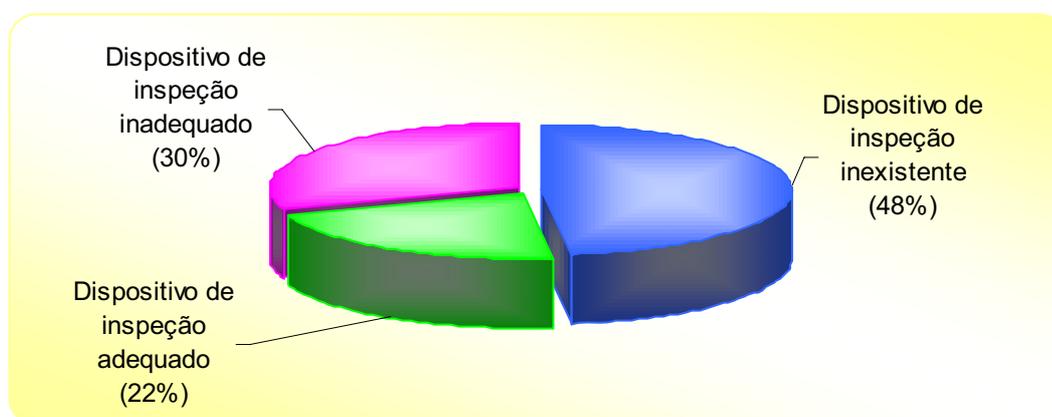


Figura 11 – Distribuição percentual da adequação dos dispositivos de inspeção encontrados nos sistemas individuais de tratamento ou de disposição de esgoto

Também foram encontrados dispositivos de inspeção totalmente aderidos ao revestimento do piso, cuja remoção causaria prejuízos financeiros e incômodos aos usuários. A Figura 12 ilustra alguns sistemas visitados e suas inadequações.



Figura 12 – Exemplos de inadequação ou ausência dos dispositivos de inspeção das fossas

Os usuários desconhecem a diferença entre fossa rudimentar, tanque séptico e sumidouro. São resignados com a condição única de disposição dos esgotos sanitários no solo e a possibilidade de contaminação do solo e das águas subterrâneas. A realização do esvaziamento do tanque, de acordo com o intervalo de tempo indicado pela NBR 7229/93, não é uma prática. De todos os sistemas visitados, 50% tinham idade entre 1 (um) e 5 (cinco) anos e 36% foram construídos há mais de 5 (cinco) anos, ambos ainda não haviam sido esvaziados.

Em 27% dos sistemas visitados, o responsável pela residência tinha apenas o nível fundamental de ensino, 60% tinham o nível médio e 13% tinham o nível superior de escolaridade.

Na correlação com as classes sócio-econômicas foi verificado que 5% das residências visitadas pertenciam às classes “A” e “B”, 41% pertenciam à classe “C” e 54%, às classes “D” e “E”; deve-se destacar que 42 usuários, entrevistados nesta classe, declararam ter uma renda familiar mensal máxima de dois salários mínimos. Nas Tabelas 10 e 11, estão indicados os tipos de sistemas encontrados e suas quantidades distribuídas por nível de escolaridade e classe sócio-econômica.

Tabela 10 – Tipos de sistemas encontrados em campo e suas quantidades distribuídas por nível de escolaridade

Nível de escolaridade	Sistema tanque séptico e sumidouro		Fossa rudimentar		Total		
	Unidades	%	Unidades	%	Unidades	Unidades	%
Ensino Fundamental	4	13	27	87	31	110	27
Ensino Médio	10	15	56	85	66		60
Ensino Superior	6	46	7	54	13		13

Tabela 11 – Tipos de sistemas encontrados em campo e suas quantidades distribuídas por classe sócio-econômica

Classe sócio-econômica	Sistema tanque séptico e sumidouro		Fossa rudimentar		Total		
	Unidades	%	Unidades	%	Unidades	Unidades	%
Classes “A” e “B”	3	60	2	40	5	110	5
Classe “C”	11	24	34	76	45		41
Classes “D” e “E”	6	10	54	90	60		54

O uso do sistema tanque séptico/sumidouro aumenta significativamente à medida que o responsável pela residência apresenta maior índice de escolaridade e decresce em residências pertencentes às classes menos abastadas, conforme está ilustrado nas Figuras 13 e 14. A alta incidência de fossa rudimentar, que indica descaso e desinformação a respeito dos problemas de saúde pública ligados à poluição ambiental, também tem um cunho social.

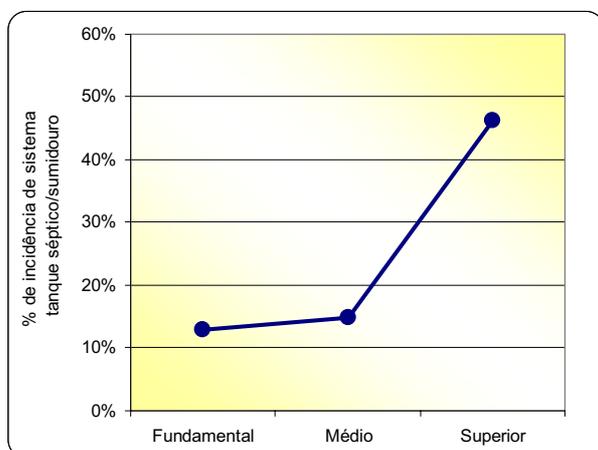


Figura 13 – Correlação do uso de sistema tanque séptico/sumidouro e o nível de escolaridade

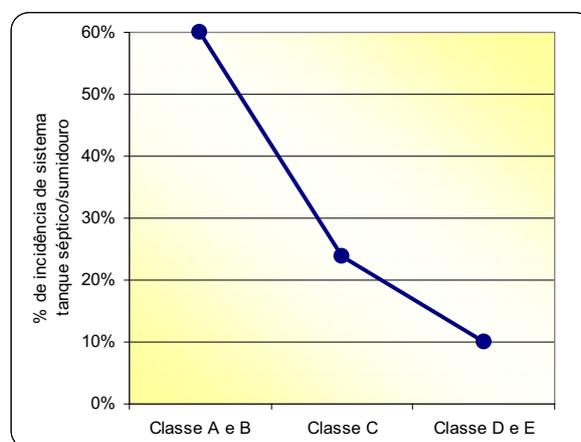


Figura 14 – Correlação do uso de sistema tanque séptico/sumidouro e as classes sócio-econômicas

Todos os 20 (vinte) tanques sépticos encontrados neste estudo eram constituídos de câmara única, atendiam a residências unifamiliares, com número médio de 4 (quatro) moradores por residência. A comparação das dimensões destes tanques com as recomendações da NBR 7229/93 da ABNT mostrou que todos apresentavam profundidades dentro das faixas recomendadas, porém, a relação comprimento/largura preconizada não foi atendida em 78% deles. Foi percebido o dimensionamento superestimado em 94% dos tanques sépticos visitados.

Em 92% das construções visitadas, a água potável era proveniente da rede pública de abastecimento, ficando apenas 8% da população submetida ao uso de água subterrânea, retirada de cisternas ou poços rasos. Em 11% dos locais visitados a população era abastecida com água proveniente de poços, que eram localizados à jusante do local de disposição de esgoto sanitário e 44% encontravam-se no mesmo nível topográfico, indicando a possibilidade de contaminação e reiterando o descaso e/ou a desinformação dessa população usuária.

A participação de profissional com Anotação de Responsabilidade Técnica para o projeto e construção de sistemas individuais de tratamento de esgoto ainda é reduzida, apenas 19%. O envolvimento de órgãos públicos financiadores da construção do imóvel exige a participação desse profissional. A opção pelo sistema tanque séptico/sumidouro é feita para atender às exigências dos órgãos financiadores e não por preocupação em evitar a contaminação do solo com esgoto sanitário.

5.2 Identificação e caracterização das empresas limpa-fossas

No início da pesquisa, foi notado que a RMG tinha à sua disposição, como prestadoras de serviços limpa-fossas, um total de 43 (quarenta e três) empresas divulgadas com seus nomes fantasia, nome comercial ou de fachada em catálogos telefônicos e buscadores da rede de alcance mundial, *Internet*. O gráfico mostrado na Figura 15, elaborado a partir da análise das planilhas de controle da portaria da ETE Goiânia, durante o período de março de 2007 a julho de 2009, demonstra que apenas 72% dessas empresas permaneceram despejando os lodos coletados na referida ETE.

Com a realização das visitas de campo, foi possível confirmar que 9 (nove) empresas interromperam sua atuação neste tipo de atividade e outras 3 (três) permaneceram

atuando, porém, dispendo o lodo em outros municípios ou apenas realizando o transporte de resíduo industrial, cujo local de despejo é de responsabilidade do próprio gerador.

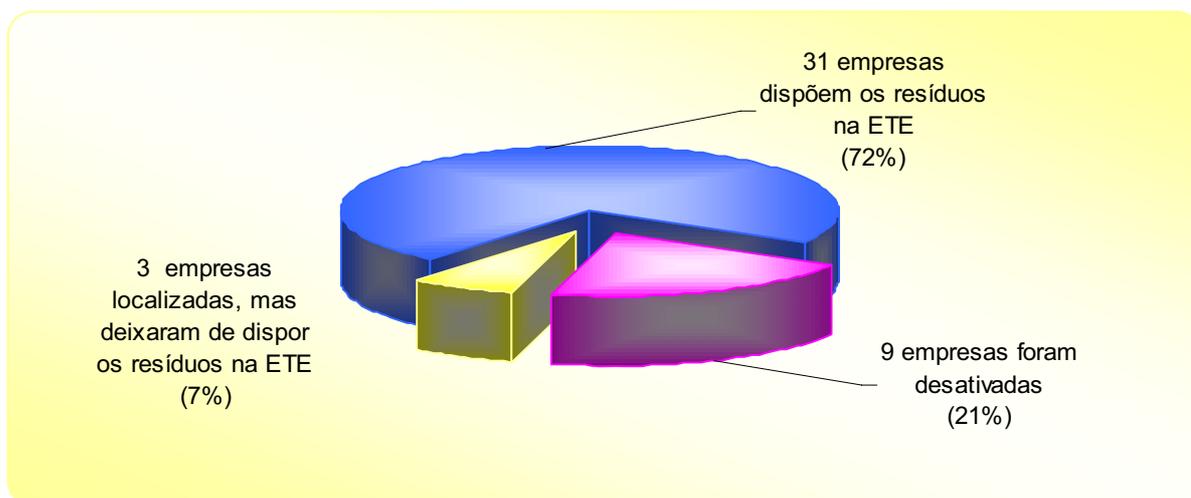


Figura 15 – Número de empresas limpa-fossas atuantes junto à ETE Goiânia no triênio 2007 - 2009

Durante a etapa de investigação e contato com cada uma das empresas, foi observado que algumas delas apresentavam diferentes números de Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ); porém, alguns endereços e telefones de contato coincidiam, evidenciando que o número real de empresas disponíveis aos consumidores da RMG era ainda menor.

Dois proprietários, que atuavam com mais de uma empresa, explicaram que essa atitude permitia atingir um maior número de possíveis clientes, uma vez que a maneira habitual do cliente proceder, durante a contratação desse tipo de serviço, era a realização de alguns orçamentos previamente à contratação definitiva. Eles também asseguraram que o investimento financeiro para a divulgação sequencial das empresas em catálogo telefônico, bem como a manutenção de uma central de atendimento telefônico simulando o atendimento por empresas diferentes, era financeiramente compensatório pelo fato deste tipo de transação resultar em sua contratação para realização dos serviços de limpa-fossas.

Após a conclusão de todas as visitas às empresas limpa-fossas na RMG, foi possível constatar que esse mercado é disputado por apenas 27 (vinte e sete) empresas de fato, concorrentes, as quais representam o universo amostral do presente estudo. Foram identificadas 18 (dezoito) empresas em Goiânia, 7 (sete) no município de Aparecida de Goiânia, o segundo mais populoso da RMG, 1 (uma) em Senador Canedo e 1 (uma) em

Goianira. A distribuição quantitativa das empresas identificadas na RMG está organizada na Tabela 12, com o nome do bairro ou setor, seguido do número de empresas ali instaladas.

Tabela 12 – Distribuição quantitativa de empresas limpa-fossas na Região Metropolitana de Goiânia

Nome do município	Setor / bairro	Código no mapa	Número de empresas
Aparecida de Goiânia	-	48, 49, 52 e 56	7
Goiânia	Celina Park	30	1
	Criméia Leste	13	1
	Jardim Novo Mundo	25	3
	Parque Amazônia	13	2
	Balneário Meia Ponte	39	5
	Bela Vista	10	1
	Bueno	11	1
	Estrela Dalva	36	1
	Sul	2	1
	Urias Magalhães	20	1
Vila Nova	6	1	
Goianira	-	Goianira	1
Senador Canedo	-	Senador Canedo	1
Total de empresas			27

Dez empresas possuem licença ambiental ou estão em processo de licenciamento junto à Agência Municipal de Meio Ambiente de Goiânia, o que corresponde a 55% das

empresas situadas na capital. Uma empresa está em processo de licenciamento ambiental junto à Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás. A distribuição espacial na RMG está ilustrada na Figura 16.

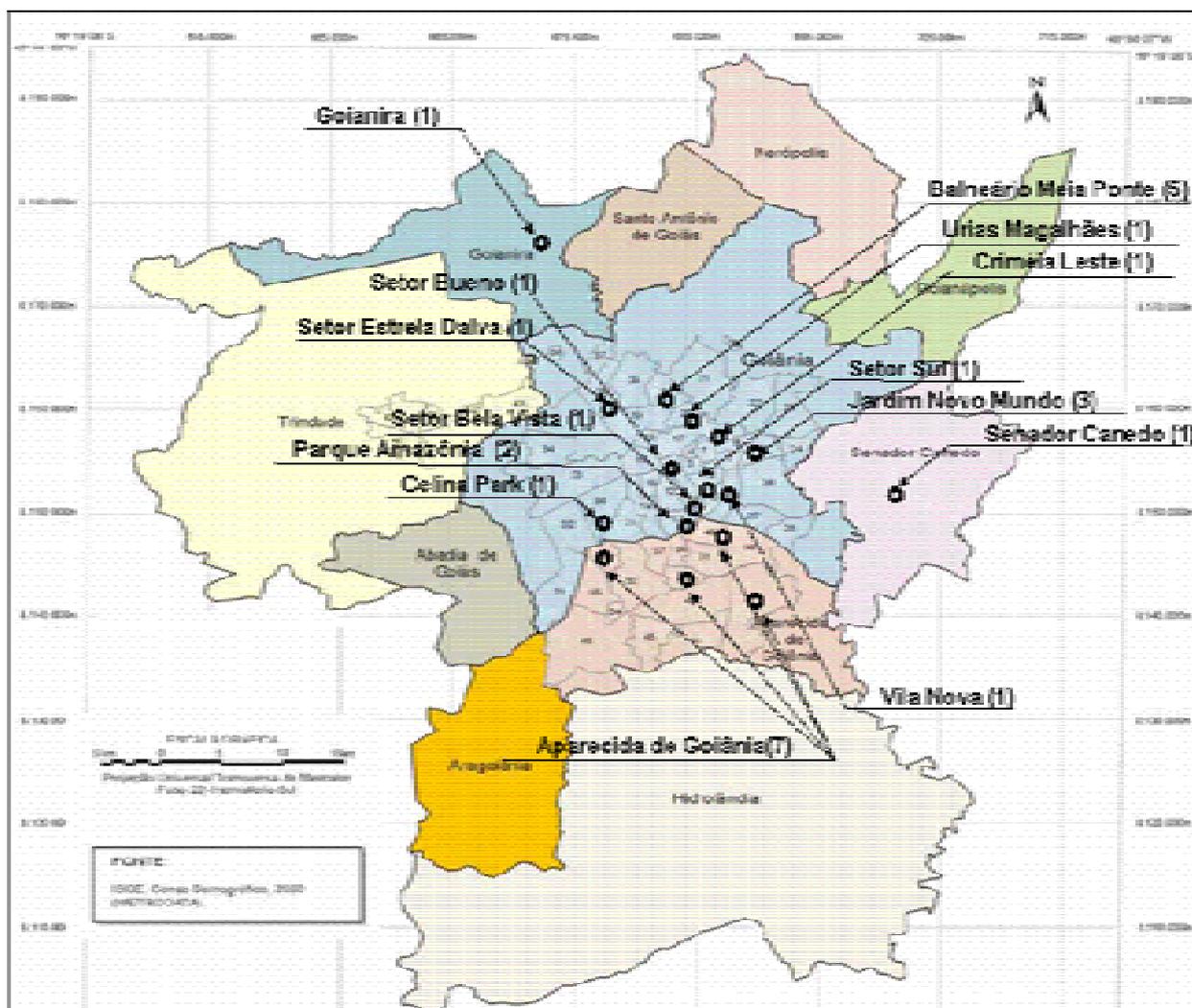


Figura 16 – Distribuição espacial das empresas limpa-fossas na Região Metropolitana de Goiânia

O cadastro de empresas limpa-fossas, com autorização para dispor o lodo na ETE Goiânia, foi iniciado em dezembro do ano de 2008 e contava, em março de 2009, com 28 (vinte e oito empresas), sendo que 2 (duas) pertenciam ao mesmo proprietário.

De acordo com a classificação do SEBRAE (2004), 93% das empresas foram identificadas como microempresas, com um número máximo de 10 (dez) funcionários. 15% são empresas familiares e não contam com a força de trabalho de terceiros. É comum a prática de repasse das empresas entre as gerações de cada família proprietária. A distribuição

percentual da variação do número de funcionários contratados pelas empresas avaliadas está mostrada na Figura 17.

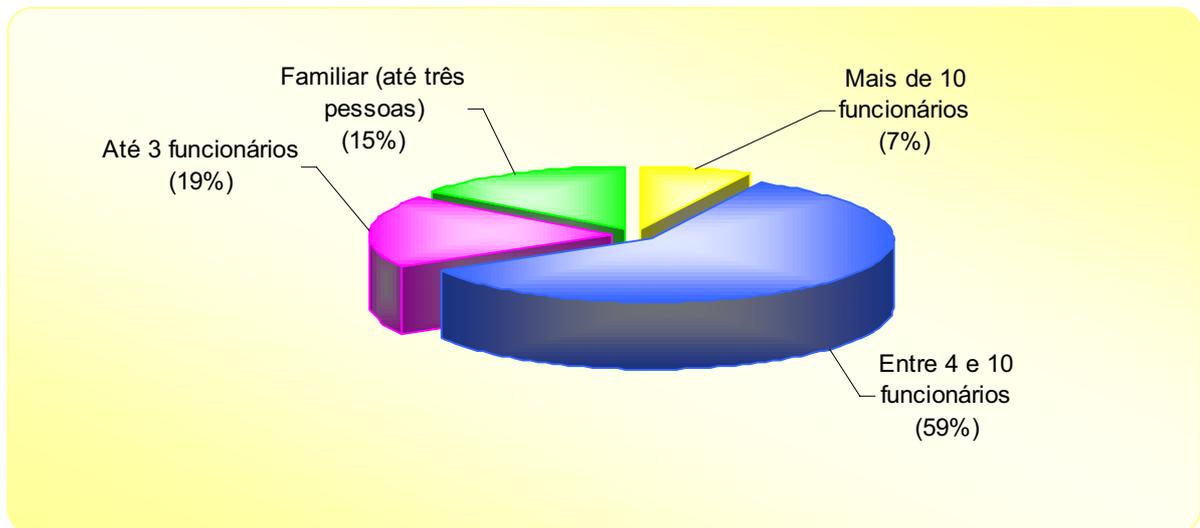


Figura 17 – Distribuição percentual da quantidade média de funcionários das empresas limpa-fossas

Por se tratar de atividades específicas, que exigem conhecimento e habilidade no uso dos equipamentos, não há grande rotatividade de funcionários, sendo que 83% das contratações dos atuais funcionários foram realizadas há mais de 1 (um) ano. A distribuição percentual do tempo médio de permanência dos funcionários nas empresas está mostrada na Figura 18.

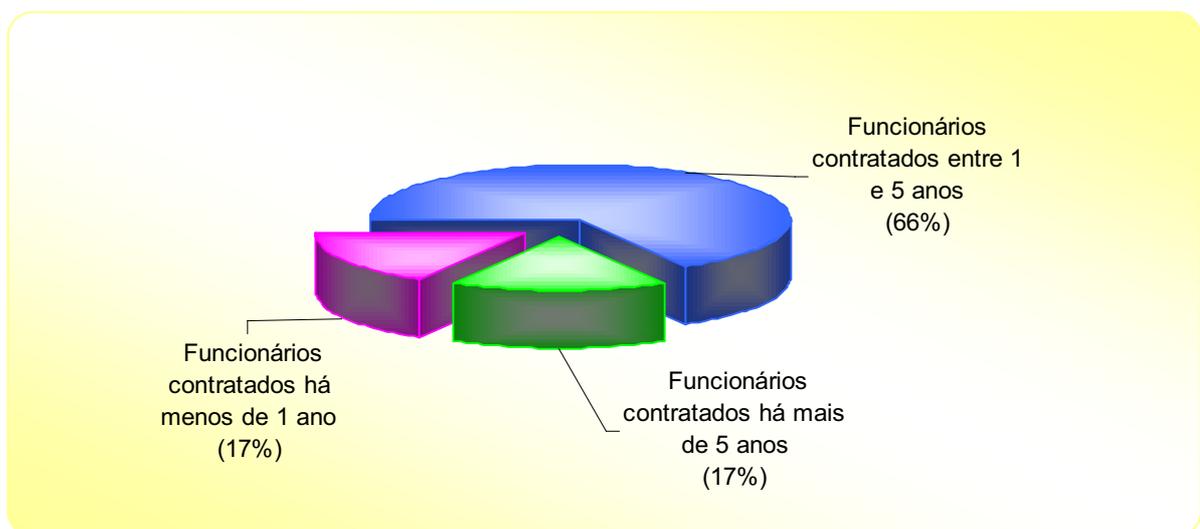


Figura 18 – Distribuição percentual do tempo de permanência dos funcionários nas empresas limpa-fossas

Quanto ao tempo médio de atuação, 89% das empresas já atuavam no mercado por um período superior a 5 (cinco) anos. Por se tratar de um ramo de atividade específico, foi percebido um comportamento corporativista entre os proprietários das empresas que atuavam há mais tempo neste mercado, esta prática dificulta o ingresso e permanência de novas empresas. Das empresas com menor tempo no mercado da RMG, 2 (duas) são provenientes de outros estados brasileiros. A distribuição percentual da variação do tempo médio de existência das empresas no mercado encontra-se apresentada na Figura 19.

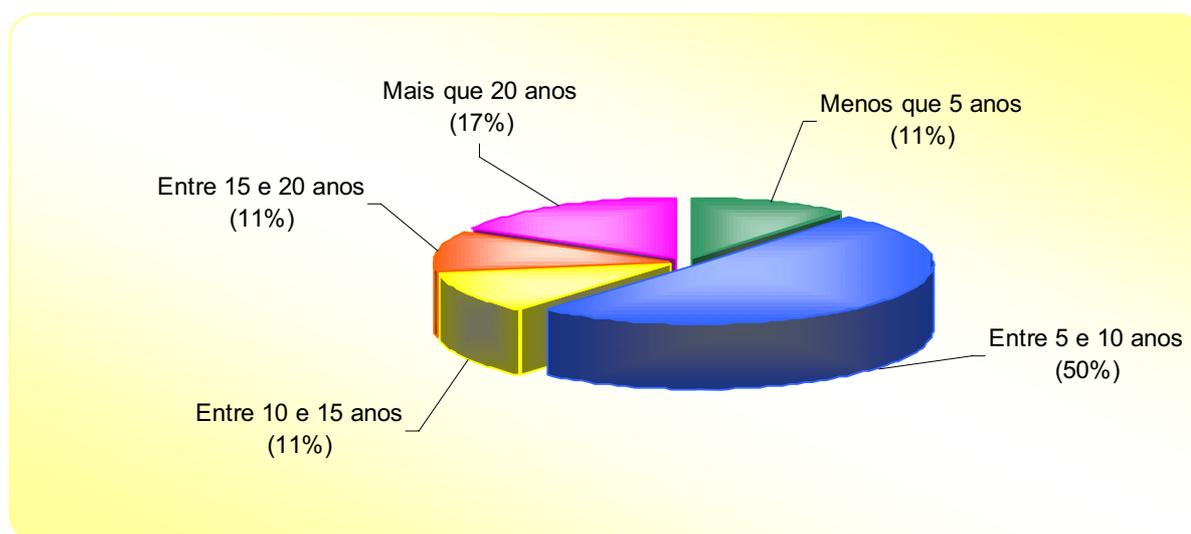


Figura 19 – Distribuição percentual do tempo médio das empresas limpa-fossas no mercado da Região Metropolitana de Goiânia

Somente 1 (uma) empresa investe em cursos de treinamento dos trabalhadores para operação dos equipamentos usados durante a prestação de serviço de limpa-fossa. Nas demais empresas, os funcionários aprendem com a prática e observação dos trabalhos desenvolvidos por empregados mais antigos. Quando ingressam na empresa, os trabalhadores iniciam as atividades como auxiliares, acompanham a realização dos serviços de modo a aprender o uso correto dos equipamentos. O período de 1 (um) mês é suficiente para perceber se o operário permanecerá na empresa desenvolvendo atividades com características insalubres, na presença de mau cheiro e que podem exigir esforços físicos.

Foi verificado que 73% das empresas limpa-fossas atuam no mercado com outras atividades, como transporte de água potável, aluguel de caçambas para resíduos de construção civil, desentupimento e dedetização, entre outras descritas na Figura 20.

Todas as empresas que ainda trabalham exclusivamente com serviços de limpa-fossas afirmaram ter intenção de ampliar suas atividades para, pelo menos, uma das áreas descritas.

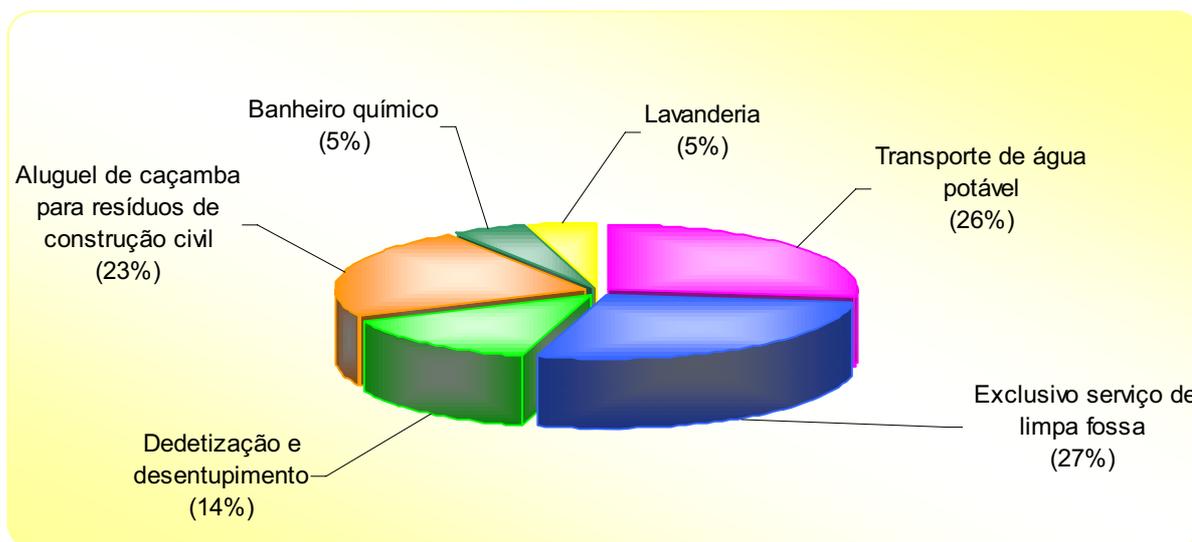


Figura 20 – Distribuição percentual de outras atividades desenvolvidas por empresas limpa-fossas na Região Metropolitana de Goiânia

Todas as empresas divulgam no mínimo um número de telefone móvel ou celular para possibilitar seu acionamento em qualquer hora do dia e em qualquer dia da semana, inclusive sábados, domingos e feriados.

Embora todas as empresas atendam a todos os municípios da RMG, o valor cobrado varia com a distância entre a garagem, o local de coleta e o de disposição final. A chamada local é sempre priorizada, justificada pela possibilidade de economia de combustível. O preço médio cobrado para o esvaziamento de uma fossa ou de um tanque séptico é de R\$100,00. Os valores cobrados podem ser negociáveis e previamente acertados por telefone, durante a contratação dos serviços.

Assim como em outras áreas de comércio e prestação de serviços, neste ramo de trabalho, também, foi confirmado que a concorrência contribui para a redução dos preços praticados. Um bom exemplo disto foi diagnosticado no município de Nerópolis, inicialmente servido por uma empresa limpa-fossa, com sede na capital e o valor médio cobrado por atendimento era de R\$100,00. Na presença de uma empresa concorrente, no início do ano de 2009, foi percebida a redução dos preços médios cobrados para o valor de R\$70,00.

Muitos proprietários demonstraram dificuldades em contabilizar o número médio de atendimentos diários realizados por suas empresas. Neste estudo, 72% dos entrevistados afirmaram que a quantidade é muito variável e 21% asseguraram que há dias em que não ocorre sequer um atendimento. A realização dos serviços é feita consecutiva à solicitação, o que impossibilita um planejamento logístico e diário por parte da empresa. O gráfico apresentado na Figura 21 ilustra a estimativa da variação do número de atendimentos diários por empresas limpa-fossas. Nele se destaca o número médio de até 3 (três) atendimentos diários por empresa entre os meses de janeiro a maio do ano de 2009.

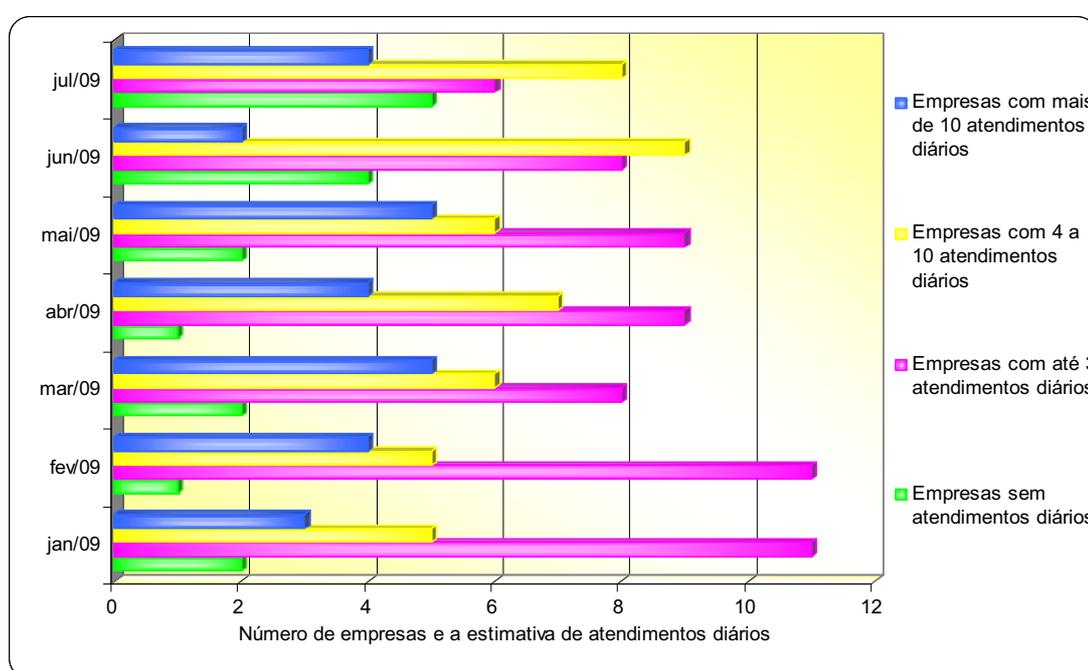


Figura 21 – Estimativa do número médio de atendimentos diários pelas empresas limpa-fossas da Região Metropolitana de Goiânia, para o primeiro semestre de 2009

Apenas nos meses de março e maio de 2009 foi notado que aproximadamente 20% das empresas alcançaram um número superior a 10 (dez) clientes atendidos diariamente.

Nenhuma empresa assumiu a realização de operação de transbordo de lodos. Entretanto, todos os entrevistados demonstraram ter conhecimento dos riscos, transtornos e consequências provenientes desse procedimento, como a incidência de mau cheiro seguida de reclamação e denúncia aos órgãos municipais de controle ambiental, por parte dos vizinhos.

Quanto ao questionamento sobre o número médio de viagens realizadas diariamente até a ETE Goiânia, para destinação final do lodo coletado, pelas empresas limpa-fossas, apenas 7% delas faziam várias viagens diárias até a referida estação; 72% realizavam,

pelo menos, um descarte diário, objetivando evitar riscos de acidentes com esvaziamento indevido e mau cheiro na região onde o caminhão fica depositado; e 21 % aguardavam o preenchimento total do tanque para realizar o descarte.

As empresas menores, que não realizavam o descarte diariamente, manifestaram-se a respeito do prejuízo provocado pelo fato da taxa de cobrança estabelecida pela SANEAGO não considerar o volume real despejado. De fato, a taxa independe do volume de lodo despejado, já que é cobrada de acordo com o volume do tanque do caminhão, declarado pelo proprietário, no momento de cadastro da empresa junto à ETE Goiânia.

As empresas que aguardam o preenchimento total do tanque para realizar o descarte justificaram-se com as seguintes afirmações:

- o desgaste das paredes internas do caminhão, com a permanência do lodo por um período superior a 24 h era ínfimo,
- os locais usados para depósito dos caminhões eram seguros e
- a economia com combustível para o deslocamento diário até a ETE Goiânia e com a taxa cobrada para o recebimento do lodo coletado era de valor considerável.

Na Figura 22 pode ser observado o número de empresas e suas respectivas quantidades médias de viagens diárias até a referida ETE. Destacando, também, o número médio de até 3 (três) viagens diárias de uma mesma empresa durante os meses de fevereiro a julho do ano de 2009.

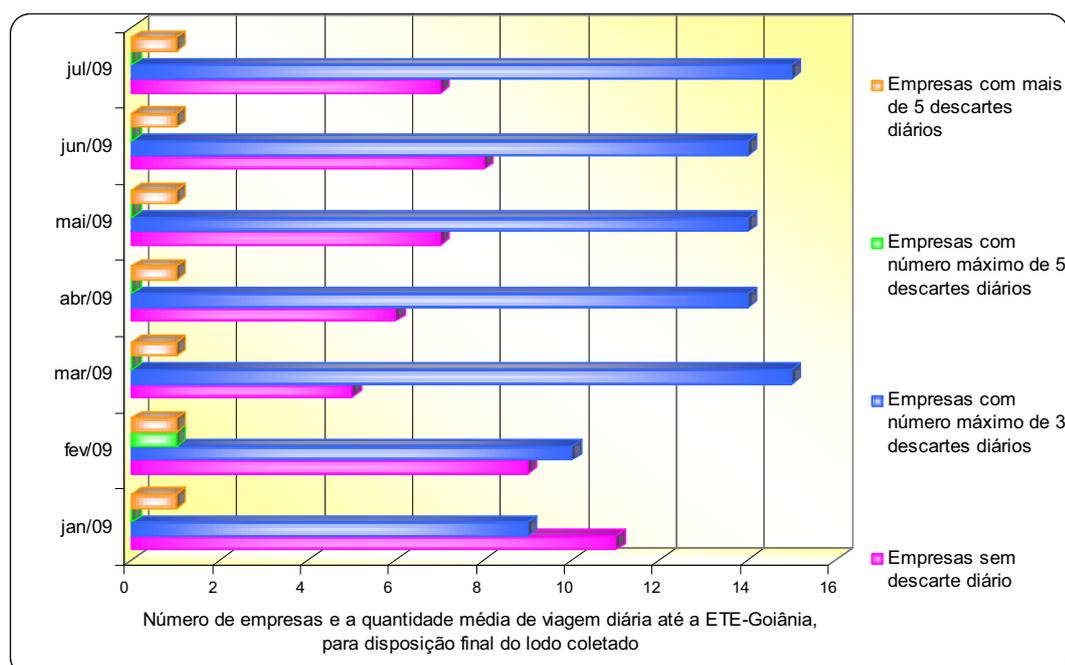


Figura 22 – Número médio de viagens diárias até a ETE Goiânia para destinação final do lodo coletado por empresas limpa-fossas, durante o primeiro semestre de 2009

As 7 (sete) empresas localizadas no município de Aparecida de Goiânia, em função da maior distância à ETE Goiânia, afirmaram que o horário limitado para recebimento dos caminhões limpa-fossas, estabelecido pela SANEAGO, tem obrigado o encerramento antecipado do expediente, para que se possa realizar o descarte diário do lodo coletado. Essa ação gera maiores despesas com mão-de-obra e combustível.

Quanto à origem dos lodos coletados e despejados na ETE Goiânia, todas as empresas entrevistadas na forma presencial foram unânimes em afirmar que só coletavam esgotos domésticos. As empresas, apesar de reclamarem bastante, estão cientes da possibilidade de recusa da SANEAGO em receber materiais provenientes de caixa de gordura, marmoraria, lavanderia, retífica, lavajato, entre outros.

Durante as entrevistas presenciais, ao investigar os motivos que levavam as empresas limpa-fossas a rejeitarem os serviços de coleta e transporte de resíduos com parâmetros fora dos limites toleráveis estabelecidos para a ETE Goiânia, foram identificados como principais: o receio de multa e apreensão do caminhão pela Agência Municipal de Meio Ambiente de Goiânia e Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, seguido da preocupação com o meio ambiente.

As empresas limpa-fossas afirmaram que o custo relacionado ao tratamento de lodos e efluentes por empresas particulares também precisa ser repassado ao gerador, que ainda não está esclarecido de sua responsabilidade e exige sempre uma solução mais econômica.

Apenas 3 (três) empresas entrevistadas confirmaram o conhecimento de existência de local para a disposição e tratamento de resíduo com parâmetros cujos limites extrapolavam a faixa tolerável estabelecida pela ETE Goiânia. Foram citadas:

- a) a empresa Incinera, que oferece soluções ambientais integradas para o tratamento de resíduos gerados por estabelecimentos de serviços de saúde, resíduos químicos, industriais, derivados de petróleo, e resíduos perigosos que possam causar danos ambientais ou degradação à natureza;
- b) a empresa UTARP, que oferece prestação de serviços em Goiânia com uma unidade de tratamento de águas contaminadas com resíduos de petróleo;
- c) a empresa LWART, que oferece prestação de serviços de coleta de óleos lubrificantes usados em vários locais do país, com uma de suas unidades estabelecidas no município de Aparecida de Goiânia.

5.3 Avaliação dos procedimentos operacionais adotados pelas empresas limpa-fossas

Os operários têm pouco conhecimento e preocupação relacionada à possibilidade de contaminação com o material coletado e transportado. Os cuidados com higiene do trabalhador e com os equipamentos, durante a realização dos serviços, são banalizados. É dada uma maior atenção ao local onde está sendo realizado o serviço, devido à exigência do contratante.

As condições de trabalho, apesar de insalubres, já são rotineiras e os profissionais não identificam dificuldades enfrentadas em seu cotidiano.

O uso de equipamentos de proteção individual (EPI) é precário, conforme mostrado na Figura 23. A luva é o único EPI adotado em 77% das empresas observadas. Em 7% das empresas foi possível confirmar a disposição, orientação e fiscalização do uso de botas de borracha, macacões, máscaras e luvas.



Figura 23 – Exemplos de uso precário de equipamentos de proteção individual durante a operação de esvaziamento de sistema individual de tratamento de esgoto

Foi comprovada, ainda, a necessidade de capacitação dos trabalhadores para conhecimento dos riscos químicos e biológicos provenientes da presença de produtos químicos e agentes portadores de bactérias e fungos patogênicos. O acompanhamento, por meio de exames médicos periódicos dos trabalhadores, poderia auxiliar no diagnóstico de doenças ocupacionais, que são totalmente desprezadas por trabalhadores e patrões. Embora os profissionais responsáveis pelos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário lidem com um serviço de primeira necessidade para a saúde e o bem-estar de toda uma comunidade, eles enfrentam condições adversas na execução de seu trabalho, colocando em risco sua própria

saúde, por despreparo, desconhecimento e até mesmo por falta de condições adequadas para a execução a contento de suas atividades.

O vácuo criado no tanque do caminhão, pelo funcionamento da bomba de sucção, é suficiente para a sucção de qualquer lodo, encontrado nesse tipo de sistema, seja no estado líquido ou pastoso, e não é comum a obstrução da mangueira.

A operação de coleta do lodo é muito rápida, o tempo médio de 10 minutos é suficiente para o esvaziamento de uma fossa ou de um tanque séptico, de volume médio de 2.000 L. O que prolonga o tempo de atendimento é a dificuldade de encontrar o endereço e o próprio sistema individual de disposição ou de tratamento de esgoto.

Todas as equipes de operários entrevistadas têm situações críticas e embaraçosas vividas anteriormente e relacionadas com atendimentos realizados em locais de difícil acesso. Um bom exemplo, é o encontro de sistemas localizados embaixo de ambientes construídos, como cozinhas, áreas de serviço e até mesmo dormitórios. Nessas ocasiões, o serviço de bombeamento e sucção para limpeza do sistema provoca constrangimentos aos proprietários ou usuários dos imóveis, é mais difícil de ser executado pelo fato de obrigar a passagem da mangueira por partes internas da residência. A higiene fica comprometida e o mau cheiro não pode ser evitado.

Tanto os usuários das fossas ou tanques sépticos quanto os operários desconhecem a recomendação da NBR 7229/93 de garantir a permanência de aproximadamente 10% do volume do tanque preenchido com lodo. Assim, todos procuram esvaziar totalmente o sistema, sob a argumentação de busca de satisfação do cliente.

5.4 Caracterização dos equipamentos mecânicos utilizados pelas empresas limpa-fossas

Os equipamentos mínimos necessários para a prestação de serviços de limpa-fossas são o caminhão dotado de tanque de armazenamento do lodo, o qual é feito em chapa reforçada para suportar os esforços mecânicos da pressão negativa, uma bomba de sucção e mangueiras para sucção e descarte do lodo. Na realização de serviço de limpa-fossas não é comum a utilização de caminhões originalmente fabricados para este fim. Na verdade, eles sofrem adaptações para receber o tanque e a bomba de anel líquido e nenhum dos caminhões apresentam dispositivo para gradeamento do lodo.

A RMG atualmente é atendida por 48 (quarenta e oito) caminhões pertencentes a 27 (vinte e sete) empresas. A frota apresenta idade média de 32 (trinta e dois) anos, com o

modelo mais novo com 14 (quatorze) anos, e o mais velho com 47 (quarenta e sete) anos. São 47 (quarenta e sete) caminhões de fabricação da Mercedes-Benz (MB) e 1 (um) de fabricação Ford. A distribuição percentual dos caminhões limpa-fossas por modelo de fabricação está mostrada na Figura 24.

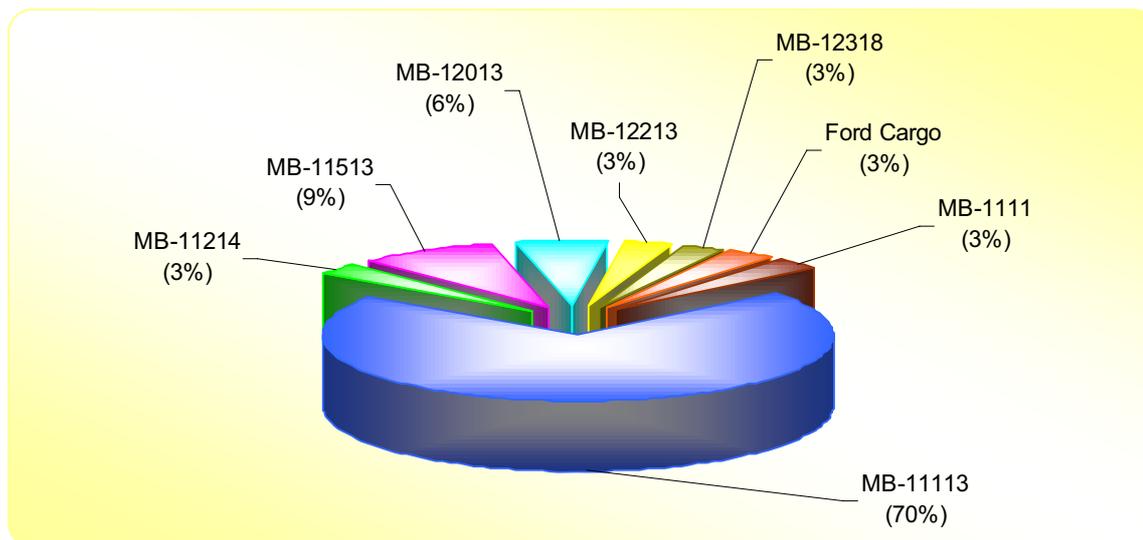


Figura 24 – Distribuição percentual dos modelos dos caminhões limpa-fossas que atendem a Região Metropolitana de Goiânia

Devido à idade dos caminhões e ao tipo de serviço prestado, as condições de acomodação dos operários durante as viagens são bastante precárias, com bancos rasgados e pouca atenção dada à higiene. A Figura 25 exemplifica o estado da cabine de um dos caminhões acompanhados, durante a prestação dos serviços.



Figura 25 – Exemplo de má conservação dos caminhões limpa-fossas

O estudo da capacidade volumétrica dos tanques foi baseado nos dados cadastrados na ETE Goiânia, informados pelos proprietários dos caminhões e a distribuição percentual destes volumes está mostrada na Figura 26.

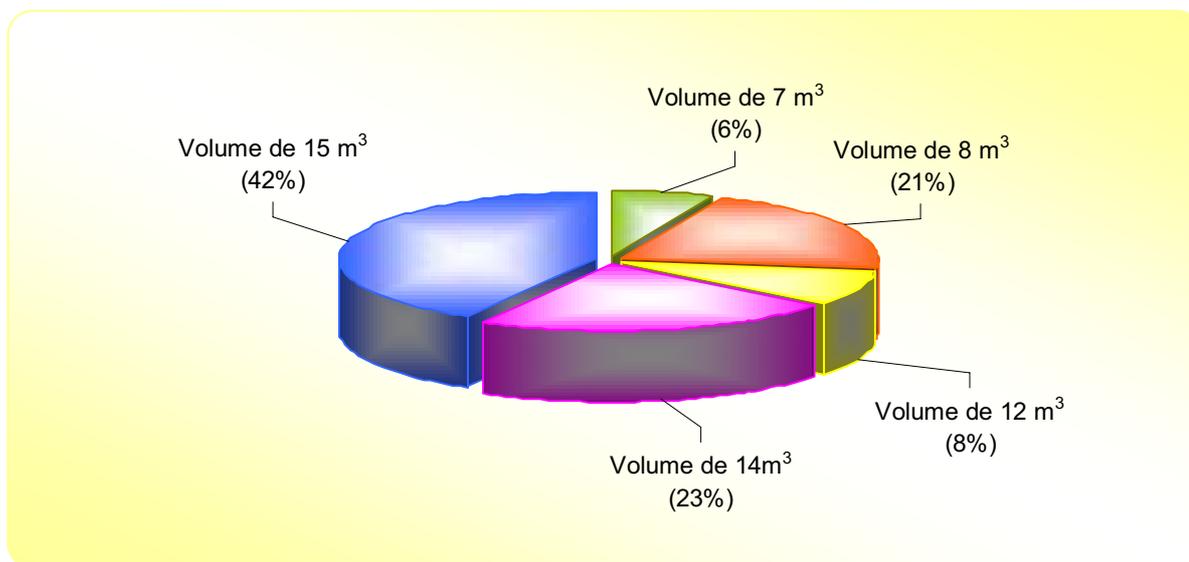


Figura 26 – Distribuição percentual da capacidade volumétrica dos caminhões limpa-fossas

Como já foi descrito anteriormente, a ETE Goiânia cobra uma taxa para o recebimento do lodo de limpa-fossa, de acordo com o volume declarado para o tanque de cada caminhão. Assim, para atender a solicitação dos proprietários das empresas limpa-fossas, por uma cobrança mais justa e precisa, será necessário que a ETE instale uma balança rodoviária para pesagem de modo a realizar o trabalho de verificação da tara de cada caminhão.

As dimensões dos caminhões são compatíveis com as das vias de acesso aos sistemas de disposição ou de tratamento de esgotos das cidades estudadas, e não provocam dificuldades de aproximação e nem transtornos durante a prestação dos serviços. Existe uma preocupação constante em se garantir a estanqueidade do tanque, durante o transporte, de modo a evitar reclamações de transeuntes e, principalmente, imposição de multa por órgãos ambientais.

Apenas 2 (dois) caminhões, um de cada empresa, possuem equipamento adicional de hidrojateamento, utilizado na desobstrução de tubulações.

Quanto ao sistema de bombeamento, todas as empresas limpa-fossas na RMG usam a bomba de vácuo, do tipo anel líquido, que, segundo os seus proprietários e os operários que lidam cotidianamente com esse tipo de maquinário, apresenta longa vida de operação, justificada pela inexistência de componentes em atrito. Os operadores admitiram que este tipo de equipamento não exige muitos cuidados de manutenção, que são limitados a:

- a) verificação e complementação, se necessário, do nível de água do reservatório de alimentação da bomba e do seu nível de óleo.
- b) lubrificação, com graxa, nos pontos indicados pelo fabricante.

As bombas observadas apresentaram as características semelhantes entre si e estão descritas na Tabela 13.

Tabela 13 – Características das bombas de anel líquido que equipam os caminhões limpa-fossas

Características	Valores médios observados
Vazão de ar livre	entre 12 e 14 m ³ .min ⁻¹
Vácuo máximo	70%, (equivalente a uma pressão absoluta de 230 mm Hg),
Pressão máxima	2 kgf.m ⁻² (é dependente da distância entre o local de estacionamento do caminhão e o tanque a ser esvaziado, ou seja da perda de carga)
Rotação máxima de operação	1.100 rpm.

Foram, ainda, identificados os seguintes acessórios nos caminhões: visores de nível de carregamento; suporte de mangueira; tampa traseira com dobradiça para sua abertura total, com a finalidade de se fazer a limpeza interna do tanque; suporte de ancorote; caixa de ferramentas; chave reversora para trabalho de vácuo e pressão, mostrados nas Figuras 27 e 28.

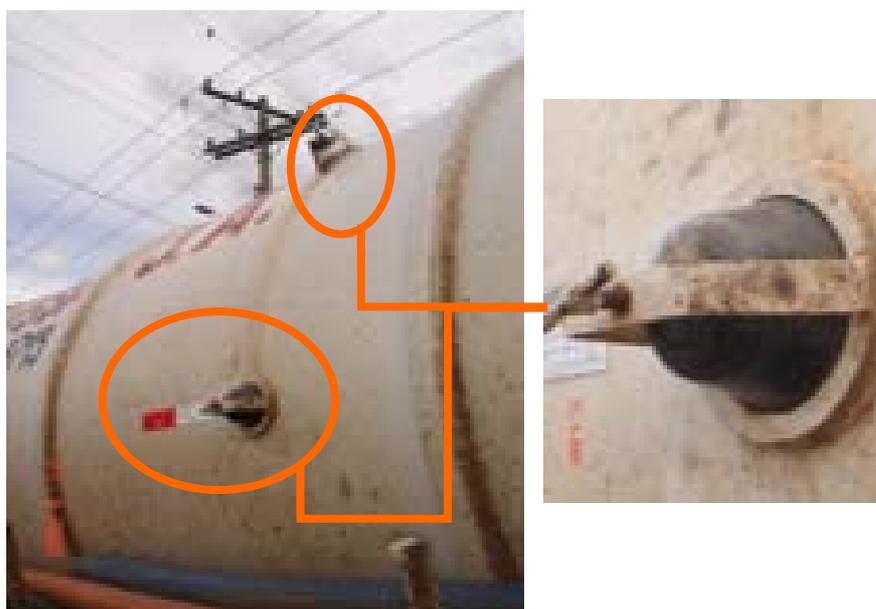


Figura 27 – Destaque dos visores de nível de carregamento do tanque de um caminhão limpa-fossa



Figura 28 – Detalhe do suporte de mangueira e da tampa traseira com dobradiça de um caminhão limpa-fossa

Quanto aos aspectos físicos das mangueiras usadas para bombeamento, percebeu-se o uso de mangueiras com diâmetros diferentes entre as operações de sucção e de descarte do lodo, conforme está exemplificado na Figura 29.



Figura 29 – Destaque dos diversos tipos de mangueiras usadas em um caminhão limpa-fossa

As mangueiras usadas na operação de sucção são flexíveis, fabricadas em PVC, na cor laranja e fazem parte da linha de sucção pesada dos fabricantes. Possuem as características técnicas de diâmetro nominal interno de 74,5 mm e diâmetro externo de 86,0 mm. A pressão de trabalho, à temperatura de 25° C, é de 6,7 kgf.cm⁻², e a pressão de ruptura, nesta mesma temperatura é de 20 kgf.cm⁻², suporta o vácuo de 760 mm Hg e possui raio de curvatura mínimo de 900 mm.

Nas operações de disposição final do lodo na ETE, as mangueiras usadas também são flexíveis e fabricadas em PVC, na cor azul ou cinza e fazem parte da linha de serviços médios de sucção e descarga dos fabricantes. O uso de diâmetros maiores como 100 mm ou 150 mm é feito objetivando redução de tempo durante a operação de descarte. Neste caso, as mangueiras não são submetidas à alta pressão, pois a descarga é feita por gravidade.

Foi comprovado que 88% dos caminhões são dotados de suporte para fixação da mangueira durante o transporte, e os que não o possuem conduzem a mangueira enrolada e amarrada. Todos os caminhões possuem uma mangueira de sucção de comprimento mínimo de 15 m e costumam carregar outras partes conectáveis, de modo a realizar o esvaziamento de sistemas situados em locais mais distantes; porém, foi notado que a estanqueidade durante a sucção fica comprometida devido a falta de uso de conectores próprios, como pode ser notado na Figura 30.



Figura 30 – Exemplo de comprometimento da estanqueidade do sistema de sucção

Quanto à manutenção dos veículos e dos equipamentos de sucção, foi ratificada a inexistência de plano de manutenção preventiva para o caminhão e para o sistema de bombeamento. Foi identificado que 96% das empresas realizam a manutenção corretiva de

seus equipamentos de sucção na mesma oficina, na qual também é feita a maioria das adaptações dos respectivos equipamentos.

Quanto à limpeza do tanque do caminhão, apenas 25% das empresas afirmaram realizá-la mensalmente, quando encaminha o caminhão até um aterro sanitário e faz a raspagem do tanque pela abertura traseira. Não foi identificada a necessidade e nem a prática de higienização dos equipamentos de sucção e das mangueiras.

Com relação ao intervalo de tempo necessário para a substituição de mangueiras, foi averiguado que este é dependente da forma de uso e dos cuidados tomados com as mesmas. As mangueiras apresentam vida útil média de 1 (um) ano, e o maior desgaste ocorre pela exposição aos raios solares e devido à passagem acidental do caminhão por cima da mesma.

5.5 Conhecimento do nível de satisfação dos clientes das empresas limpa-fossas

Do total de entrevistados, 93% dos clientes mostraram-se satisfeitos quanto ao intervalo de tempo gasto entre a chamada e o atendimento e quanto ao tempo de duração do atendimento. Foi possível comprovar que 87% dos atendimentos ocorreram em um período inferior a 24 horas, após a chamada. A distribuição percentual da variação dos prazos para atendimento, bem como de sua duração, normalmente cumpridos pelas empresas limpa-fossas, estão apresentados nas Figuras 31 e 32.

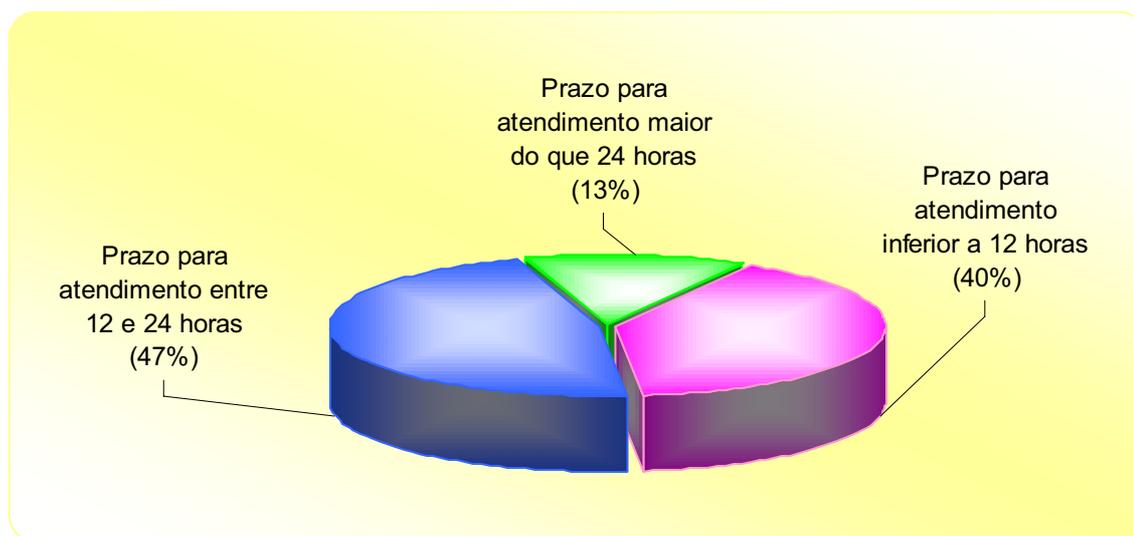


Figura 31 – Distribuição percentual da variação dos prazos para atendimento aos clientes das empresas limpa-fossas

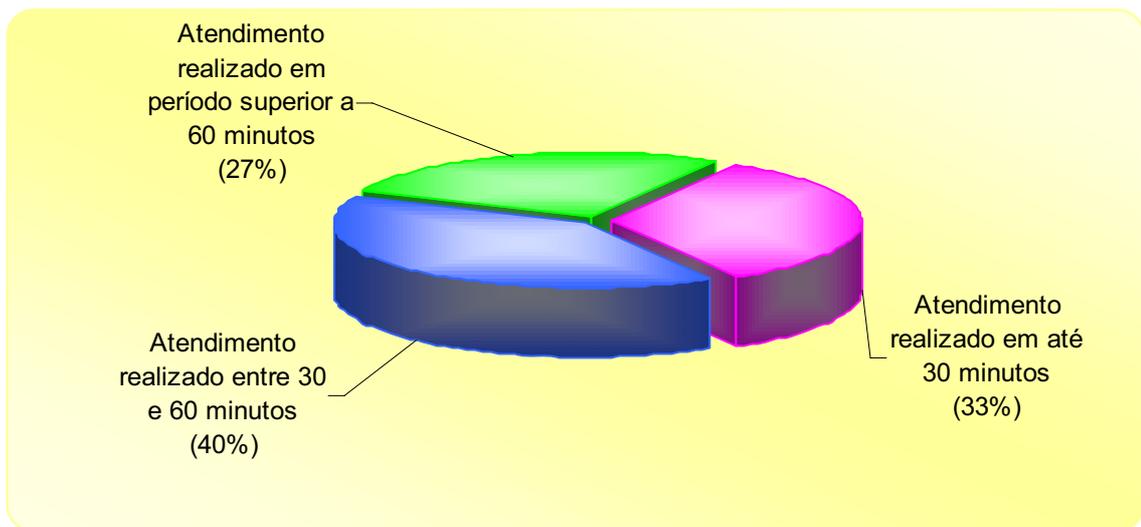


Figura 32 – Distribuição percentual da variação do tempo de duração do atendimento

O cliente da empresa limpa-fossa apresenta preocupação com higiene e limpeza. A maior inquietação do usuário é relacionada com a higiene dos trabalhadores (43%), seguida do local de realização dos trabalhos (34%) e com os equipamentos (23%), conforme está ilustrado na Figura 33.

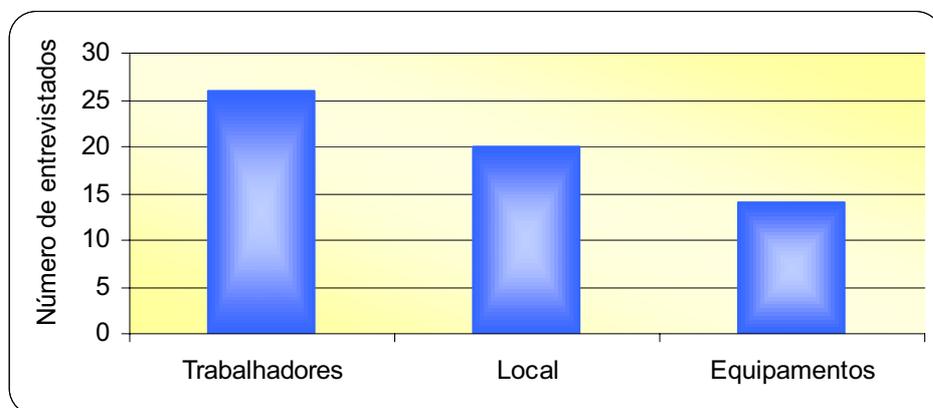


Figura 33 – Foco de preocupação dos clientes das empresas limpa-fossas relacionada com higiene e limpeza

Foi possível identificar que 42% dos usuários não apresentam qualquer preocupação com destinação final dos efluentes retirados. E para a escolha da empresa para prestação desse tipo de serviço, o preço praticado (33%) é o principal atrativo deste cliente, seguido de tempo para realização dos serviços (21%) e indicações por outros usuários (18%),

de acordo com o que está mostrado na Figura 34. Entre os clientes entrevistados, 93% afirmaram achar justo o valor cobrado, devido à natureza do serviço.

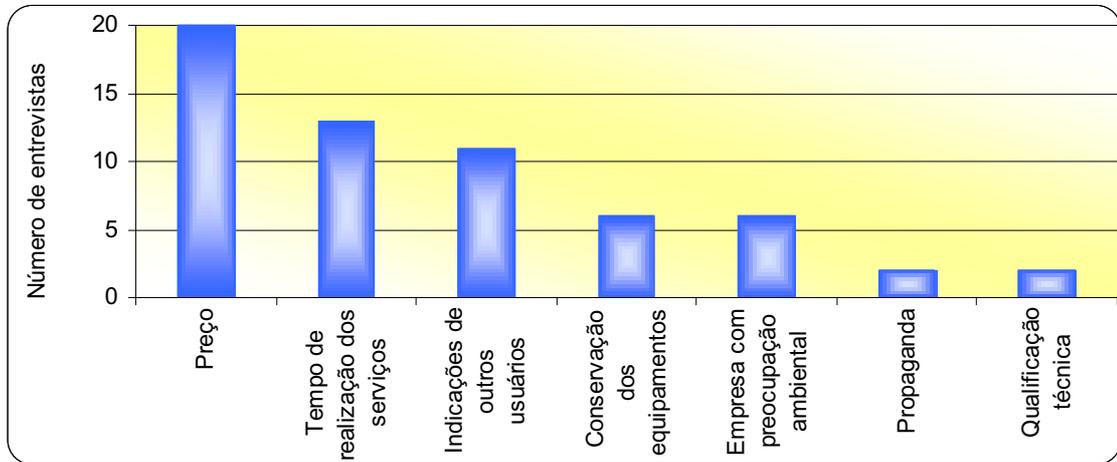


Figura 34 – Principais itens atrativos dos clientes para contratação de empresas limpa-fossas

5.6 Estimativa do volume mensal de lodo disposto pelas empresas limpa-fossas na ETE Goiânia

O volume médio mensal de lodo de limpa-fossa disposto na ETE Goiânia foi estimado em 10.200 m^3 . Com o monitoramento, pode-se perceber que o valor mensal aproximou-se dessa média desde fevereiro de 2008, conforme está apresentado na Figura 35.

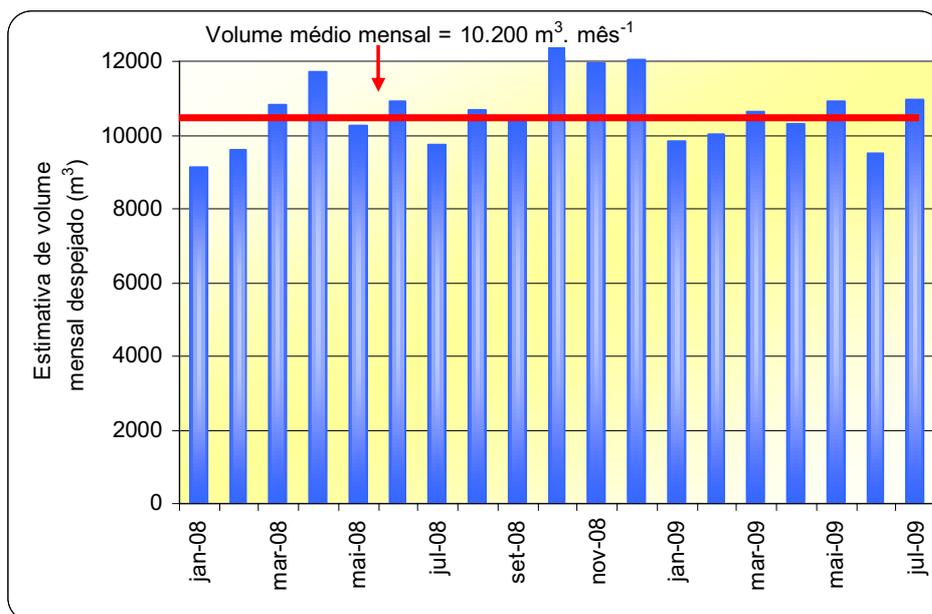


Figura 35 – Estimativa da variação volumétrica mensal do lodo despejado por empresas limpa-fossas na ETE Goiânia

Ao investigar a variação de movimentação de caminhões limpa-fossas na ETE Goiânia entre os dias da semana durante o biênio 2008 – 2009, foi verificado um número médio de 28 caminhões por dia, para o ano de 2008 e 30 caminhões por dia para o período acompanhado em 2009. O dia da semana em que a ETE recebe maior número de caminhões é a sexta-feira, como pode ser observado na Figura 36. Apesar de pequena movimentação durante os finais de semana, foi possível comprovar uma média de 19 despejos, o que sugere necessidade de revisão do projeto da SANEAGO de deixar de receber esse tipo de lodo durante os finais de semana, evitando possível descarte clandestino.

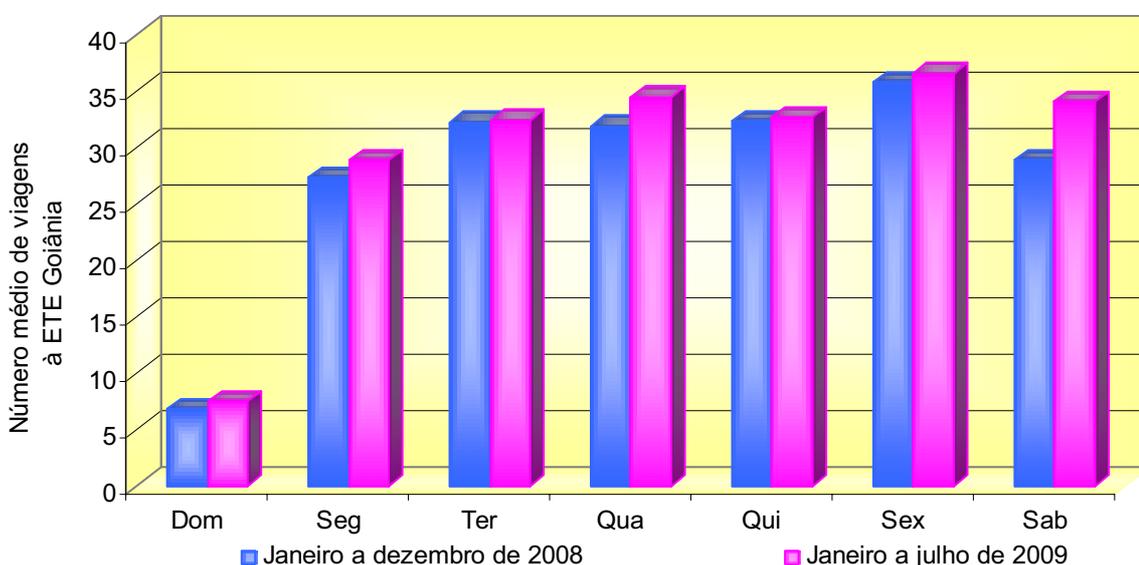


Figura 36 – Variação de movimentação de caminhões limpa-fossas na ETE Goiânia entre os dias da semana, durante o biênio 2008-2009

O número de empresas que usavam a ETE como local de disposição final de lodos está ilustrado na Figura 37. Durante o período observado, este número sofreu variação de 35%. Esse comportamento sugere que as empresas que deixaram de utilizar a ETE Goiânia como local de disposição final, eram de pequeno porte e seus clientes provavelmente foram absorvidos pelas empresas concorrentes, pois apesar do número de empresas ter diminuído, não houve variação no volume médio de lodo gerado e disposto mensalmente. Assim, pode-se afirmar que as medidas restritivas estabelecidas pela SANEAGO não contribuíram para o lançamento clandestino dos lodos de esgotos domésticos, coletados em serviços de limpa-fossas.

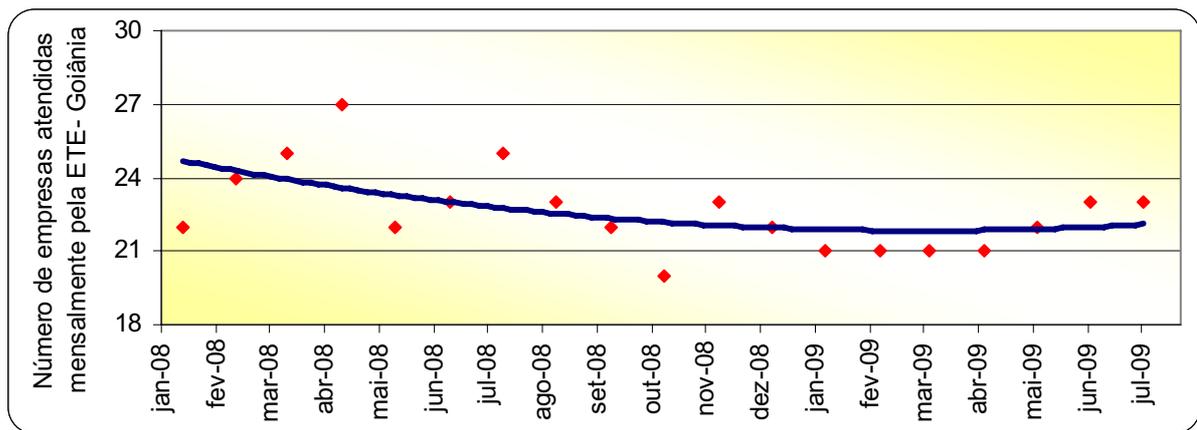


Figura 37 – Variação mensal do número de empresas limpa-fossas atendidas pela ETE Goiânia

Uma determinada empresa tem permanecido como líder do mercado durante o biênio 2008 e 2009. O gráfico apresentado na Figura 38 destaca a magnitude da empresa aqui denominada LF 1. A cada mês, o volume despejado por essa empresa equivale, em média, a 36% do volume total de lodo de limpa-fossa recebido mensalmente pela ETE Goiânia.

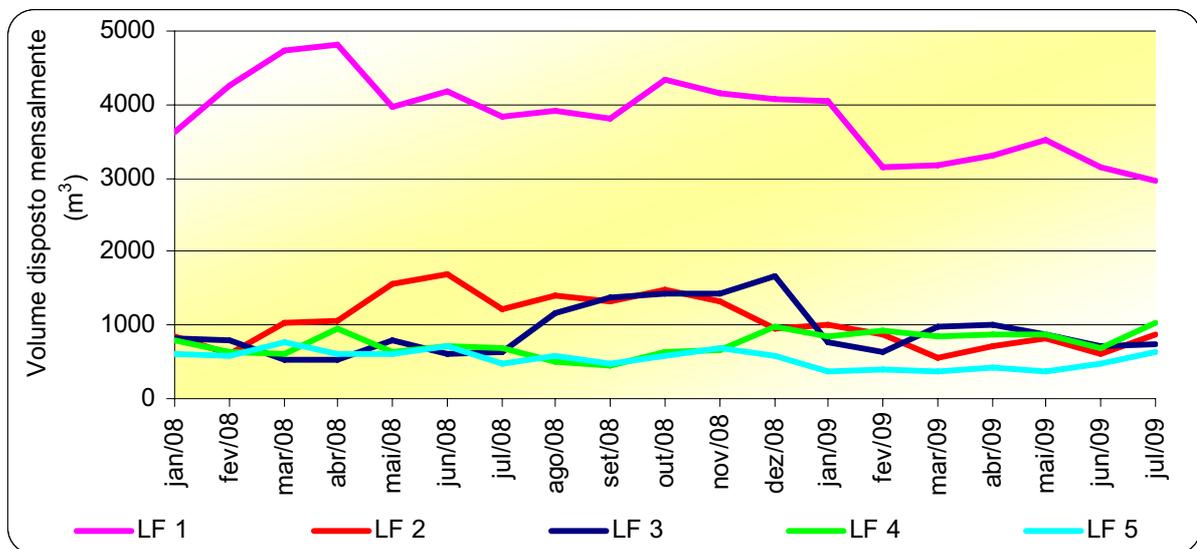


Figura 38 – Comparação dos volumes mensais de despejo das cinco empresas que mais usam a ETE Goiânia como local de disposição final do lodo coletado

Foi observado, que a partir de dezembro de 2008, houve uma queda no volume despejado pelas 3 (três) empresas que mais usavam a ETE. Como não houve redução no volume médio de lodo recebido mensalmente, notou-se uma ligeira ampliação no mercado para as empresas menores.

Na classificação das 10 (dez) empresas limpa-fossas que mais usam a ETE Goiânia como local de disposição final de seus lodos coletados, foi identificado que 55% do volume médio despejado mensalmente é garantido pelo descarte das 3 (três) primeiras empresas. A porcentagem média de contribuição de cada empresa encontra-se apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 – Porcentagem média de contribuição mensal das dez empresas limpa-fossas que mais usam a ETE Goiânia como local de disposição final de lodos

Empresa	Porcentagem média (%)	Porcentagem média acumulada (%)
LF 1	36	36
LF 2	10	46
LF 3	9	55
LF 4	7	62
LF 5	5	67
LF 6	5	72
LF 7	3	74
LF 8	3	77
LF 9	3	80
LF 10	2	82

Segundo Silva (2007), a ETE-Goiânia possui vazão média afluyente de 1.200 L.s^{-1} e DBO média de 253 mg.L^{-1} . Na realização dos estudos comparativos, percebeu-se que o percentual da carga de DBO mensal proveniente de lodo de caminhão limpa-fossa equivale a apenas 2,5% da carga de DBO mensal oriunda de todo o volume tratado pela referida ETE. Os resultados das análises do efluente tratado não indicaram alteração da qualidade do efluente final. Os parâmetros utilizados nos cálculos estão demonstrados nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15 – Parâmetros referentes ao lodo de caminhão limpa-fossa

Volume médio disposto mensalmente (m^3)	DBO limite estabelecida pela SANEAGO (mg.L^{-1})	Carga de DBO mensal (t)
10.000	2000	20

Tabela 16 – Parâmetros de operação da ETE Goiânia

Volume médio mensal tratado (m ³)	DBO média (mg.L ⁻¹)	Carga de DBO mensal (t)
3.110.400	253	787

5.7 Diagnóstico da atuação das empresas limpa-fossas na coleta, transporte e destinação final de efluentes e lodos industriais

Os proprietários das empresas limpa-fossas, foram unânimes em afirmar durante as entrevistas presenciais que só realizavam a coleta de esgoto sanitário. Durante a simulação, via telefone, de possível cliente com necessidade de retirar um efluente industrial, declaradamente contaminado com cromo, foi verificado que, de fato, 15 empresas não realizariam a coleta e transporte de material que não atendessem os padrões estabelecidos pela ETE Goiânia, mas 12 empresas se dispuseram a realizar o serviço. Esse dualismo percebido sutilmente, durante as entrevistas presenciais, foi o que motivou a realização da simulação de um cliente, de modo a se obter um perfil do comportamento real desses empresários.

A falta de outro local disponibilizado pelos órgãos públicos e autorizado pelos órgãos fiscalizadores do meio ambiente, para a disposição final do resíduo coletado, foi a justificativa dada pelas empresas que rejeitaram o serviço.

Ao confrontar o receio da aplicação de multa e apreensão do caminhão e a preocupação com a preservação do meio ambiente, as 15 (quinze) empresas entrevistadas foram unânimes em afirmar que a recusa ao serviço era devido ao receio das possíveis consequências da fiscalização.

Quanto ao local de disposição final do efluente coletado, pode-se verificar que:

- a) uma empresa informou ser possível firmar convênio com empresa do ramo de tratamento de efluentes e lodos industriais, localizada na cidade de Uberlândia (MG), e afirmou ter condições de enviar o efluente para ser tratado lá, desde que o custo de toda essa operação fosse repassado ao gerador;
- b) uma empresa aceitaria o serviço, mas recusou-se informar o local de disposição final;
- c) duas empresas assumiram que faziam, cotidianamente, o transporte do lodo de um curtume localizado na saída do município de Trindade (GO) para uma fazenda próxima e de propriedade do referido curtume. Ambas afirmaram ter condições de lançar um

adicional de 7m³ de resíduo de outra procedência na fazenda. Declararam, ainda, que esse procedimento é frequente;

- d) oito empresas assumiram adotar o procedimento de coletar e transportar resíduos cujo recebimento é recusado pela ETE Goiânia, e informaram que os eles têm como destino final os lixões e aterros dos seguintes municípios: Goianópolis, Terezópolis de Goiás, Trindade, Goianira, Inhumas, Nova Veneza, Campestre, Palmeiras de Goiás, São Luís dos Montes Belos e Iporá.

Foi possível observar que, na cobrança para remoção desse tipo de resíduo, o preço é, no mínimo, quadruplicado em relação ao preço cobrado para a coleta e transporte de volume equivalente de lodo proveniente de esgoto sanitário. A distância do local de disposição final interfere no preço cobrado para a remoção do resíduo. A diferença dos preços praticados entre as empresas pesquisadas para a remoção do mesmo volume de resíduo chegou a 300%. A possibilidade de conseguir um aumento nos lucros é, provavelmente, o principal motivo da empresa arriscar-se, perante a fiscalização dos órgãos ambientais, para o transporte desse tipo de resíduo.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

O uso correto do sistema tanque séptico e sumidouro, recomendado pela NBR 7229/93 da ABNT, é pequeno frente à grande demanda de domicílios ainda não atendidos por rede de coleta de esgotos na RMG. A população usuária apresenta pouco conhecimento à respeito dos aspectos construtivos e de manutenção do referido sistema, pouca preocupação com os aspectos ambientais concernentes e busca soluções de baixo custo. Os resultados apresentados demonstram o alto índice de adoção de fossa rudimentar para a destinação dos esgotos sanitários. O uso do sistema tanque séptico/sumidouro aumenta significativamente à medida que o responsável pela residência apresenta maior índice de escolaridade e decresce em residências pertencentes às classes menos abastadas. É recomendada realização de campanhas de esclarecimento e divulgação de tecnologias apropriadas para tratamento de esgoto sanitário junto à população usuária de sistemas de disposição local de esgoto sanitário.

Das 43 (quarenta e três) empresas inicialmente catalogadas como prestadoras de serviços limpa-fossas, apenas 27 (vinte e sete) permanecem atendendo a RMG e somente a metade delas possuem licença ambiental. A maioria é classificada como microempresa, com um número máximo de 10 (dez) funcionários, sendo comum a ajuda de familiares, o que reduz a necessidade de força de trabalho de terceiros. Cerca de 90% das empresas já atuam no mercado por um período superior a 5 (cinco) anos como limpa-fossa e 73% desenvolvem simultaneamente outras atividades. Não há interesse, por parte das empresas, em investir em cursos de treinamento e aperfeiçoamento dos operários. O atendimento ao cliente é feito consecutivo à solicitação, o que impossibilita um planejamento logístico. Recomenda-se a realização, pelos órgãos públicos competentes, de palestras, seminários e debates, com o intuito de divulgação de novos conhecimentos técnicos para o tratamento de lodo séptico, dando condições às empresas para melhor se qualificarem no mercado de trabalho.

É recomendado o incentivo do governo para implantação de empresas locais com tecnologia de tratamento de lodo séptico e de determinados resíduos poluentes, objetivando o uso e aplicação desses resíduos e efluentes.

Por desconhecimento do grau de insalubridade das atividades, os operários não temem a contaminação com o lodo coletado e transportado. Os cuidados com higiene do

trabalhador e com os equipamentos usados durante a realização dos serviços são banalizados. O uso de equipamentos de proteção individual é precário. A recomendação da NBR 7229/93 da ABNT de garantir a permanência de aproximadamente 10% do volume do tanque preenchido com lodo é desconhecida pelos usuários e operários, e quando conhecida é deliberadamente negligenciada de modo a garantir a satisfação do cliente.

A frota de caminhões apresenta idade média acima de 30 (trinta) anos e em mal estado de conservação. Todos os caminhões foram adaptados para receber o tanque metálico e a bomba de anel líquido. A situação de acomodação dos operários durante os deslocamentos é precária. Não é adotado plano de manutenção preventiva para o caminhão e para o sistema de bombeamento. Poucas empresas realizam limpeza mensal dos tanques dos caminhões. Não foi identificada a necessidade e nem a prática de higienização dos equipamentos de sucção e das mangueiras.

O volume médio mensal de lodo de limpa-fossa disposto na ETE Goiânia é de aproximadamente 10.200 m³. Esse valor é pequeno frente ao volume total de esgoto sanitário tratado pela ETE, e não provoca alteração da qualidade do efluente final. A ETE recebe diariamente uma média de 28 (vinte e oito) caminhões e o dia da semana de maior movimentação é a sexta-feira.

Durante o biênio 2008-2009 foi notada uma variação do número de empresas que usavam a ETE Goiânia como local de disposição final do lodo séptico, porém não houve grandes alterações no volume médio despejado mensalmente.

Todas as empresas estão cientes das restrições estabelecidas pela SANEAGO para o recebimento de material com características diferentes de esgoto sanitário, porém existem empresas dispostas a coletar efluente industrial, declaradamente contaminado com metal pesado. Nesses casos, foi possível constatar que o despejo ocorreria de forma inadequada, em lixões e aterros de municípios circunvizinhos à RMG. Na remoção desse tipo de resíduo, o preço é, no mínimo, quadruplicado em relação ao preço cobrado para a coleta e transporte de volume equivalente de lodo proveniente de esgoto sanitário.

6.2 Recomendações para próximos trabalhos

Para que sejam minimizados os problemas de possível degradação ambiental ora destacados, sugere-se:

- a) Estudo comparativo (técnico e econômico) entre a utilização de rede coletora convencional, seguida de estação de tratamento de esgoto sanitário e a utilização de tanque séptico seguido de rede coletora com diâmetros reduzidos, para coleta dos efluentes produzidos;
- b) Estudo de tecnologia simplificada para o tratamento misto de percolados e lodos de tanques sépticos, objetivando a implantação em municípios de pequeno porte, desprovidos de aterro sanitário e de estações de tratamento de esgoto sanitário.
- c) Estudo para definição das melhores soluções técnicas e economicamente viáveis para a disposição adequada dos resíduos provenientes de caixas de gordura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-AHMAD, A.; DASHNER, F. D.; KÜMMERER, K. Biodegradability of Cefotiam, Ciprofloxacin, Meropenem, Penicilin G and Sulfametazole and Inhibition of Wastewater Bacteria. **Arch. Environment. Contamination. Toxicological**, n. 37, p. 158-163, 1999.

ANDRADE, J. B. **Saneamento Básico – Sistema de esgotamento sanitário**, 1. ed. Goiânia. Universidade Católica de Goiás, 2005.

ANDRADE NETO, C. O. **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários: experiência brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: ABES. 301 p., 1997.

ANDRADE NETO C. O, ARAÚJO, A. L. C.; INGUNZA M. P. D. e TINOCO, J.D. - **Avaliação da eficiência de lagoas de estabilização aplicadas ao tratamento de resíduos de tanques-sépticos**. Biblioteca Virtual sobre o Desenvolvimento Sustentável e Saúde. 2006 Ambiental. Disponível em < www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR04352.pdf.> Acesso em: 30 abr. 2009.

ANDREOLI, C. V. (Coord.). **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura**. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

ANDREOLI, C. V.; SPERLING M.V.; FERNANDES F. **Lodo de esgoto: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG e Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, 2001.

ANDREOLI, C. V. (Coord.) **Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final**.: PROSAB 5 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Edition, Washington DC, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9800**: critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 7229**: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 13969**: tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 8160**: sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

BARRETO, P. S. **Biodegradabilidade do antineoplásico ciclofosfamida por processo anaeróbio**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

BÖSCH, A.; SCHERTENLEIB. **Emptying on-site excreta disposal systems: Fields tests with mechanized equipment in Garbone (Botswana)**. Internacional Reference Center for Waste Disposal (IRCW) Duebendorf, Switzerland, 1985.

BRASIL Congresso. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Disponível em: ftp://ftp.fn.de.gov.br/web/siope_web/lei_n9394_20121996.pdf. Acesso em: 12 fev. 2009.

_____. Ministério do trabalho e emprego – Secretaria de inspeção do trabalho. **Norma Regulamentadora n.º 06, (Equipamentos de Proteção Individual)** Portaria SIT n.º 25, de 15 de outubro de 2001. Disponível em <http://www.pdfdownload.org/pdf2html/pdf2html.php?url=http%3A%2F%2Fwww%2Emte%2Egov%2Ebr%2Flegislacao%2Fnormas%5FregulamentaDORAS%2Fnr%5F06%2Epdf&images=no> .Acesso em 09 out. 2009.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006

CAMPOS, J.R. (Coord.) **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES , 1999.

CASSINI, S.T.; SEMIONATO,S.;CUNHA, A.C.;CARDOSO,M.C.M.C. **Isolamento e caracterização de bactérias lipolíticas em sistema de pré-tratamento de esgoto doméstico**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23. 2005. Campo Grande - MS. **Anais...** ABES, 2005.

CHERNICHARO, C. A. L. **Digestores Anaeróbios - Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte, ed.5, 1997.

ECOLUCRO, 2009. **FOSSA ABSORVENTE.JPG**. Altura: 293 pixels. Largura: 629 pixels. 41 KB. Formato JPG. Disponível em: www.ecolucro.com/img/fotoseptica.jpg >. Acesso em: 16 maio 2009.

EUROVAC, 2009. **CAMINHÃO LIMPA-FOSSA**. Altura 573 pixels. Largura 375 pixels. 166KB. Formato JPG. Disponível em: <http://www.eurovac.com.br/combinado.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2009

FOSSA SECA.JPG. Altura 436 pixels. Largura 287 pixels. 35 KB. Formato JPG. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/casa.jpg>>. Acesso em: 16 mai. 2009.

GNIPPER, S.F. Avaliação da eficiência das caixas retentoras de gordura prescritas pela NBR 8160/1999 como tanques de flotação natural. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 119-132, abr./jun., 2008.

GUARDABASSI, L.; PETERSEN, A.; OLSEN, J. E.; DALSGAARD, A. Antibiotic resistance in *Acinetobacter* spp. isolated from sewers receiving waste effluent from a hospital and a pharmaceutical plant. *Appl. Environment. Microbiological*, 1998.

GUARDABASSI, L.; DALSGAARD, A. Occurrence and fate of antibiotic resistant bacteria in sewage. *Environmental Project* n. 722, Miljøprojekt, 2002.

HARTMANN, C.M.; [et al.] **Definições, histórico e estimativa de geração de lodo séptico no Brasil**. In ANDREOLI, C. V. (Coord.). Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

HELLER, L.; CHERNICHARO, C.A.L. **Tratamento e disposição final de esgotos no meio rural**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL TENDÊNCIAS NO TRATAMENTO SIMPLIFICADO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DOMÉSTICAS E INDUSTRIAIS. *Anais...* Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) **Censo Demográfico 2000**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/censo/questionarios.shtml>> Acesso em: 10 ago. 2008.

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2007: síntese de indicadores 2007 – Comunicado da Presidência nº13, volume 5 – Saneamento Básico e Habitação. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/pdf_release/19SaneamentoeHabitacao.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2008.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1982. v.1: Concepções clássicas de tratamento de esgoto.

Tratamento de Esgotos Domésticos. 4 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

KALBERMATTEN, J.M.; JULIUS, D.S.; GUNNERSON, C.G. **Appropriate technology for water supply and sanitation: technical and economic options**. Washington: The World Bank, 1980.

KLINGEL, F.; MONTANGERO, A.; KONÉ, D.; STRAUSS, M. **Fecal sludge management in developing countries. A planning manual**. EAWAG/SANDEC, Dübendorf, Switzerland, 2002

LEVINE, D.M.; BRENSON, M.L. E STEPHAN, D. **Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português**. 3 ed. Rio de Janeiro. LTC, 2000.

LORENZ, M. G.; WACKERNAGEL, W. Bacterial gene transfer by natural genetic transformation in the environment. *Microbiological*. Revista n. 58, p. 563-602, 1994.

LUPATINI, G. [et al.]. **Tratamento de lodo de fossa/tanque séptico**. In ANDREOLI, C. V. (coordenador). Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. PROSAB 5 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

METCALF e EDDY. Inc. **Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse**. 3rd ed. New York: McGraw-Will, 1981.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006, 388p.

NOGUEIRA, A. K. Mapa da região metropolitana de Goiânia, 2009. Projeção UTM. DATUM SAD 69. Fonte: Superintendência de Geologia e Mineração, Ago. 2009.

PEREIRA, J. A. R.; SOARES, J.M. – **Rede coletora de esgoto sanitário, projeto, construção e operação** – Belém: NUMA, UFPA, EDUFPA, GPSH / CT, 2006. 256p.

PILATTI, F.; ANDRADE FILHO, A.G.; WIECHETECK, G. K.; BUSCH, O.M.; HINSCHING, M. A. O. Diagnóstico sobre a disposição do esgoto doméstico na Bacia do Manancial Alagados. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 4., 2008. Ponta Grossa/PR. **Anais...** Campos Gerais, PR: 2008. 1 CD-ROM

PIT LATRINE, 2009. **PIT LATRINE.JPG**. Altura: 282 pixels. Largura: 247 pixels. 16 KB. Formato JPG. Disponível em: <<http://www.mit.edu>, 2009) > Acesso em: 16 maio 2009.

PINTO, R.O. **Avaliação da digestão anaeróbia na bioestabilização de resíduos sólidos orgânicos, lodos de tanque sépticos, dejetos suínos e lixiviado**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – **O Relatório de Desenvolvimento Humano - A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água** Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento (IPAD), 2006.

RATIS, A.N.F.A.; ARAÚJO, A.L.C.; ANDRADRE NETO, C.O.; INGUNZA, M.D.P.D.; SANTOS, Y.T.C.S. Características dos resíduos esgotados de fossas quanto à matéria orgânica e patógenos. In: CONGRESO INTERAMERICANO ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 31. Santiago – Chile. **Anais...** AIDIS, 2008.

RECICLAFLORES, 2009. **BANHEIRO SECO.JPG**. : Altura 389 pixels. Largura: 660 pixels. 18 KB. Formato JPG. Disponível em: <<http://reciclaflores.files.wordpress.com/2009/09/banheiro-seco.jpg&imgrefurl>> Acesso em: 13 abr. 2010.

REIS, M. F.P.; ELLWANGER, R.M.; FLECK, E. Destinação de óleos e frituras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. 2007. Belo Horizonte – MG. **Anais...** ABES, 2007.

SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A. **Relatórios Mensais de Operação da ETE Parque Atheneu**. Goiânia, 2003a.

_____. **SANEAGO e comunidade na estação de tratamento de esgotos Parque Atheneu: projeto integrante do programa de educação ambiental da SANEAGO**. Goiânia, 2003b.

_____. **Gerência de tratamento de esgotos**. P- GTE. Goiânia. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas **Micro e pequenas empresa em arranjos produtivos locais no Brasil: procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa de campo**. Núcleo de economia industrial e da tecnologia. 2004. Disponível em <http://www.neitec.ufsc.br/cd_relatorio/projeto_pesquisa/amostra_questionario.pdf> Acesso em: 05 out. 2009.

SEPIN Superintendência de estatística, pesquisa e informação do governo do estado de Goiás - **Perfil Socioeconômico dos Municípios Goianos, 2007**. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepin/>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

SILVA, M.F. **Avaliação e proposição de melhorias para a estação de tratamento de esgotos de Goiânia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO.: 113 p., 2007.

SOARES, H.M.; BELLI FILHO P.; SIMÕES, R.C.; WEISS, M. - Caracterização de lodos de fossa séptica através de ensaios de bioestabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. 2003. Joinville – SC. **Anais...** ABES, 2005.

SOUZA, M. A. A.; CORDEIRO, B.S.; SILVA, C.L. **Avaliação multiobjetivo e multicritério de alternativas de gestão de lodo de fossa/tanque séptico**. In ANDREOLI, C. V. (Coord.). Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. PROSAB 5 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

STEINER, M.; MONTANGERO, A.; KONÉ, D.; STRAUSS, M. - **Economic aspects of low-cost faecal sludge management. Estimation of collection, haulage, treatment and disposal /reuse cost**, EAWAG/SANDEC, Dübendorf, Switzerland. 2002.

STEINER, M.; MONTANGERO, A.; KONÉ, D.; STRAUSS, M. - **Towards more sustainable faecal sludge management through innovative financing - Selected money flow options**. EAWAG/SANDEC, Dübendorf, Switzerland. 2003. Disponível em: <www.sandec.ch/FaecalSludge/Documents/Money.flow.models.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2009.

STRAUSS, M. B. W. C.; STEINER, M.; MENSAH, A.; JEULAND, M.; BOLOMEY, S.; MONTANGERO, A.; KONÉ, D. **Urban excreta management - Situation, challenges, and promising solutions**. IWA Asia-Pacific Regional Conference, Bangkok, Thailand, 2003

STRAUSS, M.; KONÈ, D.; SAYWELL, D. **Fecal Sludge Management Review of Practices, Problems and Initiatives**. EAWAG/SANDEC (Swiss Federal Institute for Environmental Science & Technology / Dept. of Water & Sanitation in Developing Countries (EAWAG). Capacity Building for Effective Decentralised Wastewater Management, 2006.

UN-HABITAT - United Nations Human Settlements Programm. **State of the World's Cities 2008/2009 -Harmonious Cities**. Londres. Disponível em: <<http://www.unhabitat.org/pmss/>>. Acesso em: 12 fev.2009.

VAZOLLER, R.F. **Avaliação do ecossistema microbiano de um biodigestor anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo, operado com vinhaça sob condições termofílicas**. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, USP, Brasil, 1995.

VIP LATRINE, 2009. **VIP LATRINE.GIF**. Altura: 276 pixels. Largura: 1347 pixels. 7 KB. Formato GIF. Disponível em: http://practicalactionpublishing.org/our-work/sanitation_improved_toilets> Acesso em: 16 maio 2009.

VODOUNHESSI, A. ; VON MÜNCH, E. **Financial Challenges to Making Faecal Sludge Management an Integrated Part of the Ecosan Approach: Case Study of Kumasi, Ghana**. Water Practice & Technology Vol 1 n. 2 IWA Publishing, 2006.

WHO – World Health Organization. **Environmental health aspects of metropolitan planning and development**. Thecnical Report Series. Geneva, Switzerland, 1965. 267 p. Disponível em < <http://www.who.int/whr/en/index.html>>, acessado em 29 abr. 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Diagnóstico dos procedimentos habituais de concepção, implantação e uso de sistema individual de tratamento de esgoto.

1A - Questões respondidas pelo pesquisador/ entrevistador:

1) Dados do sistema visitado:

Nome do usuário / proprietário: _____

Endereço: _____

Data de realização da visita: ___/___/_____ Entrevistador: _____

2) O sistema individual de tratamento de esgoto visitado está localizado em qual município da RMG?

- | | | |
|---|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Abadia de Goiás | <input type="checkbox"/> Goiânia | <input type="checkbox"/> Nerópolis |
| <input type="checkbox"/> Aparecida de Goiânia | <input type="checkbox"/> Goianira | <input type="checkbox"/> Santo Antônio de Goiás |
| <input type="checkbox"/> Aragoiânia | <input type="checkbox"/> Guapó | <input type="checkbox"/> Senador Canedo |
| <input type="checkbox"/> Bela Vista de Goiás | <input type="checkbox"/> Hidrolândia | <input type="checkbox"/> Trindade |
| <input type="checkbox"/> Goianópolis | | |

3) O local visitado é do tipo:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Residência unifamiliar | <input type="checkbox"/> Condomínio |
| <input type="checkbox"/> Residências multifamiliares | <input type="checkbox"/> Indústria |
| <input type="checkbox"/> Estabelecimento comercial | <input type="checkbox"/> Escola |
| <input type="checkbox"/> Hospital ou outro estabelecimento de serviços de saúde | <input type="checkbox"/> Outro _____ |

4) Trata-se realmente de um sistema tanque séptico/ sumidouro?

- SIM NÃO Qual? _____

5) Em se tratando de tanque séptico e sumidouro, o sistema foi:

- Construído no local Pré-moldado

6) Em se tratando de sistema pré-moldado o material adotado foi:

- Concreto Fibra de vidro Metal Fibrocimento Outro. Qual? _____

7) Quais as dimensões do tanque séptico e do sumidouro?

Tanque séptico
Largura _____ Comprimento _____ Diâmetro _____ Profundidade _____

Sumidouro
Largura _____ Comprimento _____ Diâmetro _____ Profundidade _____

- 8) Comparando a localização do sistema individual de tratamento de esgoto, da edificação no terreno e as vias de acesso do (possível) caminhão limpa-fossa, pode-se observar que o sistema individual de tratamento de esgoto encontra-se:
- na frente do lote, próximo à rua, mas dentro dos limites do lote
 - fora dos limites do lote, na calçada
 - nos fundos do lote
 - mesclado, com uma parte nos limites do lote e outra parte na calçada
- 9) Com relação à localização do sistema individual de tratamento de esgoto e a edificação no terreno, o sistema encontra-se:
- Em área livre, descoberta, em terreno natural, (sem revestimento)
 - Em área livre, descoberta, com revestimento rústico
 - Em área coberta, de convivência (como áreas, garagens)
 - Em área coberta que representa a única forma de acesso ao imóvel
 - Em área construída (coberta e fechada, como uma sala ou quarto)
- 10) Com base nas respostas anteriores, pode-se classificar o acesso ao sistema individual de tratamento de esgoto e a operação de esvaziamento, como:
- (1) fácil acesso, para o sistema facilmente notável pela equipe contratada para realização de sua limpeza e que não exigia complementos de mangueira para o seu alcance;
 - (2) difícil acesso, para o sistema indistinto, que exigia complemento de mangueira para possibilitar o bombeamento e remoção do lodo ali acumulado e passagem da mangueira por ambientes pertencentes ao interior do imóvel;
 - (3) muito difícil, para o sistema construído em local edificado, desconhecido do proprietário/usuário e com o piso revestido.
- 11) Existem dispositivos para inspeção e manutenção do sistema individual de tratamento de esgoto?
- Sim, adequado para o uso. Sim, mas inadequado para o uso. Não
- 12) O local visitado é servido de água proveniente de:
- Cisterna (poço raso)
 - Poço profundo
 - Água tratada canalizada (SANEAGO)
- 13) Distância do sistema individual de tratamento de esgoto à cisterna:
- _____
- 14) Ao analisar a topografia do terreno pode-se afirmar que a posição do sistema individual de tratamento de esgoto em relação à cisterna é:
- À montante
 - À jusante
 - Mesmo nível

1B - Questões aplicadas ao usuário:

15) A renda familiar do responsável pelo imóvel visitado encontra-se na faixa de:

- Classe A e B (com renda mensal maior do que quinze salários mínimos)
 Classe C (com renda mensal familiar entre quinze e seis salários mínimos)
 Classe D e E (com renda inferior a seis salários mínimos)

16) O nível de escolaridade do responsável pelo imóvel visitado é:

Nível de escolaridade	Completo	Incompleto
<input type="checkbox"/> Ensino fundamental	<input type="checkbox"/> Completo	<input type="checkbox"/> Incompleto
<input type="checkbox"/> Ensino médio	<input type="checkbox"/> Completo	<input type="checkbox"/> Incompleto
<input type="checkbox"/> Ensino superior	<input type="checkbox"/> Completo	<input type="checkbox"/> Incompleto
<input type="checkbox"/> Pós-graduação	<input type="checkbox"/> Completo	<input type="checkbox"/> Incompleto

17) O sistema individual de tratamento de esgoto visitado atende mais de uma família (ou loja, comércio, empresa) construídos num mesmo lote?

- Sim Não Número total de pessoas atendidas: _____

18) O sistema individual de tratamento de esgoto foi projetado por um profissional com conhecimentos acadêmicos?

- Sim Não

19) Durante as etapas de projeto e construção do sistema individual de tratamento de esgoto visitado, houve Anotação de Responsabilidade Técnica junto ao Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia exclusiva para o projeto e construção do sistema?

- Sim Não

20) Na implantação do sistema individual de tratamento de esgoto houve a participação de:

- Profissional com conhecimento acadêmico Proprietário
 Operário com conhecimentos práticos Outros

21) Qual o intervalo de tempo médio entre as operações de esvaziamento do sistema individual de tratamento de esgoto visitado?

- Nunca foi esvaziado (sistema construído há menos de um ano)
 Nunca foi esvaziado (sistema construído há menos de cinco anos)
 Nunca foi esvaziado (sistema construído há mais de cinco anos)
 01 ano 02 anos 03 anos 04 anos 05 anos
 Outros. Com qual frequência o sistema é esvaziado? _____

APÊNDICE 2 – Identificação e reconhecimento das empresas prestadoras de serviços de limpeza e manutenção de sistema individual de tratamento de esgoto.

- 1) Nome da empresa: _____
- 2) Data de realização da visita: ____/____/____
- 3) Endereço: _____
- 4) Nome do proprietário: _____
- 5) Tempo de funcionamento: _____
- 6) Além de limpa-fossa a empresa é prestadora de outros serviços?
- Sim Não

- 7) Descrição a infra-estrutura, em termos de equipamentos, da empresa:

Equipamento	Quantidade
<input type="checkbox"/> Caminhão para água potável	
<input type="checkbox"/> Caminhão para entulho	
<input type="checkbox"/> Veículo pequeno com equipamento de hidrojateamento usado em desentupimento de redes	
<input type="checkbox"/> Caminhão limpa-fossa	
Capacidade volumétrica dos caminhões limpa-fossas	
C1 _____ C2 _____ C3 _____ C4 _____ C5 _____	
Outros	

- 8) O equipamento de sucção instalado junto ao caminhão limpa-fossa utiliza:

- Equipamento combinado: Hidrojateamento e vácuo Bomba de hidro
- Bomba de vácuo Outros _____

- 9) Número de funcionários: administrativos _____

- 10) Número de funcionários técnicos _____

- 11) Quanto aos funcionários técnicos, quantos trabalham na empresa por um período de:

Menor do que um ano _____

Entre um e cinco anos _____

Maior do que cinco anos _____

- 12) Os operadores dos equipamentos dos caminhões limpa-fossas:

- Receberam treinamento da empresa
- Aprenderam apenas observando e acompanhando os trabalhos
- Sabem informar detalhes dos equipamentos como vazão da bomba e pressão do vácuo

13) A empresa possui clientes fidelizados?

Sim Não Principais clientes: _____

14) Com relação à abrangência geográfica dos atendimentos da empresa:

São realizados apenas em determinadas áreas, Cobrem qualquer parte da RMG setores ou bairros

15) Quanto aos atendimentos diários:

- Existe uma programação para criar uma logística, buscando atender inicialmente os clientes mais distantes seguidos dos mais próximos ao local de despejo do resíduo coletado;
- Os clientes são atendidos à medida que vão ocorrendo as chamadas.

16) Qual o número médio de clientes atendidos por dia? _____

17) A empresa possui cadastro junto:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> à Secretaria de Meio ambiente e Recursos Hídricos do estado de Goiás SEMARH | <input type="checkbox"/> à Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA) |
| <input type="checkbox"/> à vigilância sanitária | <input type="checkbox"/> à SANEAGO (Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE)) |
| <input type="checkbox"/> à Prefeitura (licença municipal para operação) | <input type="checkbox"/> à COMURG (aterro sanitário de Goiânia) |
| <input type="checkbox"/> às autoridades de trânsito (DETRAN) | <input type="checkbox"/> aterro / lixão de município do interior |
| | <input type="checkbox"/> Outros _____ |

18) A empresa é fiscalizada por:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Secretaria de Meio ambiente e Recursos Hídricos do estado de Goiás SEMARH | <input type="checkbox"/> Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA) |
| <input type="checkbox"/> Corpo de Bombeiros | <input type="checkbox"/> Delegacia do trabalho |
| <input type="checkbox"/> Vigilância sanitária | <input type="checkbox"/> Outros _____ |

19) Os dois principais tipos de resíduos coletados são:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Esgoto sanitário (esgoto doméstico, água de infiltração, resíduo líquido industrial tratado e possível presença de água pluvial) | <input type="checkbox"/> Esgoto de gordura – com maior concentração de óleos e graxas |
| | <input type="checkbox"/> Efluente líquido industrial |
| | <input type="checkbox"/> Outros _____ |

20) Qual o principal destino dado ao lodo coletado pelo caminhão limpa-fossa?

ETE Goiânia

ETE de outro município.
Qual _____

Aterro sanitário de Goiânia

Aterro de outro município.
Qual _____

21) Já houve caso de recusa de recebimento de determinado lodo na ETE Goiânia? Qual o local usado para despejo do lodo coletado pelo caminhão limpa-fossa?

22) A empresa sempre despejou o lodo no atual local de despejo?

Sim Não Qual o local anterior?

23) O despejo do lodo coletado é feito:

Várias vezes durante o dia

No mínimo uma vez ao dia, independente do volume coletado

Apenas quando se alcança a capacidade máxima do tanque

24) Para definir o intervalo de tempo do despejo, a empresa considera:

A distância da ETE (economia de combustível)

O horário de atendimento da ETE (limitado pelo recebimento restrito às 17h 30 min)

A preocupação com o desgaste do tanque metálico

25) Os motivos que levam a empresa prestadora de serviços de limpa-fossa a rejeitar os serviços de coleta e transporte de lodos com parâmetros fora dos limites toleráveis estabelecidos pela ETE Goiânia para o recebimento do mesmo é devido:

Receio de multa e apreensão do caminhão

Preocupação com meio ambiente

Desconhecimento da existência de local adequado para o tratamento e despejo desse tipo de lodo.

26) Se houvesse local adequado para o recebimento, qual tipo de resíduo / efluente a empresa voltaria a coletar e transportar?

Caixa de gordura de condomínios verticais De frigorífico De lavanderia Outro?

De marmoraria De lavajato De laticínio _____

APÊNDICE 3 – Avaliação dos procedimentos operacionais adotados no trabalho cotidiano das empresas prestadoras de serviços de limpeza e manutenção de sistema individual de tratamento de esgoto.

- 1) Nome da empresa: _____
- 2) Data de realização do acompanhamento do atendimento: ____/____/____
- 3) Endereço do local atendido _____
- 4) Quanto ao uso de equipamentos de proteção individual, são disponibilizados aos funcionários:

<input type="checkbox"/> Luvas	<input type="checkbox"/> Máscaras
<input type="checkbox"/> Botas de borracha	<input type="checkbox"/> Roupas especiais
<input type="checkbox"/> Óculos	Outros _____
- 5) Quanto ao uso de equipamentos de proteção individual, os funcionários são:

<input type="checkbox"/> Treinados / orientados	<input type="checkbox"/> Usam apenas luvas
<input type="checkbox"/> Fiscalizados e cobrados pela empresa	<input type="checkbox"/> Não usam nenhum EPI
<input type="checkbox"/> Têm opção de usar ou não usar	Outros _____
- 6) Com relação ao conhecimento da possibilidade de contaminação com o material coletado e transportado, os funcionários:

<input type="checkbox"/> Têm conhecimento	<input type="checkbox"/> Desconhecem
---	--------------------------------------
- 7) Com relação ao receio da possibilidade de contaminação com o material coletado e transportado, os funcionários:

<input type="checkbox"/> Trabalham com receios	<input type="checkbox"/> Trabalham despreocupados
--	---
- 8) Quanto aos aspectos de higiene e limpeza, durante o trabalho cotidiano, os funcionários demonstram preocupação com:
 - A própria higiene (pelo uso de luvas e botas)
 - O local onde está sendo realizado o serviço (procuram deixar limpo o local após a realização dos serviços)
 - Os equipamentos de sucção, mangueira e tanque (preocupam-se com limpar equipamento antes de sair do local de coleta ou de descarte)
- 9) Em um atendimento específico existe dificuldade para:

<input type="checkbox"/> Encontrar o endereço	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Qual? _____
<input type="checkbox"/> Acessar o imóvel	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Qual? _____
<input type="checkbox"/> Estacionar o caminhão	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Qual? _____
<input type="checkbox"/> Acessar o sistema	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Qual? _____

10) O proprietário/usuário contratante tem conhecimento da localização do sistema individual de esgoto?

Sim Não

11) É comum a interrupção durante os trabalhos de sucção devido à obstrução da mangueira?

Sim Não O que provoca a obstrução? _____

12) Qual o tempo médio gasto durante toda a operação de coleta do lodo? _____

13) Durante a operação de remoção de lodo digerido, o operário costuma:

- Esvaziar completamente o sistema
- Garantir a permanência de aproximadamente 10% do volume do tanque preenchido com o lodo

APÊNDICE 4 – Avaliação das condições físicas e mecânicas dos veículos utilizados como caminhão limpa-fossa.

1) Quanto às características da frota de caminhões:

- Foi fabricado para esse fim? Sim Não
 Foi adaptado para esse fim? Sim Não
 Apresenta boa acomodação dos operários durante as viagens? Sim Não
 O tanque apresenta estanqueidade total? Sim Não
 O tanque apresenta dispositivo para gradeamento interno? Sim Não

2) Quanto às características do sistema de bombeamento

- Vazão usual de aplicação do fluxo de ar: _____
 Vazão conseguida com o vácuo a pequenas distâncias: _____
 Vazão conseguida com o vácuo a grandes distâncias: _____
 Pressão usual de vácuo: _____
 Potência da bomba: _____

3) Quanto às características da mangueira/mangote

Diâmetros das mangueiras: _____

- Dispositivo inteiriço Em partes conectáveis

Comprimento das mangueiras:

- De cada parte: _____ Total: _____

Apresenta conexão adequada entre as partes da mangueira?

- Sim Não

Qual o material de fabricação da mangueira? _____

4) Quanto ao dispositivo para fixação da mangueira no caminhão

- Existe o dispositivo para a fixação das mangueiras ? Sim Não
 É adequado ao seu tamanho? Sim Não
 Permite agilidade nas operações de fixação e liberação? Sim Não
 É higiênico? Sim Não

5) Quanto aos cuidados com a manutenção dos veículos e dos equipamentos

- Possui pátio para o abrigo da frota? Sim Não
 O abrigo da frota é coberto? Sim Não
 Tem plano de manutenção preventiva do caminhão? Sim Não
 Tem plano de manutenção preventiva do equipamento de sucção? Sim Não

6) Quanto ao intervalo de tempo em que ocorre a higienização:

Dos equipamentos de sucção? _____

Do tanque do caminhão? _____

Das mangueiras? _____

7) Qual o intervalo de tempo em que ocorre a substituição das mangueiras? _____

8) Qual o problema recorrente no sistema de sucção? _____

APÊNDICE 6 – Diagnóstico da atuação das empresas limpa-fossas na coleta, transporte e destinação final de efluentes líquidos e lodos provenientes de estação de tratamento de efluente líquido industrial

- 1) A empresa indagada sobre o interesse de atender um possível cliente com necessidade de retirar um efluente industrial rico em matéria orgânica e contaminado com cromo, proveniente de um curtume reage:

Positivamente, aceitando o serviço Negativamente, rejeitando o serviço

- 2) Em caso de recusa, a empresa faz indicação de outra empresa para realizar o serviço mencionado?

Sim Não

- 3) Em caso de aceite, a empresa informa o local de destinação final do efluente líquido ou lodo industrial a ser coletado?

Sim Qual? _____ Não

- 4) Qual o local informado pelo cliente para a destinação final do efluente industrial a ser coletado?

- 5) Qual o preço acertado para a coleta, transporte e destinação final de efluentes industrial?

- 6) É possível perceber conhecimento, por parte da empresa, da legislação ambiental e das possíveis penalidades no caso de seu descumprimento?

Sim Não

- 7) Qual o maior receio da empresa ao aceitar o serviço de coleta, transporte e destinação final do efluente industrial?

Multa e apreensão do caminhão Preocupação com meio ambiente