

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO
GROSSO
CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA
DEPARTAMENTO DE ENSINO**

CIRLENE ALVES RODRIGUES

**O USO DA BIODIGESTÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES
DO ESGOTO DOMÉSTICO NO BAIRRO JARDIM FORTALEZA, CUIABÁ-MT**

**Cuiabá
2012**

CIRLENE ALVES RODRIGUES

**O USO DA BIODIGESTÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES
DO ESGOTO DOMÉSTICO NO BAIRRO JARDIM FORTALEZA, CUIABÁ-MT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia Superior em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso, Campus Cuiabá - Bela Vista, para obtenção de título de graduada.

Orientadora - Prof^a Dra. Sandra Mariotto.

**Cuiabá
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA

R696u

RODRIGUES, Cirlene Alves

O uso da biodigestão no tratamento de efluentes do esgoto doméstico no bairro Jardim Fortaleza, Cuiabá – MT / Cirlene Alves Rodrigues - Cuiabá, MT: O Autor, 2012.

62 f.il.

Orientadora - Profª Dra. Sandra Mariotto

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá – Bela Vista. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.

1. Saneamento básico 2. Biodigestão anaeróbica 3. Biogás I. Mariotto, Sandra II. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

CDD: 665.776.98172

CIRLENE ALVES RODRIGUES

**O USO DA BIODIGESTÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES
DO ESGOTO DOMÉSTICO NO BAIRRO JARDIM FORTALEZA, CUIABÁ-MT**

Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia Superior em Gestão Ambiental, submetido à Banca Examinadora composta pelos Professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso, Campus Cuiabá - Bela Vista, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em: _____

Profª Dra. Sandra Mariotto (Orientadora)

Profª Dra. Lívia Mondin Freitas (Membro Externo)

Profª. MSc, Dra. Nadja Gomes Machado (Membro Interno)

DEDICATÓRIA

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso a Laura Alves Rodrigues, minha amada mãe, esteio de minha vida, um exemplo de mulher..., razão da minha existência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, minha âncora de todos os dias, por ter me proporcionado não só chegar aos trinta anos de idade, como também neste mesmo ano me presenteou com a oportunidade de passar no vestibular e cursar a tão sonhada faculdade pública. A ele a graça e o meu louvor, pois sem Deus nada é possível, inclusive esse TCC. Houve momentos difíceis ao longo do curso, mas ele me fez superá-los. Obrigada meu Deus!

Agradeço ao meu pai Benjamim, por ter me dado a vida, pois sei que tudo o que o senhor sempre desejou foi o meu sucesso e eu lhe amo independentemente de tudo.

Agradecer a minha mãe e respectivamente minha irmã Cinelândia é quase impossível, seriam muitas páginas, mas sintetizando, elas me ensinaram o caminho do bem, os desafios da vitória, os difíceis caminhos da humildade, do perdão, do amor e da paz e no caso dos estudos a importância de saber perseverar.

Obrigada meu irmão Juarez, pelo seu bom humor, pelas brincadeiras, você o primogênito da família, abriu com chave de ouro a descendência de nossos pais, te desejo muita saúde para que essa porta jamais se feche.

Obrigada meu irmão Oliveira, pela sua humildade e simplicidade.

Obrigada meu irmão Jânio, por ter me convidado para morar em Cuiabá, me ensinado a ter foco no trabalho, lutar por novas oportunidades e continuar meus estudos aqui e hoje estou realizando esse TCC.

Agradeço meus cunhados(as) pelo companheirismo de sempre e pelos sobrinhos maravilhosos que me deram e que alegraram ainda mais a família Rodrigues.

Agradeço o meu esposo Roberto, por estar ao meu lado nos momentos alegres, mas também nos difíceis, por me acordar toda manhã, tão cansada. Por ter compreendido que o caminho do amor é muito estreito, porém, muito valioso.

À turma da sala de aula agradeço pelos momentos de descontração. Agradeço também aqueles colegas que me ajudaram com os problemas escolares, cada ajuda foi muito importante. Sentirei saudades.

Aos colegas do meu local de trabalho e a última coordenadora do setor e

a atual agradeço todo o apoio recebido no decorrer de todo o curso de Gestão Ambiental. Todos me ajudaram, independente do tamanho da ajuda foi muito significativa, pois passo o dia todo ao lado de vocês, e sem essa parceria seria muito difícil ir adiante.

Agradeço a Professora Adriana Oliveira, pois me enviou materiais bibliográficos quando lhe pedi.

É importante enfatizar que, abaixo de Deus, a realização deste TCC só ocorreu, porque a Professora Doutora Sandra Mariotto aceitou de imediato o meu convite para ser minha orientadora. A ela meus sinceros agradecimentos, pois mesmo com sua rotina corrida, dedicou o seu tempo para me passar os seus conhecimentos e experiência, fatores que foram imprescindíveis a este TCC.

Agradeço a Prefeitura Municipal de Cuiabá, ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), à CAB Ambiental e aos moradores do bairro Jardim Fortaleza, que contribuíram para a execução deste TCC, e por fim a professora Carla do IFMT.

"Imagine se todas as pessoas vivessem em paz, você pode dizer que sou um sonhador, mas eu não sou o único".

John Lennon

RODRIGUES, Cirlene Alves. **O Uso da Biodigestão no Tratamento de Efluentes do Esgoto Doméstico no Bairro Jardim Fortaleza, Cuiabá-MT.** Cuiabá–MT: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá - Bela Vista, Departamento de Ensino, 2012.

RESUMO

O presente estudo visa demonstrar a utilização do Biodigestor Anaeróbico Modelo RAFA (Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente) para a manutenção da rede de tratamento de esgoto do bairro Jardim Fortaleza do município de Cuiabá-MT, e também o reaproveitamento do biogás através do metabolismo anaeróbico, além do aproveitamento dos resíduos sólidos para a produção de biofertilizantes, que poderá ser de grande valia na utilização em hortas comunitárias, colaborando também para a melhoria da qualidade de nutrição dos moradores da região. Além disso, o biodigestor também contribui para minimizar os impactos ambientais causados pela ausência da rede de esgoto convencional que na prática implica na aquisição e proliferação de doenças relacionadas à ausência de rede coletiva de esgotos. Com os resultados pretendidos com a construção de ETE - Estação de Tratamento de Esgoto, e a implantação do biodigestor, têm-se resultados positivos para a comunidade, como por exemplo, as ruas que não são asfaltadas, o solo deixará de ser degradado pelas águas residuárias e os problemas de saúde serão mitigados, pois uma vez que o esgoto for canalizado, os insetos e os microorganismos diminuirão, diminuindo-se assim, a incidência de patologias nas pessoas. A metodologia utilizada para elaboração do presente trabalho é a pesquisa bibliográfica seguindo as orientações metodológicas de Lakatos e Marconi (2010).

Palavras-chave: Saneamento básico; Biodigestão Anaeróbica; Biogás.

RODRIGUES, Cirlene Alves. **The Use of Biodigestion in Wastewater Treatment of Domestic Sewage in Jardim Fortaleza, Cuiaba-MT.** Cuiaba-MT: Federal Institute of Education, Science and Technology of Mato Grosso, Cuiabá Campus - Bela Vista, Department of Education, 2012.

ABSTRACT

This study aims to demonstrate the use of Anaerobic Biodigestor RAFA Model (Anaerobic Reactor Flow Ascendant) to maintain the network of sewage treatment Neighborhood Garden fortress city of Cuiaba-MT, and also the reuse of biogas through anaerobic metabolism, beyond the use of solid waste for the production of bio-fertilizers, which can be of great value in use in community gardens, also contributing to improving the quality of nutrition of local residents. In addition, the digester also helps to minimize the environmental impacts caused by the absence of conventional sewer which in practice implies proliferation and acquisition of diseases related to the absence of collective network of sewers. With the desired results with the construction of WWTP - Wastewater Treatment, and deployment of biodigester, there have positive outcomes for the community, for example, that the streets are not paved, the soil will be degraded by wastewater and health problems will be mitigated, because once the sewage is piped, insects and microorganisms decreased, thus reducing the incidence of diseases in people. The methodology used for the elaboration of this work is the literature following the methodological guidelines of Lakatos and Marconi (2010).

Key words: Ambient Sanitation; Anaerobic Digestion, Biogas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Biodigestor instalado no bairro Três Barras, Cuiabá-MT.....	22
Figura 2: Mapa de localização da ETE da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)	23
Figura 3: Biodigestor modelo Indiano.	37
Figura 4: Biodigestor Modelo Chinês.	38
Figura 5A: Biodigestor da marinha	39
Figura 5B: Biodigestor da marinha	39
Figura 6: Localização do bairro Jardim Fortaleza	42
Figura 7: Rua B-12.....	44
Figura 8: Rua F-11.....	44
Figura 9: Rua F-19.....	45
Figura 10: Avenida A, esquina com a Rua F-16.....	45
Figura 11: Grau de Instrução.....	46
Figura 12: Faixa etária dos moradores do bairro Jd. Fortaleza, Cuiabá-MT, 2012.	46
Figura 13: Tempo de Residência no Bairro.....	47
Figura 14: Impactos ambientais causados pela exposição do esgoto a céu aberto.....	47
Figura 15: Teve alguma doença relacionada à água que corre a céu aberto.	48
Figura 16: Tipos de doenças relacionadas à água que corre a céu aberto.	48
Figura 17: Incômodo com o esgoto a céu aberto.	49
Figura 18: Possui Fossa.....	49
Figura 19: Idéia do bairro possuir uma rede coletora de esgoto.	50
Figura 20: Procuraram ajuda para resolver o problema do esgoto a céu aberto.	50
Figura 21: Viabilidade da construção de uma ETE no bairro Jardim Fortaleza. .	51
Figura 22: Concorda que a autora do projeto com a implantação do biodigestor.....	51
Figura 23: Melhorias no bairro em relação ao esgoto ao céu aberto.....	52
Figura 24: Biodigestor Anaeróbico Modelo RAFA.	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Rede coletora de esgoto.....	14
2.1.1 Esgoto no Brasil	14
2.1.2 Águas residuárias.....	17
2.1.3 Créditos de carbono	18
2.1.4 Esgoto em Cuiabá	20
2.2 Biotecnologia	26
2.3 Biodigestores	27
2.3.1 Substrato para biodigestores	28
2.3.2 Biogás no mundo	31
2.3.3 Biogás no Brasil	35
2.4 Os modelos de biodigestores	37
2.4.1 Biodigestor indiano.....	37
2.4.2 Biodigestor chinês	38
2.4.3 Biodigestor da marinha.....	38
2.5 Produção, características e utilização do biofertilizante.....	39
3. MATERIAL E MÉTODOS	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	56
ANEXO	59

1. INTRODUÇÃO

O bairro Jardim Fortaleza é um bairro periférico da capital do Estado de Mato Grosso, pertence à região Sul. Muitas são as precariedades do bairro, que de maneira em geral afeta a comunidade local. No entanto, o problema selecionado para este projeto é o que se refere ao esgoto doméstico, pois como o bairro Jardim Fortaleza não possui serviço de coleta e tratamento de esgoto a população é penalizada com os impactos ambientais, ocasionados pela exposição do esgoto a céu aberto.

Leal (2012) diz que 18,5 milhões de pessoas, quase a população do Estado de Minas Gerais, vivem em áreas urbanas com esgoto a céu aberto diante de suas moradias. Os números do Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostra que 11% das moradias em área urbana estão próximas a valas ou córregos onde o esgoto domiciliar é despejado diariamente.

É importante lembrar que os moradores de bairros com infraestrutura precária tendem a considerar uma tubulação que retira os efluentes sanitários de suas residências como sendo uma “rede de esgoto”, quando na realidade ela apenas despeja esse esgoto no riacho, vala ou corpo hídrico mais próximo, sem nenhum tratamento, e comumente correndo a céu aberto por diversos trechos. Eles também consideram qualquer buraco ou poço cavado para receber os efluentes sanitários residenciais, como sendo fossas sépticas, quando na realidade essas construções estão longe de alcançar os objetivos de tratamento dos efluentes que uma fossa séptica poderia alcançar (BORÉM; SANTOS, 2008).

Muitos especialistas consideram os esgotos domésticos o maior problema ambiental do Brasil. É também o que apontou o “Atlas de Saneamento” do IBGE, cujas informações foram baseadas na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000, no Censo Demográfico 2000, e em fontes provenientes de outros órgãos e entidades (BRASIL, 2004). Esses efluentes degradam rios, lagos e áreas de mananciais. Os poluentes que entram em contato com o solo ou com a água podem contaminar a água subterrânea e as fontes de abastecimento de água potável. O despejo inadequado do esgoto e a conseqüente possibilidade de contato com o esgoto *in natura* representam sérios riscos à saúde humana.

Uma maneira de tratar estes efluentes, atualmente, é fazer uso de tecnologias modernas, como no processo de biodigestão, uma das ferramentas de biotecnologia moderna.

A biotecnologia surgiu da busca dos cientistas em entender como os seres vivos “funcionam”, atualmente ela está presente no interesse econômico de grandes empresas, mediante seu potencial para a saúde humana, produção de alimentos, despoluição ambiental e outras áreas de intensa atividade econômica.

Um das características da biotecnologia que tem contribuído para o receio que parte da população manifesta em relação a ela é a velocidade com que esta ciência avançou nos últimos anos e como sua aplicação em benefício da sociedade atingiu o mercado de forma tão inesperada (BORÉM; SANTOS, 2008, p.16).

A biotecnologia como proposta de utilização no tratamento biológico de efluentes desse bairro é chamada de biodigestão, que é um processo que utiliza esterco bovino fresco ou de outro animal ruminante, a exemplo de cabras e ovelhas, para eliminar micróbios e bactérias dos dejetos expelidos pelo ser humano.

A técnica biotecnológica sugerida é a chamada biodigestão anaeróbia no tratamento biológico de efluentes do esgoto doméstico do bairro Jardim Fortaleza, região Sul do município de Cuiabá-MT, onde as suas águas residuárias poluem o lençol freático, pois são expostas a céu aberto. Com o intuito de canalizar e tratar essas águas provenientes do esgoto doméstico cria-se a proposta da biodigestão anaeróbia, onde os principais objetivos é promover o tratamento de esgotos, também citar sobre a geração de eletricidade a partir do aproveitamento de biogás, proveniente do tratamento de esgotos.

O objetivo do presente estudo é questionar a comunidade do bairro Jardim Fortaleza sobre o interesse na implantação de um biodigestor em uma ETE - Estação de Tratamento de Esgoto, que pode ser construído no referido bairro, para que o esgoto que corre a céu aberto nas ruas do bairro possa ser canalizado, e posteriormente tratado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Rede coletora de esgoto

O tratamento do esgoto doméstico pode ser separado em processo e operação. A operação consiste na fase física do tratamento, como a decantação e sedimentação. Os processos são as fases químicas e biológicas, como a desinfecção e a digestão. Podem também ser classificados como tratamento preliminar, primário, secundário e terciário (BRASIL, 2004).

Para o tratamento preliminar, onde se remove apenas os sólidos grosseiros, gorduras e sólidos sedimentáveis (areia), os tipos de tratamento mais comuns são: sistema de gradeamento, seguidos de caixa de areia e gordura, possibilidade do uso de flutuadores (indicado no caso de alta taxa de gordura).

O tratamento primário consiste na remoção de sólidos sedimentáveis através de operações físicas. A tendência continua sendo os decantadores primários e os floculadores. Esta fase é de fundamental importância, pois, além de apresentar baixo custo, reduz bastante as impurezas contidas no esgoto.

O tratamento secundário consiste na remoção da matéria orgânica e conseqüentemente na diminuição da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Os tipos mais conhecidos são: lagoa facultativa, lagoa aerada, lodos ativados, filtro biológico aeróbio, fossas sépticas, digestores anaeróbios, entre outros.

A finalidade do tratamento do esgoto é reduzir o teor de agentes contaminantes a ponto dos subprodutos finais poderem ser reutilizados ou devolvidos ao meio ambiente, sem que ocasione impactos negativos, tais como: alterações na qualidade dos corpos d'água.

2.1.1 Esgoto no Brasil

O art. 3º da Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, define o Saneamento Básico como o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário. O esgoto doméstico é composto basicamente por resíduos humanos, ou seja, água proveniente de usos

múltiplos como em banhos, lavagem de roupas, além de fezes (SPERLING, 1996).

Há ausência de políticas públicas de qualidade por parte dos governantes, o contingente populacional fica desamparado neste sentido, o que com o tempo ocasiona transtornos à população e também ao meio ambiente. Problemas esses que podem ser exemplificados como doenças em crianças e adultos, proliferação de ratos, baratas e insetos de maneira geral, mau cheiro, desconforto em relação a moradia, e principalmente a contaminação do solo e lençóis freáticos.

Para Nuvolari (2003), define o esgoto sanitário como sendo o despejo líquido constituído de esgotos domésticos e industriais, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária.

O esgoto doméstico é gerado a partir da água de abastecimento e, portanto, sua medida resulta da quantidade de água consumida. Esta é geralmente expressa pela “taxa de consumo per capita”, variável segundo hábitos e costumes de cada localidade. É usual a taxa de 200l/hab, por dia, mas em grandes cidades de outros países essa taxa de consumo chega a ser quatro vezes maior, resultando num esgoto mais diluído, já que é praticamente constante a quantidade de resíduos produzidos por pessoa (NUVOLARI, 2003).

Dessa forma, é óbvio que as vazões escoadas de esgoto são maiores, mesmo no país, existem capitais que utilizam taxas maiores do que aquela no dimensionamento dos seus sistemas, ou partes deles. Mas, em outros casos, são usadas taxas bem menores.

A taxa per capita de água inclui uma parcela de consumo industrial relativo às pequenas indústrias disseminadas na malha urbana e também um percentual relativo às perdas do sistema de distribuição. Essa água não chega aos domicílios e não compõe o esgoto doméstico produzido, por isso, a taxa individual a ser considerada no sistema de esgoto deve ser a taxa de consumo efetivo, bem menor que a taxa de distribuição.

A água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária, ambas inevitáveis parcelas do esgoto sanitário, chegam às canalizações: a primeira por percolação no solo fragilizado pela escavação da vala, otimizada pela superfície externa do tubo, por onde escoam até encontrar uma falha que permita sua penetração. Ocorrem principalmente quando o nível do lençol freático está acima da cota de assentamento dos tubos, o que deve ser verificado ao se considerar a respectiva taxa de contribuição. A segunda, por penetração direta nos tampões

de poços de visita, ou outras eventuais aberturas, ou ainda, pelas áreas internas das edificações e escoam para a rede coletora, ocorrendo por ocasião das chuvas mais intensas com expressivo escoamento superficial.

O esgoto doméstico, quando não são tratados corretamente na sua maioria são lançados nas águas naturais (cursos d'água, lagos), mas também podem ser lançado no solo.

Para Nuvolari (2003), as redes de esgoto do sistema separador absoluto são projetadas para receber as vazões máximas decorrentes do uso da água nas áreas edificadas, acrescidas de contribuições parasitárias indevidas. Essas contribuições indevidas podem ser originárias do subsolo (terreno) ou podem provir de encaminhamento acidental ou clandestino de águas pluviais.

As contribuições indevidas provenientes do subsolo são genericamente designadas como infiltrações e incluem:

Águas que penetram nas tubulações pelas juntas, águas que penetram nas canalizações através de imperfeições das paredes dos condutos e águas que penetram no sistema pelas estruturas de poços de visita, estações elevatórias, etc. (NUVOLARI, 2003, p.16).

As infiltrações, além de dependerem muito dos materiais empregados no sistema e dos cuidados no assentamento dos tubos, dependem também de características relativas ao meio: nível do lençol freático, material do solo, permeabilidade, etc. Nas áreas litorâneas, com lençol de água a pequena profundidade e terrenos arenosos, as condições são mais propícias à infiltração.

Em contraposição Nuvolari (2003), relata que nas regiões altas com lençol freático mais profundo e em solos argilosos, a infiltração tende a ser menor. A própria vala para assentamento dos tubos, posteriormente reaterrada, altera as características de compacidade e impermeabilidade do solo original e passa a constituir um caminho de menor resistência à percolação de águas infiltradas, que, atingindo o tubo, escoam ao longo de sua superfície externa até encontrar a falha que permite a penetração.

As juntas de tubulações de mau tipo são falhas responsáveis por infiltrações consideráveis, por exemplo, no caso de manilhas de cerâmicas, uma investigação feita nos Estados Unidos demonstrou a inconveniência do emprego de junta, já no Brasil, a adoção de juntas de cimento e areia tem levado a maus resultados (NUVOLARI, 2003).

2.1.2 Águas residuárias

Para Lima *et al* (2001, p.34) as características das águas residuárias que provocam poluição em águas naturais, quando nelas lançadas sem adequado tratamento são principalmente as seguintes:

a) Matéria orgânica que ao ser degradada reduz o nível de oxigênio dissolvido na água, podendo ocasionar a mortalidade de peixes e a formação de ambientes malcheirosos; b) Compostos tóxicos, como metais pesados, cianetos, sulfatos etc., que causam inibição às atividades vitais da microfauna, microflora e peixes; c) Sais inorgânicos de cálcio e magnésio, principalmente, que aumentam a dureza da água, prejudicando a sua posterior utilização industrial; d) Nutrientes (nitrogênio e fósforo, por exemplo) que podem provocar o crescimento indesejável de algas (eutrofização); e) Microrganismos patogênicos; f) Temperatura elevada, que pode provocar o aumento na temperatura dos cursos de água acima do nível letal para os peixes, ou acelerar as reações bioquímicas, de forma a aumentar o grau local de desoxigenação; g) pH excessivamente alto ou baixo, que pode provocar efeitos tóxicos locais na fauna e na flora; h) Materiais grosseiros, óleos e graxas, espumas, corantes, etc., que deterioram a aparência da água e influem negativamente na capacidade de reoxigenação natural dos cursos de água.

Os processos biológicos de tratamento de águas residuárias (efluentes) podem ser classificados de uma forma geral em aeróbios, nos quais os microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica utilizam oxigênio livre como receptor final de hidrogênio e anaeróbios, onde é utilizado o oxigênio ligado a compostos químicos como receptor final de hidrogênio. Em ambos os casos, além dos organismos estritamente aeróbios e anaeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica, encontram-se os microrganismos facultativos, que dão preferência à via aeróbia mas que podem também funcionar em condições de anaerobiose, na ausência de oxigênio molecular (LIMA *et al.*, 2001).

Para o autor, o tratamento anaeróbio de substâncias biodegradáveis é realizado através da fermentação bacteriana que ocorre em ambientes isentos de oxigênio livre (molecular). Como consequência, a matéria orgânica com convertida a metano e gás carbônico. Na natureza existem vários ambientes favoráveis ao desenvolvimento da digestão anaeróbia, sendo representados pelos pântanos, estuários, mares e lagos, usinas de carvão, jazidas petrolíferas, entre outros (LIMA *et al.*, 2001).

Lima *et al* (2001) relata que esses sistemas possuem concentrações baixíssimas de oxigênio, o que facilita a ocorrência desse fenômeno. Da observação casual desses ambientes, o ser humano tomou ciência da possibilidade de produzir gás combustível a partir de resíduos orgânicos ao observar a combustão natural desse gás na superfície de regiões pantanosas.

Posteriormente, passou-se a desenvolver e utilizar esse processo fermentativo para o tratamento de esgoto doméstico, objetivando, principalmente, a destruição da matéria orgânica. Isso ocorreu na metade do séc. XIX e o gás produzido eram destinados a iluminação.

Lima *et al* (2001) trás que no começo do séc. XX, ocorreu na Índia e na China o início do desenvolvimento de digestores para produção de gás metano a partir de esterco de animais, principalmente de bovinos. Somente a partir de 1960 a digestão anaeróbia passou a ser pesquisada com caráter mais científico, havendo então grandes progressos quanto a compreensão dos fundamentos, controle do processo e também em projetos de digestores e equipamentos auxiliares.

2.1.3 Créditos de carbono

Os combustíveis fósseis, como por exemplo, o carvão mineral e os derivados de petróleo, são resultado do acúmulo de biomassa que em escalas geológicas de tempo se depositaram no subsolo. A extração dessas reservas e sua utilização como combustível energético através da combustão, liberam carbono armazenado no subsolo para a atmosfera em um período de tempo que é milhões de vezes menor que o tempo que o carbono atmosférico leva para se transformar em petróleo ou carvão mineral. A diferença entre as escalas de tempo de uso e acúmulo do carbono é um dos fatores que promove o desequilíbrio do ciclo do carbono, provocando o acúmulo de carbono na atmosfera em estado gasoso (BRASIL, 2000).

Dessa forma, conclui-se que uma forma de controlar as emissões de carbono é utilizar a energia de maneira mais eficiente, diminuindo assim a necessidade de aumento no consumo energético. Outra maneira é substituir os recursos energéticos derivados de combustíveis fósseis por outros com menores

emissões de carbono por kWh consumido, como é o caso das fontes renováveis (eólica, solar, biomassa, etc.).

Os projetos de mitigação do efeito estufa (principal impacto global causado pelo acúmulo de CO₂ e outros gases estufa na atmosfera), ao redor do mundo têm dado ênfase às alternativas citadas. Isso se deve, principalmente, ao fato de que a matriz energética dos países desenvolvidos, principalmente dos EUA, é baseada em combustíveis fósseis com a utilização em larga escala de carvão mineral. Isto implica na produção de grandes quantidades de CO₂ e outros gases estufa.

No caso do Brasil, a geração hidrelétrica ocupa parte importante na produção de energia elétrica, o que reduz o potencial de mitigação através da substituição de fontes fósseis por renováveis. Em média, a emissão pelo sistema elétrico interligado é de 0,02 tC/MWh, bastante baixa quando comparada, por exemplo, com o carvão mineral 0,36 tC/MWh (BRASIL, 2000).

O Brasil está em quarto lugar entre os países mais procurados para a instalação de projetos de geração de créditos de carbono. Mais de 220 projetos brasileiros estão registrados no Conselho Executivo da ONU para que sejam aprovados (PECORA, 2006).

Pecora (2006) relata ainda que em 2007 aconteceu o primeiro leilão de créditos de carbono em bolsa de valores regulada, em âmbito mundial. Os créditos foram obtidos pela Prefeitura de São Paulo com o aproveitamento do biogás do Aterro Bandeirantes, em Perus, zona norte da cidade. No Aterro Bandeirantes, 80% do biogás é utilizado na geração de energia elétrica e 20% restante é queimado em flare. A prefeitura tem direito a 50% de todo o volume certificado pela ONU, sendo que a outra metade fica com a empresa Biogás, por ter investido no projeto. Neste primeiro leilão, foram vendidos 800 mil certificados (RCE), sendo que cada certificado equivale a uma tonelada de carbono não lançada na atmosfera. Cada tonelada de crédito de carbono (RCE) foi negociada a 16,2 Euros, sendo que no mercado internacional, costuma ser vendida por 19 Euros.

2.1.4 Esgoto em Cuiabá

Até 1952, em Cuiabá, não havia sistema coletor de esgoto. Nesse ano foi contratada pelo Governo do Estado, a empresa Saturnino de Brito, que elaborou o Projeto de Esgotamento Sanitário para Cuiabá, cobrindo uma área de 627 ha na parte central da cidade. O projeto visava atender uma capacidade de 160,00l/s e previa como estação de tratamento 08 módulos de 20,0l/s, constando cada um com gradeamento, desarenação, tanque Imhoff e leito de secagem. O lançamento do efluente final da Estação Depuradora seria no Rio Cuiabá, a 36m da margem, por tubulação submersa (ALMEIDA, 2007).

Almeida (2007) relata ainda que foram construídos até 1958, apenas 18,00Km de rede coletora, abrangendo a área formada pelas Ruas Comandante Costa, Prainha, Dom Bosco e Voluntários da Pátria (Centro antigo da cidade, bacia 17), 3.300m de coletor tronco ao longo do córrego da Prainha e um módulo de estação de tratamento, nas proximidades do cruzamento da Av. Senador Metello e Prainha (bairro do Porto), composto por tanque Imhoff e leito de secagem, demolidos em 1.978, quando foi feita a duplicação e pavimentação do último trecho da Av. Tenente Coronel Duarte.

Atualmente, essas redes continuam efetuando coletas de esgoto, entretanto, foram seccionadas em vários pontos em virtude de obras de drenagem realizadas nas vias públicas, tendo o seu escoamento para o canal da Prainha. De 1958 a 1978, foi instalado, em vários bairros da capital, o sistema convencional isolado de esgotamento sanitário. Com o advento de financiamentos para construção de conjuntos habitacionais foram implantados sistemas isolados de esgotamento sanitário em diversos núcleos habitacionais (ALMEIDA, 2007).

Inicia-se o projeto de sistema de coleta com separador absoluto para Cuiabá e Várzea Grande no de 1985. Este sistema visava o tratamento do esgoto sanitário pela ETE Eng. Zanildo Costa Macedo, localizada no bairro Dom Aquino. Chamado sistema convencional integrado de esgotamento sanitário. Atualmente, Cuiabá apresenta um total de 56.618 ligações faturadas de esgoto, o que representa uma cobertura de 38% do total de ligações da capital em relação à coleta de esgoto, onde 29% do total de ligações encontra-se efetivamente tratado no município de Cuiabá (ALMEIDA, 2007).

O principal sistema de tratamento de esgoto em Cuiabá é a ETE do bairro Dom Aquino do tipo Lodos Ativados, com aeração prolongada e ainda conta com sistemas de lagoas de estabilização, lodos ativados, reator UASB seguido de lagoa, sendo decanto digestor, biodigestores, reatores anaeróbicos e pequenos sistemas de Fossas Sépticas/Filtros Anaeróbios que apresentam baixa eficiência.

Indicadores do Sistema	
Esgoto coletado	38% do total de ligações
Esgoto Tratado	29% do total de ligações
Coleta e tratamento de esgoto em estado precário	5% do total de ligações
Coleta e tratamento projetado após investimentos	58,09% do total de ligações

Fonte: Almeida (2007).

A água usada nas casas, comércios, hospitais e indústrias vira esgoto e não deveria ser jogada nos rios, córregos, riachos e fontes de água limpa. Deveria correr por canos de esgotos debaixo da terra e ir direto para uma ETE - Estação de Tratamento de Esgoto.

O processo de tratamento consiste em separar a parte líquida da parte sólida do esgoto e tratar cada uma delas separadamente, reduzindo ao máximo a carga poluidora, de forma que elas possam ser dispostas adequadamente, sem prejuízo ao meio ambiente.

As estações de tratamento de esgoto reproduzem, num menor espaço e tempo, a capacidade que os cursos d'água têm naturalmente de decompor a matéria orgânica.

Os agentes de tratamento são as bactérias aeróbias ou anaeróbias que se reproduzem em grande quantidade, degradando a matéria orgânica presente nos esgotos, quando encontram condições favoráveis.

As condições para o devido tratamento dependem:

- Da carga orgânica presente;
- Da classificação das águas do rio que receberá o efluente tratado;
- Da capacidade de autodepuração do rio que receberá o efluente tratado;
- Da disponibilidade de área e energia elétrica.

Na ETE a água suja é limpa e devolvida para os rios e riachos. Em Cuiabá, quem cuida disso é o pessoal da empresa CAB Ambiental. A empresa utiliza técnicas de tratamento de esgoto especiais como os Lodos Ativados, Lagoas de Estabilização, Biodigestores, Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente, Tanque Imhoff, Fossa e Filtro seguido de Cloração para tratar os esgotos da cidade de Cuiabá-MT, e devolvê-los limpos aos rios e ao Pantanal.

Segundo informação da empresa CAB Ambiental apenas o bairro Três Barras e UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso) tem seu tratamento de esgoto pelo sistema de biodigestores. O biogás produzido nas ETEs tem a composição química, variável, pois depende da natureza do esgoto bruto, mas a maior percentagem dessa composição é o gás metano, pois pode ser produzido pela digestão anaeróbica de matéria orgânica, como lixo e esgotos. A queima do gás evita a liberação de metano, para a atmosfera e até o momento não é aproveitado, pois não é viável. A seguir a figura 1, mostra a foto do biodigestor do bairro Três Barras e a figura 2, o mapa de localização da ETE localizada na UFMT.



Figura 1: Biodigestor instalado no bairro Três Barras, Cuiabá-MT.
Fonte: Almeida (2007).



Figura 2: Mapa de localização da ETE da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Fonte: www.google.com/mapa

Para Almeida (2007), os sistemas estão divididos em:

- **Sistema isolado convencional com tratamento:** Refere-se a sistema completo de esgoto doméstico, rede coletora, transporte e tratamento construído em núcleos habitacionais.
- **Sistema isolado convencional sem tratamento:** Trata-se de sistema completo de esgoto doméstico, ou seja, rede coletora, transporte e tratamento, mas com o tratamento fora de operação.
- **Sistema integrado convencional:** Este sistema foi projetado em 1985 para atender todo o sistema de coleta, transporte e tratamento de esgoto sanitário de Cuiabá e Várzea Grande, onde o tratamento de esgoto dos 02 (dois) municípios era em um único ponto na ETE Engenheiro Zanildo Costa Macedo no bairro Dom Aquino.

- **Sistema condominial:** Este sistema consiste em duas redes distintas: uma convencional construída na rua considerada rede principal, e outra pôr dentro dos lotes, considerada condominial. Este sistema atende 09 (nove) bairros da capital.
- **Sistema combinado ou misto:** A Sanemat, Agência municipal de saneamento, a Sanecap - Companhia de Saneamento da Capital, em estudo sobre esgotamento sanitário nas bacias hidrográficas que compõem a cidade de Cuiabá detectaram que a maior carga orgânica lançada no rio Cuiabá vinha da sub-bacia 16 (Mané Pinto) e sub-bacia (17 - Prainha), pois esta sub-bacia além de ser a que compõem a parte central de Cuiabá é a que tinha a menor quantidade de sistema de coleta de esgoto sanitário. Deste estudo saiu a proposta de coletar estas águas residuárias de forma mais barata possível. Com isso projetou-se o interceptor do córrego Mane Pinto até o córrego da Prainha e no lançamento destes 02 (dois) córregos uma estação elevatória recalçando até a E.T.E. Engenheiro Zanildo Costa Macedo no Bairro Dom Aquino.

Já o sistema de coleta de esgoto de Cuiabá realiza-se por 3 sistemas distintos, sendo o Sistema Misto ou Unitário (coleta águas pluviais e esgoto em um único sistema); o Sistema Separador Absoluto (coleta o esgoto em separado das águas pluviais, ou seja, são dois sistemas de coleta, um para esgoto e outro para águas pluviais) e por fim o Sistema Condominial (coleta dentro dos lotes urbanos).

Atualmente a legislação ambiental permite somente a construção de sistema de coleta separador absoluto, Lei nº 38 do Código Ambiental. Já o transporte é feito através de estações elevatórias.

- As estações de tratamento de esgoto:

- **Lodos Ativados:** neste sistema, o esgoto vai para tanques de aeração onde as bactérias neles existentes se alimentam de matéria orgânica e consomem oxigênio. Para que elas se desenvolvam mais rapidamente e acelerem o processo de decomposição, recebem oxigênio por meio dos aeradores agrupando-se e eliminando a matéria orgânica. Passam,

então, para o tanque de decantação, formando um lodo que é recirculado para o tanque de aeração. O excedente é transportado para um flutador, seguido de um filtro prensa. O lodo seco é depositado no aterro sanitário da capital, no bairro Barreiro Branco.

- **Tanques Imhoff:** este sistema é formado de unidades compactadas que possuem, no mesmo tanque, os processos de decantação e digestão do lodo, feitos por bactérias anaeróbicas, isto é, que não necessitam de oxigênio. Do Tanque Imhoff saem três correntes: esgoto tratado, com redução de sua carga orgânica, gás gerado no processo de digestão do lodo e o lodo digerido. Em Cuiabá, este processo está instalado nos bairros Cohab Nova e CoopHEMA.
- **Lagoas de Estabilização:** no interior das águas das lagoas, as bactérias e algas utilizam a matéria orgânica para sobreviver e, desta forma, fazem a autodepuração do esgoto. Em Cuiabá, este processo está instalado nos bairros Sol Nascente, Morada do Ouro, Tijucal, Vila Real e na Lagoa Encantada, no CPA III. É composto por três lagoas de estabilização; no final da última lagoa, é instalado um sistema de reuso dos efluentes tratados, para a irrigação das áreas urbanizadas no entorno da Lagoa.
- **Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA/UASB):** sistema de tratamento fechado aonde se processa a digestão do esgoto, sem a presença de oxigênio. É composto por um leito de lodo biológico (biomassa) denso e de elevada atividade metabólica, no qual ocorre a digestão anaeróbia da matéria orgânica do esgoto em fluxo ascendente. A biomassa pode apresentar-se em flocos ou em grânulos.
- **Fossa Séptica seguida de Filtro Biológico e Cloração:** o processo de tratamento por Fossa Séptica consiste na oxidação da matéria orgânica existente no esgoto por meio de bactérias anaeróbicas e retém a massa (lodo) formada pelo esgoto. O filtro é constituído por um leito de pedra que funciona como camada suporte para a aderência dos microorganismos que habitam os próprios esgotos, seguido de cloração. Em Cuiabá, este sistema está implantado em diversos condomínios, como Residencial Pascoal Moreira Cabral, Marechal Rondon, Jardim Vitória A e B, Jardim Antártica, etc.

2.2 Biotecnologia

Lima *et al* (2001) *apud* Office of Technology Assesment, define a biotecnologia como sendo, “o conjunto de processos industriais que englobam processos biológicos”. Por outro lado, a Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée, conceituou Biotecnologia como: “*aplicação da Bioquímica, da Biologia, da Microbiologia e da Engenharia Química aos processos e produtos industriais (incluindo os produtos relativos a saúde, energia e agricultura) e ao meio ambiente*”, finalmente, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em seu Programa Nacional de Biotecnologia, definiu Biotecnologia nos seguintes termos: “*a utilização de sistemas celulares para obtenção de produtos ou desenvolvimento de processos industriais*”.

A biotecnologia tem por base vários ramos do conhecimento que poderiam ser classificados de fundamentais (como, por exemplo, Bioquímica, Fisiologia Genética, Microbiologia, Virologia, Botânica, Zoologia, Ecologia) ao lado de outros que poderiam ser agrupados sob a denominação genérica de engenharias (principalmente a Engenharia Química).

Trata-se, portanto, de um campo de trabalho tipicamente multidisciplinar, o que torna absolutamente imprescindível a efetiva colaboração de profissionais atuantes em diferentes setores do conhecimento.

Deve ser de fato, um trabalho de vários profissionais efetivamente integrados, de modo que cada um deles tenha conhecimento, obviamente aprofundado dos princípios e das técnicas dos campos de atuação dos demais.

Se for verdade, por um lado, que a biotecnologia só passou a ser considerada altamente prioritária há relativamente pouco tempo; também é verdade, por outro lado, que processos biotecnológicos vêm sendo utilizados na produção de vários bens, principalmente alimentos, desde a mais remota Antiguidade. Basta, neste particular, fazer referência ao preparo de bebidas fermentadas a partir de cereais na Babilônia e no Egito (8.000 a 6.000 anos a.C.) à produção de pão, utilizando fermentos, no Egito (4.000 anos a.C.) e à produção de vinhos na Grécia (2.000 a.C.).

Borém e Santos (2008) também definem a biotecnologia moderna após o acúmulo de conhecimentos e experiência em sua definição atual inclui também as várias técnicas que utilizavam o DNA recombinante para gerar produtos ou

serviços.

A biotecnologia atua em várias áreas no cotidiano, dentre elas, pode-se citar a sua contribuição na produção de inseticidas, na produção de vacinas, de enzimas, de medicamentos, na produção de alimentos, entre outros. A biotecnologia atua também na despoluição ambiental, neste caso no tratamento biológico de efluentes que possui uma grande aplicabilidade social. Devido a isso, foi escolhida a biotecnologia, pois ao atuar no tratamento biológico de efluentes, utiliza a biodigestão anaeróbica que foi a técnica escolhida como proposta deste TCC.

2.3 Biodigestores

Um biodigestor compõe-se, basicamente, de uma câmara fechada na qual uma biomassa (em geral detritos de animais) é fermentada anaerobicamente, isto é, sem a presença de ar. Como resultado desta fermentação ocorre a liberação de biogás e a produção de biofertilizante. É possível, portanto, definir biodigestor como um aparelho destinado a conter a biomassa e seu produto: o biogás. Tal aparelho, contudo, não produz o biogás, uma vez que sua função é fornecer as condições propícias para que um grupo especial de bactérias, as metanogênicas, degrade o material orgânico, com a conseqüente liberação do gás metano (COELHO, 2004).

Existem vários tipos de biodigestor, mas, em geral, todos são compostos, basicamente, de duas partes: um recipiente (tanque) para abrigar e permitir a digestão da biomassa, e o gasômetro (campânula), para armazenar o biogás.

Em relação ao abastecimento de biomassa, o biodigestor pode ser classificado como contínuo $3/4$ abastecimento diário de biomassa $3/4$, com descarga proporcional à entrada de biomassa, ou intermitente, quando utiliza sua capacidade máxima de armazenamento de biomassa, retendo-a até a completa biodigestão. Então, retiram-se os restos da digestão e faz-se nova recarga. O modelo de abastecimento intermitente é mais indicado quando da utilização de materiais orgânicos de decomposição lenta e com longo período de produção, como no caso de palha ou forragem misturada a dejetos animais.

O processo de biodigestão anaeróbia referente à geração de energia

elétrica a partir do biogás produzido em estações de tratamento de esgotos, tem como benefício não apenas a preservação ambiental, mas também está relacionado à redução dos agentes patogênicos, aqueles voltados à produção de biogás e biofertilizante.

Borém e Santos (2008) comentam que a biotecnologia hoje é ciência e atividades econômicas, haja vista seu potencial para a saúde humana, produção de alimentos, despoluição ambiental, dentre outras.

Mascaró (1991) fala sobre a produção de biogás, através dos biodigestores onde esse biogás pode ter vários usos: combustível para motores, aquecedor de água, iluminar e cozinhar.

Salienta-se também a contribuição do processo de digestão anaeróbia como vetor na redução da poluição ambiental, pode-se citar como exemplo estudos realizados por Acuri (1986), nos quais, durante a biodigestão anaeróbia, para um tempo de retenção de 06 (seis) dias, ocorreu uma destruição de 99% do agente patogênico *Salmonella*, presente nos testes realizados com dejetos de bovinos.

2.3.1 Substrato para biodigestores

A biomassa pode ser definida como qualquer material passível de ser decomposto por causas biológicas, ou seja, pela ação de diferentes tipos de bactérias. De maneira geral a biomassa pode ser descrita como a massa total de matéria orgânica que se acumula dentro de um espaço. Sendo assim, podemos considerar biomassa as plantas, os animais, incluindo seus resíduos, as matérias orgânicas provenientes de indústrias alimentícias e outras indústrias, restos de supermercados e feiras em geral, dejetos humanos e de animais, entre outros (GASPAR, 2003).

Pode ser usado como substratos para este processo: dejetos humanos, esterco bovino, suíno, eqüino, caprino, de aves, esgoto doméstico, vinhaça, plantas herbáceas, rejeitos agrícolas e capins de um modo geral.

Os seguintes parâmetros são importantes para produção do biogás de forma eficiente, e tendo como resultado final um produto com alto teor de metano.

Neves (2010, p. 25) *apud* Arruda (2002), explica cada um a seguir.

- Teor de água: a quantidade de água utilizada deve estar ao redor de 90% do peso do conteúdo total de biomassa, depende do tipo dessa biomassa. A diluição deve estar em torno de 1:1 a 1:2, ou seja, uma quantidade de água para a outra de substrato. Tanto o excesso quanto a falta da água são prejudiciais para o sistema, onde a falta pode provocar entupimento na tubulação e o excesso pode atrapalhar o processo da hidrólise, pois é exigida uma elevada carga de biomassa para que a mesma se processe adequadamente. - Concentração de nutrientes: os principais nutrientes são os orgânicos, principalmente o carbono, o nitrogênio e elementos traços em baixíssima concentração. Deve existir uma relação carbono/nitrogênio (C/N) coerente conforme as normas de produção do biogás, onde a mesma deve ser mantida entre 20:1 e 30:1, ou seja, concentração 20 de carbono para 1 de nitrogênio, sendo que o excesso de nitrogênio pode levar a má formação do biogás, podendo ter como produto final compostos nitrogenados como a amônia (NH₃). - pH: alterações do pH no interior do biodigestor podem afetar drasticamente as bactérias envolvidas no processo. A média do valor do mesmo varia entre 6,0 a 8,0, tendo o pH 7,0 como ponto ótimo. Isso ocorre naturalmente quando o processo se dá em condições normais. - Temperatura: a temperatura é um dos principais parâmetros, sendo que o desenvolvimento das bactérias metanogênicas e a conseqüente produção de biogás devem-se em grande parte à temperatura usada no processo, sendo que a temperatura ótima vai depender do grupo de bactérias com que se pretende trabalhar, ou seja, se as mesmas forem termofílicas, mesofílicas ou psicofílicas e também das condições locais. - Tempo de retenção: o tempo de retenção pode variar de reação para reação. Normalmente leva de 30 a 45 dias, porém em algumas situações é possível a existência do biogás logo na primeira semana. - Concentrações de sólidos voláteis: é necessário ter total conhecimento da quantidade de sólidos voláteis da biomassa, pois eles que serão fermentados para produzir o biogás. Quanto maior a concentração de sólidos voláteis de uma biomassa, maior será a produção de biogás.

Neves (2010) *apud* Comastri Filho (1981), recomenda um mínimo de 120g de sólidos voláteis por Kg de matéria seca, lembrando que o teor de sólidos voláteis do esterco bovino varia em torno de 80 a 85%.

Dessa forma, o excesso de qualquer nutriente pode ser tóxico ao sistema. É necessário um cuidado extremo com o uso de desinfetantes, antibióticos e bactericidas nas instalações onde são criados os animais, pois estes podem contaminar o esterco, retardando o processo e em muitas vezes tornando-se fatal para as bactérias que estão envolvidas no processo biológico da formação do biogás, em outras palavras é melhor evitar o uso dos mesmos em tais ambientes. Não é recomendado colocar fertilizantes fosfatados, sob condições de ausência de ar pressurizado, pois esse material pode produzir fosfina, tóxico e cujo contato é letal.

É preciso levar em conta que o Brasil é hoje o maior exportador de carne bovina do planeta, onde um bovino de corte com aproximadamente 350 kg gera de 40 a 70 kg de metano (CH₄) por ano. Um bovino de leite, em lactação de alta

produção gera entre 100 e 150 kg de CH₄ por ano (PRIMAVESI, 2007).

Vale à pena salientar que, independente de mostrar a viabilidade, levando em conta a elevada concentração de esterco bovino emitida na natureza diariamente, já mostra a viabilidade já proposta, pois será dado um melhor destino aos dejetos sem tratamento, lançados diretamente no solo e no rio da cidade, questão de higiene e de caráter ambiental.

O esterco bovino tem se mostrado excelente matéria-prima para a produção de biogás, pelo fato de já possuir naturalmente os microrganismos responsáveis pela fermentação.

A biomassa pode ser encontrada em três classes, sendo elas: sólida, líquida e gasosa e os dejetos animais são os melhores alimentos para os biodigestores, pelo fato de já saírem de seus intestinos carregados de bactérias anaeróbias (PECORA, 2006).

Conclui-se assim que a fermentação desta biomassa em reatores anaeróbios apresenta uma excelente alternativa, pois além de reduzir a taxa da poluição e contaminação do ciclo, promove a geração do biogás, utilizado como fonte de energia térmica, mecânica e elétrica, permitindo ainda a utilização do resíduo final como biofertilizante.

Dessa forma, não podemos deixar de citar o professor matemático Gilberto Luis Souza da Silva da Escola Estadual São Francisco Xavier, de Abaetetuba, no Pará, que junto com seus alunos, realizaram o Projeto Biogás em 2007. O Projeto foi levado para várias feiras como na internacional de ciências Mouvement International pour Le Loisir Scientifique Et Technique (MILSET), realizada em Durban na África do Sul, onde em julho de 2007 ficaram em primeiro lugar na área de Energia e Transporte. O Projeto do Biogás consistia na decomposição de material orgânico (fezes de animais e de humanos) para a produção de gás metano, a ser usado como fonte de energia. A idéia é de recolher as fezes que seriam despejadas nos rios da cidade, e com o uso de um biodigestor, obter gás metano que é engarrafado para ser convertido em gás de cozinha (PARIS, 2010).

Paris (2010) relata ainda que o objetivo do trabalho foi da construção de um biodigestor, usando esterco bovino como biomassa a ser fermentada anaerobicamente para produção de biogás. Através de várias pesquisas que difundiram o uso de biodigestores, foi criado em 1939 na cidade de Kampur, na

Índia, o Instituto de Gás de Esterco, onde foi criada a primeira usina de gás de esterco, que tinha por objetivos tratar os dejetos animais, obter biogás e aproveitar o biofertilizante. Foi esse trabalho pioneiro que permitiu a construção de quase meio milhão de biodigestores na Índia. A utilização do biogás na Índia, como fonte de energia, motivou a China a adotar tal tecnologia a partir de 1958, e em 1972, já possuíam aproximadamente 7,2 milhões de biodigestores em atividade (NEVES, 2010).

2.3.2 Biogás no mundo

O biogás, antigamente conhecido como gás dos pântanos foi descoberto por Shirley em 1667. Já no séc. XIX, Ulysse Gayon, aluno de Louis Pasteur, realizou a fermentação anaeróbica de uma mistura de estrume e água, a 35°C, conseguindo obter 100 litros de gás por m³ de matéria. Em 1884, Louis Pasteur, ao apresentar à Academia das Ciências os trabalhos do seu aluno, considerou que esta fermentação podia constituir uma fonte de aquecimento e iluminação (PECORA, 2006).

Mas foi apenas em 1940, devido à carências energéticas significativas provocadas pela II Guerra Mundial, que o biogás voltou a ser utilizado, quer na cozinha, no aquecimento das casas, ou ainda para alimentação de motores de combustão interna. Atualmente, muitos projetos de biogás têm sido empreendidos em várias regiões do mundo, aos quais listamos a seguir.

Em Portugal, no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, construiu-se uma Estação Coletiva de tratamento de efluentes de suinocultura. Esse órgão é responsável pelo tratamento e pela produção de biogás, cuja valorização em energia elétrica permite não só a satisfação das necessidades energéticas da Estação, como também a venda de energia excedente, facultando uma receita financeira que suporta os custos operacionais da Estação (COELHO, 2004).

Já em Buenos Aires na Argentina, encontra-se uma granja cuja principal atividade se baseia num rebanho de cabras e ovelhas, contendo também um pequeno número de aves. O biogás gerado a partir dos materiais orgânicos da granja é utilizado para alimentar um termostanque que colabora com o aquecimento da câmara de digestão e ainda outros recintos (PECORA, 2006).

Há vários anos o Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônômica para o Desenvolvimento - CIRAD na França, explora as diversas possibilidades de aproveitamento da biomassa. Numa de suas unidades de pesquisa, existe um órgão que trabalha com o processo “Transpaille” para a produção de biogás. Esse processo foi elaborado no Senegal - África entre 1985 e 1995 e consta atualmente com 18 instalações de produção de biogás a partir de diversas matérias orgânicas (principalmente restos em forma de palha). O metano é obtido por fermentação anaeróbica em câmaras cilíndricas feitas de chapas metálicas montadas e soldadas localmente.

Embora, a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível só tenha surgido na segunda metade do séc. XIX, o biogás já era conhecido desde há muito tempo, pois a produção de gás combustível a partir de resíduos orgânicos não é um processo novo. Em 1776, o pesquisador italiano Alessandro Volta descobriu que o gás metano já existia incorporado ao chamado “gás dos pântanos”, como resultado da decomposição de restos vegetais em ambientes confinados.

Em 1806, na Inglaterra, Humphrey Davy identificou um gás rico em carbono e dióxido de carbono, resultante da decomposição de dejetos animais em lugares úmidos. Ao que parece, apenas em 1857, em Bombaim, Índia, foi construída a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível, para um hospital de hansenianos. Nessa mesma época, pesquisadores como Fisher e Schrader, na Alemanha e Grayon, na França, entre outros, estabeleceram as bases teóricas e experimentais da biodigestão anaeróbia. Posteriormente, em 1890, Donald Cameron projetou uma fossa séptica para a cidade de Exeter, Inglaterra, sendo o gás produzido utilizado para iluminação pública. Uma importante contribuição para o tratamento anaeróbio de esgotos residenciais foi feita por Karl Imhoff, na Alemanha, que, por volta de 1920, desenvolveu um tanque biodigestor, o tanque Imhoff, bastante difundido na época (LIMA *et al.*, 2001, p.1).

Sganzerla (1983, p.8) também aponta para Bombaim como o “berço” do biodigestor:

Pela literatura existente, o primeiro biodigestor posto em funcionamento regular na Índia, foi no início deste século em Bombaim. Em 1950, Patel instalou, ainda na Índia, o primeiro Biodigestor de sistema contínuo. Na

década de 60, Fry, um fazendeiro, desenvolveu pesquisas com biodigestores da África do Sul.

O primeiro digestor a batelada 3/4 qual recebe carga total de biomassa e somente é esvaziado após a total conversão da biomassa em biofertilizante, Sganzerla (1983), relata que o biogás foi posto em funcionamento regular em Bombaim, em 1900, durante e depois da Segunda Grande Guerra, alemães e italianos, desenvolveram técnicas para obter biogás de dejetos e restos de culturas. Inegavelmente, a pesquisa e desenvolvimento de biodigestores desenvolveram-se muito na Índia, onde, em 1939, o Instituto Indiano de Pesquisa Agrícola, em Kanpur, desenvolveu a primeira usina de gás de esterco.

Como o sucesso obtido animou os indianos a continuarem as pesquisas, formando o Gobar Gás Institute (1950), comandado por Ram Bux Singh. Tais pesquisas resultaram em grande difusão da metodologia de biodigestores como forma de tratar os dejetos animais, obter biogás e ainda conservar o efeito fertilizante do produto final biofertilizante (NEVES, 2010).

A utilização do biogás, também conhecido como gobar gás (que em indiano significa gás de esterco), como fonte de energia motivou a China a adotar a tecnologia a partir de 1958, onde, até 1972, já haviam sido instalados 7,2 milhões de biodigestores na região do Rio Amarelo. Tal localização não é acidental, pois as condições climáticas da região a tornam propícia para a produção de biogás.

A partir da crise energética deflagrada em 1973, a utilização de biodigestores passou a ser uma opção adotada tanto por países ricos como países de Terceiro Mundo. Em nenhum deles, contudo, o uso dessa tecnologia alternativa foi ou é tão acentuada como na China e Índia.

O interesse da China pelo uso de biodigestores deveu-se, originalmente, a questões militares. Preocupada com a Guerra Fria, a China temeu que um ataque nuclear impediria toda e qualquer atividade econômica (principalmente industrial).

Entretanto, com a pulverização de pequenas unidades biodigestoras ao longo do país, algumas poderiam escapar ao ataque inimigo conforme relata Sganzerla (1983, p.33):

Há pelo menos meio século, para os chineses, a implantação de biodigestores transformou-se em questão vital, incrustada em lógicas de política internacional. Um país continental, com excesso de população, a China buscou, durante os anos 50 e 60, no auge da Guerra Fria, por uma alternativa de descentralização energética.

Encontram-se aí dois extremos da utilização de biodigestores, os chineses buscaram, nessa tecnologia, o biofertilizante necessário para produção dos alimentos necessários ao seu excedente de população. A energia do biogás não conta muito frente à auto-suficiência em petróleo.

Já os indianos, precisam dos biodigestores para cobrir o imenso déficit de energia. Com isso, foram desenvolvidos dois modelos diferentes de biodigestor: o modelo chinês, mais simples e econômico e o modelo indiano, mais sofisticado e técnico, para aproveitar melhor a produção de biogás.

- As vantagens da digestão anaeróbica:

- Tratamento de efluentes líquidos: a digestão anaeróbia, representa importante papel, pois além de permitir a redução significativa do potencial poluidor, permite a recuperação da energia na forma de biogás. Sendo que a geração de carga orgânica por pessoa por dia é 0,054 kg/DBO e a geração de biogás por pessoa por dia é de, aproximadamente, 12 litros (PECORA, 2006).
- Emissão de metano na atmosfera: por meio dos ruminantes, o sistema digestivo produz grandes quantidades do gás metano que são liberadas na atmosfera, digamos, pelo método natural. Adicionalmente, os ruminantes são acusados de causarem chuva ácida uma vez que, segundo ainda a FAO - Food and Agriculture Organization, eles são responsáveis por 64% da emissão global de amônia. A FAO afirma que os gases do esterco e da flatulência dos animais, o desmatamento para criar pastagem e a energia usada nas fazendas fazem com que a pecuária responda por 18% dos gases do efeito estufa. Dentre as recomendações para diminuir o problema, a FAO cita a melhoria substancial da dieta dos ruminantes para reduzir a fermentação e as consequentes emissões do potente metano (PECORA, 2006).
- Aproveitamento energético do biogás: além de contribuir para a preservação do meio ambiente, também traz benefícios para a sociedade, pois promove a utilização ou reaproveitamento de recursos “descartáveis” e/ou de baixo custo; colabora com a não dependência da fonte de energia fóssil, oferecendo maior variedade

de combustíveis; possibilita a geração descentralizada de energia; aumenta a oferta de energia; possibilita a geração local de empregos; reduz os odores e as toxinas do ar, diminui a emissão de poluentes pela substituição de combustíveis fósseis, colabora para a viabilidade econômica dos aterros sanitários, e estações de tratamento de efluentes, otimiza a utilização local de recursos e aumenta a viabilidade do saneamento básico no país, permitindo o desenvolvimento tecnológico de empresas de saneamento e energéticas.

Nas décadas de 50 e 60, houve relativa abundância das fontes de energia tradicionais desencorajou a recuperação do biogás na maioria dos países desenvolvidos, e apenas em países com poucos recursos de capital e energia, como a Índia e a China, o biogás desempenhou um papel importante, sobretudo em pequenos aglomerados rurais. Porém, a partir da crise energética dos anos 70, o gás metano dos digestores anaeróbicos voltou a despertar o interesse geral conduzindo a um aumento da sua produção nos países europeus. Esforços não têm sido medidos para a solução, embora distante, desses problemas e, o tratamento de resíduos, principalmente os que lançam mão de métodos biológicos, têm recebido atenção especial (PECORA, 2006).

Dessa forma, conclui-se que até pouco tempo, o biogás era simplesmente encarado como um sub-produto, obtido a partir da decomposição anaeróbica de lixo urbano, resíduos animais e de lamas provenientes de estações de tratamento de efluentes domésticos. No entanto, o acelerado desenvolvimento econômico dos últimos anos e a subida acentuada do preço dos combustíveis convencionais têm encorajado as investigações na produção de energia a partir de novas fontes alternativas e economicamente atrativas, tentando sempre que possível, criar novas formas de produção energética que possibilitem uma economia ou conservação dos recursos naturais esgotáveis.

2.3.3 Biogás no Brasil

Dono de uma das biomassas mais exuberantes e de um dos maiores

rebanhos bovinos do mundo, o Brasil só despertou para os biodigestores, com interesse na produção do biogás, após a crise do petróleo nos anos 70, e que assustava na época o governo militar.

Em busca de fontes alternativas de energia, surgiu a idéia do Proálcool e inúmeros planos de aproveitamento de energia solar. Em 1977, a Embrater (Empresa Brasileira de Tecnologia e Extensão Rural), lançou o projeto de criação do biogás. Neste momento acreditava-se que a solução para a zona rural estava resolvida, porém não foi isso que aconteceu de fato.

Bancos liberaram financiamentos repassados pelo Banco Central, porém o crédito total era insuficiente para subsidiar o projeto em todo Brasil. Os problemas eram claramente agravados pela política governamental, que definia as opções energéticas do Brasil ao sabor dos acontecimentos externos. Ao amainar a crise do petróleo, desativaram-se em meados dos anos 80 as pesquisas em busca de novas fontes de energia. O próprio governo suspendeu os incentivos concedidos aos biodigestores e começou a subsidiar o gás liquefeito de petróleo.

- Tipos de biodigestores no Brasil:

A escolha de um biodigestor depende essencialmente das características do substrato, das necessidades de depuração, da disponibilidade de mão de obra e de condições de ordem econômica. Existem dois grandes tipos de biodigestores: “Biodigestores Descontínuos” ou em “Batelada”, e os “Biodigestores Contínuos”. Os Biodigestores em Batelada são carregados de uma só vez, e mantidos fechados por um período conveniente, sendo a matéria orgânica fermentada descarregada posteriormente.

Trata-se de um sistema bastante simples e de pequena exigência operacional. Sua instalação poderá ser em um tanque anaeróbio ou em uma série de tanques, dependendo das demandas de biogás, da disponibilidade e da qualidade da matéria prima utilizada.

Os tipos mais comuns de Biodigestores Contínuos no Brasil são os modelos clássicos da Índia e da China, onde são muito utilizados em comunidades rurais de pequeno e médio porte. São biodigestores interessantes para o uso de diferentes resíduos orgânicos animais e vegetais, requerendo, entretanto, carregamento periódico, geralmente diário, e manejo do resíduo.

Cada metro cúbico de câmara de fermentação a uma temperatura de 30 a 35°C, pode produzir, de 0,15 a 0,20 m³ de biogás por dia, ao qual requer um tempo de retenção, geralmente entre 30 à 50 dias, de acordo com a temperatura do meio se é alta ou baixa (BENINCASA *et al.*, 1990).

2.4 Os modelos de biodigestores

As diferenças entre os modelos não são muito expressivas, o detalhe mais significativo refere-se à cúpula do gasômetro, lugar onde se armazena o biogás gerado pelo processo da fermentação.

2.4.1 Biodigestor indiano

O biodigestor indiano (figura 3) tem uma cúpula móvel, de metal; e o chinês, uma cúpula fixa, de alvenaria. No modelo indiano a cúpula vai subindo em torno de uma guia de metal à medida que se enche de biogás (VILLELA; SILVEIRA, 2005).

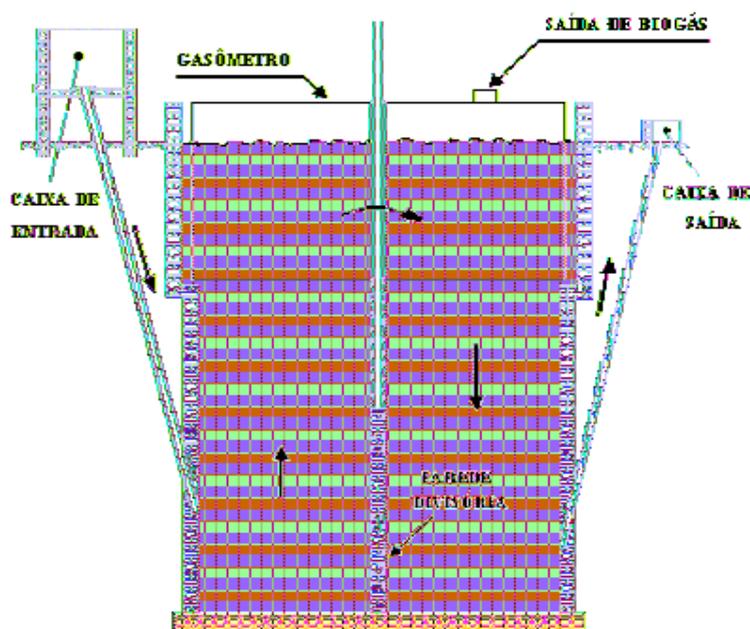


Figura 3: Biodigestor modelo Indiano.
Fonte: Villela e Silveira (2005).

2.4.2 Biodigestor chinês

O biodigestor modelo chinês (figura 4) é um biodigestor formado por uma câmara cilíndrica de alvenaria, para a fermentação, e um teto abobadado, impermeável, destinado ao armazenamento do biogás. O reator funciona com base no princípio de prensa hidráulica, de modo que há aumentos da pressão do gás no interior do biodigestor, o que corresponde ao deslocamento da biomassa da câmara de fermentação para a caixa de saída e em sentido contrário, quando há descompressão (BENINCASA *et al.*, 1990).

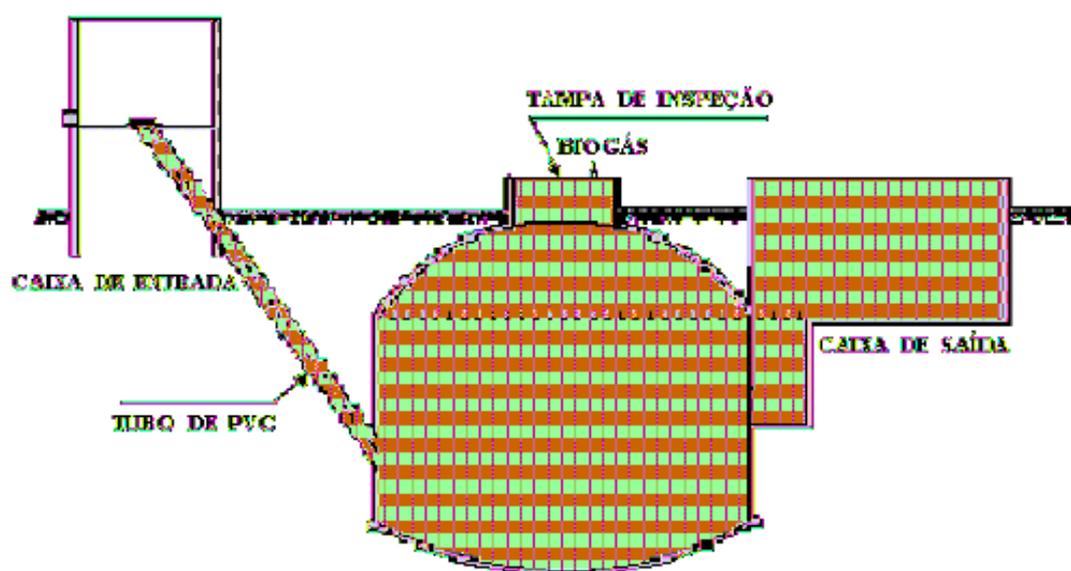


Figura 4: Biodigestor Modelo Chinês.

Fonte: Villela e Silveira (2005).

No modelo chinês a cúpula é fixa, de alvenaria, guarnecida por uma válvula que é composta por uma tampa e pressionada por um depósito de água. Nesse modelo é necessário que se esgote o gás com maior frequência a fim de se evitar um maior desperdício (VILLELA; SILVEIRA, 2005).

2.4.3 Biodigestor da marinha

É um modelo tipo horizontal, tem a largura maior que a profundidade, sua área de exposição ao sol é maior, com isso é maior a produção de biogás. Sua

cúpula é de plástico maleável, tipo PVC, que infla com a produção de gás, como um balão. Pode ser construído enterrado ou não. A caixa de carga é feita em alvenaria, por isso pode ser mais larga evitando o entupimento. A cúpula pode ser retirada, o que ajuda na limpeza. A desvantagem nesse modelo é o custo da cúpula. A figura 5A e 5B demonstra o biodigestor da Marinha (TIAGO FILHO; FERREIRA, 2004).



Figura 5A: Biodigestor da marinha
Fonte: Tiago Filho e Ferreira (2004).

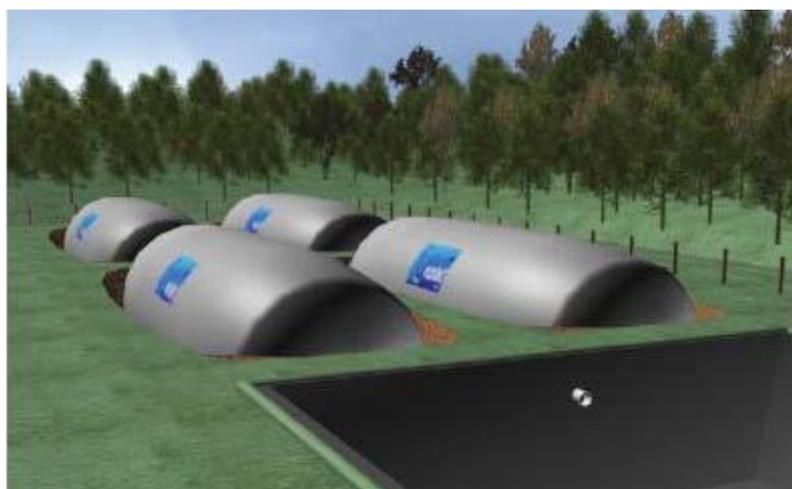


Figura 5B: Biodigestor da marinha
Fonte: Tiago Filho e Ferreira (2004).

2.5 Produção, características e utilização do biofertilizante

Após a produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do

biodigestor sob a forma líquida, rica em material orgânico (húmus), com grande poder de fertilização. Este biofertilizante, aplicado ao solo, melhora as qualidades físicas, químicas e biológicas deste. É possível, logicamente, usar adubos químicos em lugar da matéria orgânica, mas estes não podem suprir as qualidades físicas e biológicas fornecidas por aquela.

Além disso, Sganzerla (1983, p.24) lembra que o excesso de adubação química causa mineralização do solo, ressecando-o, endurecendo-o e dificultando a entrada da água e do ar, o que provoca e facilita a ocorrência de erosão. Além disso, os sais, muito solúveis, destroem as bactérias que vivificam o solo, deixando-o indefeso, propenso a invasões por insetos, fungos, nematóides e vírus, entre outros, que causarão, certamente, danos às plantas.

O agricultor lança mão, neste momento, do uso de defensivos agrícolas, os quais, além de poluírem o solo, eliminam os predadores naturais das pragas, criando a necessidade de novos defensivos serem aplicados, o que dá início a um ciclo vicioso, que só poderá ser quebrado com a aplicação de grande quantidade de matéria orgânica.

Percebe-se, portanto, a sensatez de se preservar a integridade físico-química e biológica do solo, pois a saúde deste resulta na saúde das plantas que o mesmo abriga.

A principal razão para a grande capacidade de fertilização do biofertilizante se encontra no fato da digestão da biomassa (no interior do biodigestor) diminuir drasticamente o teor de carbono presente na mesma. De acordo com Sganzerla (1983, p.25), isto ocorre porque, na biodigestão, a matéria orgânica, perde exclusivamente carbono sob a forma de CH₄ (Metano) e CO₂ (gás Carbônico). Além disso, há o aumento do teor de nitrogênio e demais nutrientes, devido à perda do carbono e, conseqüentemente, diminuição na relação C/N da matéria orgânica. Com isso, os microorganismos do solo (bactérias nitrogenadoras) conseguem um melhor índice de fixação do nitrogênio, além do fato do próprio biofertilizante conter alguns nutrientes já solubilizados. Com seu nível de pH (em torno de 7,5), o biofertilizante funciona como corretor de acidez, eliminando o alumínio e liberando o fósforo dos sais insolúveis do alumínio de ferro. Com a elevação do pH dificulta-se a multiplicação de fungos patogênicos.

A grande capacidade de fixação apresentada pelo biofertilizante evita a

solubidade excessiva e a lixiviação dos sais, mantendo-os sob formas aproveitáveis pelas plantas, cujo delicado sistema radicular é o único capaz de desagregar estes nutrientes.

Outra vantagem advinda da aplicação de biofertilizantes é que estes deixam a terra com uma estrutura mais porosa, permitindo maior penetração do ar na zona explorada pelas raízes. Com isso, a respiração dos vegetais fica facilitada e os mesmos obtêm melhores condições de se desenvolver. O gás carbônico presente no ar, ao circular melhor pelo solo, forma ácido carboxílico, o qual irá solubilizar sais que se encontram em formas insolúveis, facilitando sua assimilação pelas plantas.

O biofertilizante favorece a multiplicação das bactérias aos milhões, dando vida e saúde ao solo. A intensa atividade das bactérias fixa o nitrogênio atmosférico, transformando-o em sais aproveitáveis pelas plantas. As bactérias radicícolas $\frac{3}{4}$ que se fixam nas raízes das leguminosas $\frac{3}{4}$ têm seu desempenho e desenvolvimento melhorados.

Além dessas características inestimáveis, que aumentam muito a produtividade das lavouras, deve-se frisar ainda que o biofertilizante já se encontra completamente “curado”, na expressão do campo, pois não sendo passível de nova fermentação, não apresenta odor nem é poluente e, com isso, não atrai moscas ou outros insetos. Ao contrário de outros tipos de adubos, o biofertilizante, segundo Sganzerla (1983, p.26), pode ser aplicado diretamente no solo, em forma líquida ou desidratada, dependendo das condições locais.

O poder germinativo das sementes de plantas prejudiciais à lavoura, e que passaram incólumes pelos sistemas digestivo e excretor dos animais, é destruído pelos efeitos da biofermentação, não havendo perigo de que infestem as lavouras onde forem aplicados. A composição do biofertilizante varia de acordo com a biomassa utilizada, porém, análises têm mostrado os seguintes resultados médios: O biofertilizante pode ainda, depois de desidratado, ser utilizado para dar volume à composição de rações para animais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

- Área de Estudo:

O Bairro Jardim Fortaleza está localizado a 10 km do Centro de Cuiabá-MT (figura 6), tendo como limites os bairros Osmar Cabral e São João Del Rey. É um bairro classificado como de baixa renda, possui a área de 65,22 ha tem uma população estimada de 4.031 habitantes. O bairro surgiu do processo de invasão (grilagem de terra).

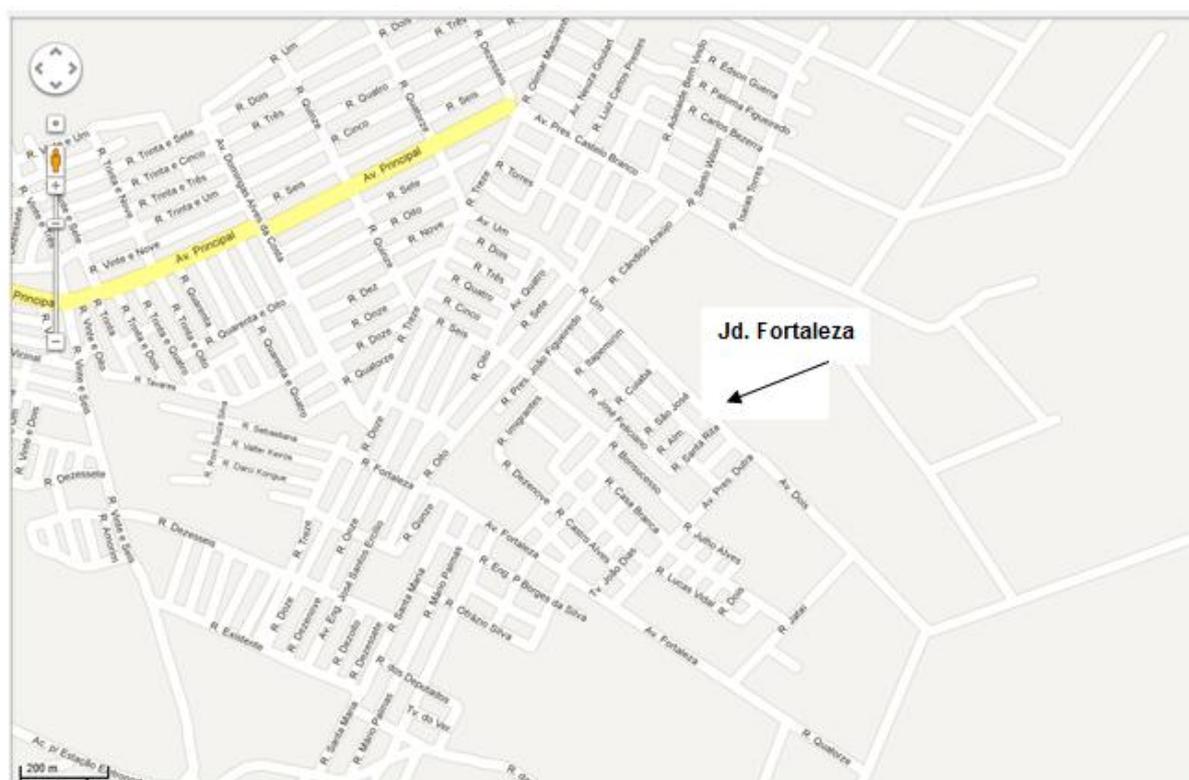


Figura 6: Localização do bairro Jardim Fortaleza

Fonte: www.google.com/maps?hl=pt-PT&tab=w1

- Coleta de Dados:

Para este estudo foi feita uma pesquisa bibliográfica, seguindo os procedimentos de Marconi e Lakatos (2010), onde os autores afirmam que a característica da pesquisa bibliográfica é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, “constituindo o que se denomina de fontes primárias”.

Foi realizado um estudo de campo através de um questionário (em anexo) o qual foi entregue para analisar o interesse da população do bairro sobre este projeto, e como apoio para incentivar a CAB Ambiental a aceitar a proposta do projeto, ou a mesma, buscar alternativa para melhorar o estado calamitoso em que se encontram as ruas do bairro, sem rede de coleta e tratamento do esgoto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O bairro Jardim Fortaleza é um bairro periférico da Capital do Estado de Mato Grosso, onde a comunidade vive em meio a muitas situações de precariedade, sendo uma delas é o esgoto doméstico que corre a céu aberto nas ruas do bairro.

Com a construção de uma ETE e a implantação de um biodigestor, onde é utilizada a técnica de Biotecnologia conhecida por biodigestão, têm-se resultados positivos para a sociedade. As ruas que não são asfaltadas, por sua vez, o solo deixará de ser degradado pelas águas residuárias provenientes do esgoto doméstico melhorando assim a sua estética (Figura 7, 8, 9 e 10).



Figura 7: Rua B-12.
Fonte: Rodrigues (2012).



Figura 8: Rua F-11.
Fonte: Rodrigues (2012).



Figura 9: Rua F-19.
Fonte: Rodrigues (2012).



Figura 10: Avenida A, esquina com a Rua F-16.
Fonte: Rodrigues (2012).

Com a construção da ETE - Estação de Tratamento de Esgoto no bairro, os problemas de saúde serão mitigados, pois uma vez que esse esgoto for canalizado e tratado pela biodigestão, os insetos e outros microorganismos diminuem ou simplesmente serão eliminados através do processo de biodigestão anaeróbia. Diminuindo-se assim, a incidência de patologias nas pessoas e reduzindo a contaminação do lençol freático, conservando a água que é um recurso natural indispensável e de fonte esgotável.

Estão elencadas abaixo as figuras resultantes do questionário aplicado a 40 moradores do Bairro Jardim Fortaleza, onde os dados retratam a precariedade da infraestrutura do esgoto do bairro e a visão da população.

Foram entregues os formulários onde se verificou o grau de instrução dos moradores (figura 11), sendo que a sua maioria apresenta o 2º Grau Completo, conclui-se então que, a maioria possui certo grau de conhecimento de seus direitos.

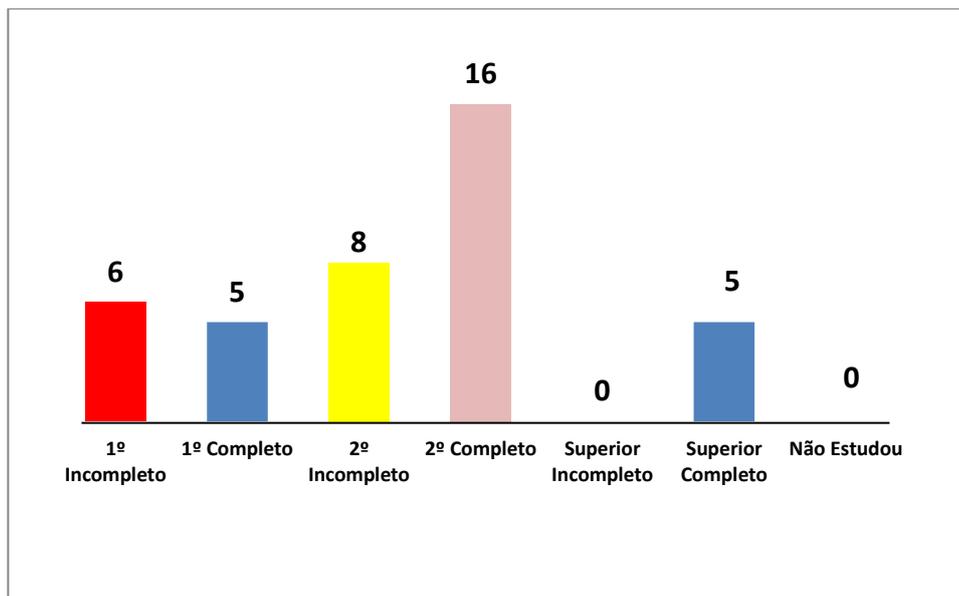


Figura 11- Grau de Instrução.

Com relação a idade dos moradores (figura 12), a maioria dos pesquisados encontram-se na faixa etária de 26 a 40 anos, seguida da faixa de 15 a 25, demonstrando-se assim que se trata de um bairro que possui na sua maioria uma população jovem.

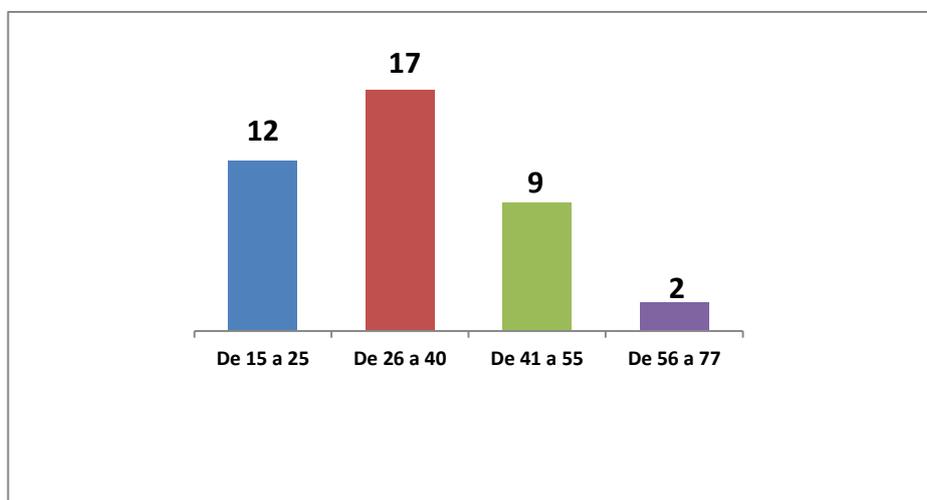


Figura 12- Faixa etária dos moradores do bairro Jd. Fortaleza, Cuiabá-MT, 2012.

A figura 13 demonstra que a maioria dos entrevistados reside no bairro há mais de 10 anos.

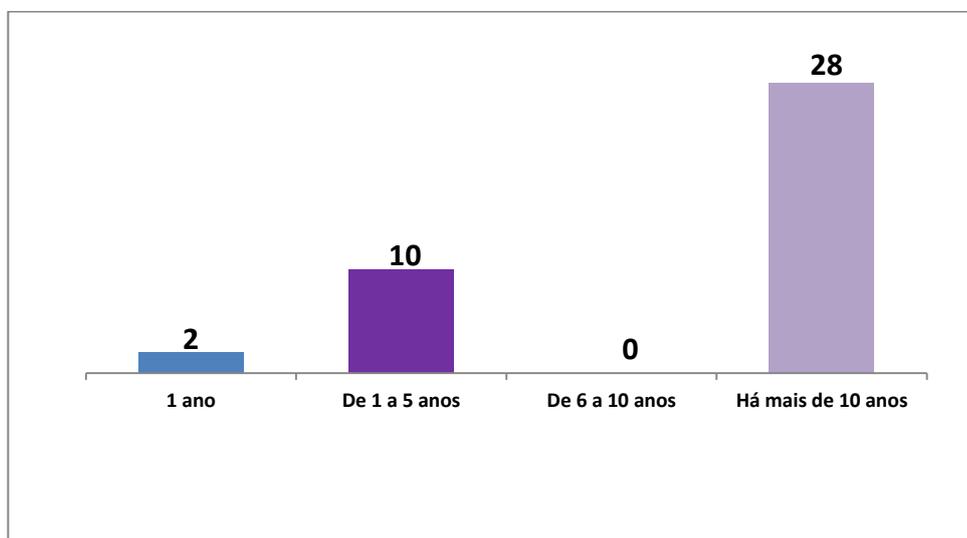


Figura 13- Tempo de Residência no Bairro.

Com relação aos impactos ambientais (figura 14) causados pela exposição do esgoto a céu aberto, os mais apontados pelos moradores foram às doenças, seguida do mau cheiro, e depois da degradação do solo, e por último a contaminação do lençol freático.

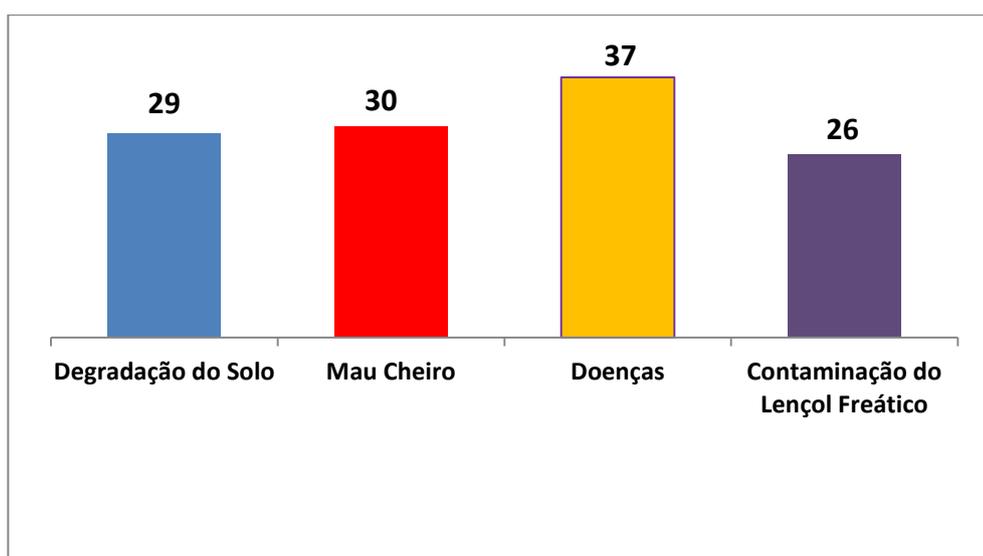


Figura 14- Impactos ambientais causados pela exposição do esgoto a céu aberto.

Do total dos entrevistados 43% tiveram alguma doença relacionada a água que corre a céu aberto nas ruas do bairro (figura 15).

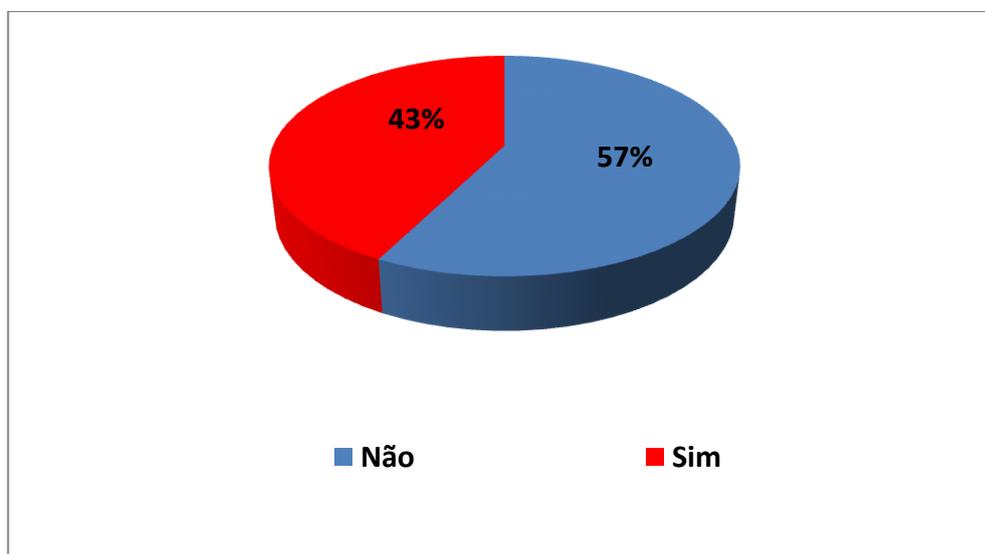


Figura 15- Teve alguma doença relacionada à água que corre a céu aberto.

Das doenças adquiridas pelos moradores do bairro, a Dengue foi a de maior incidência, houve também a Dengue Hemorrágica que causou óbito no morador (figura 16).

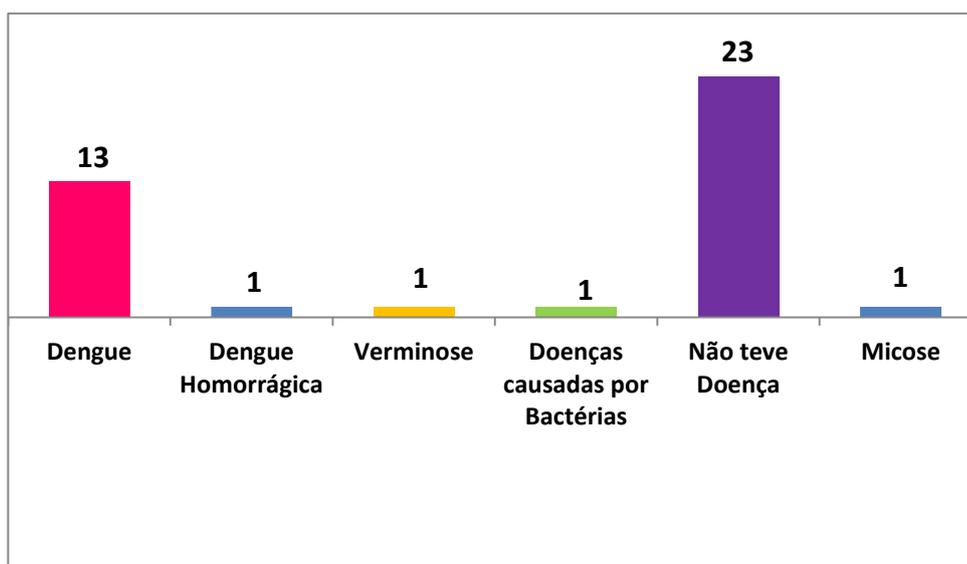


Figura 16- Tipos de doenças relacionadas à água que corre a céu aberto.

Dos incômodos provocados pelo esgoto a céu aberto, o principal deles, segundo os moradores é o mau cheiro (figura 17).

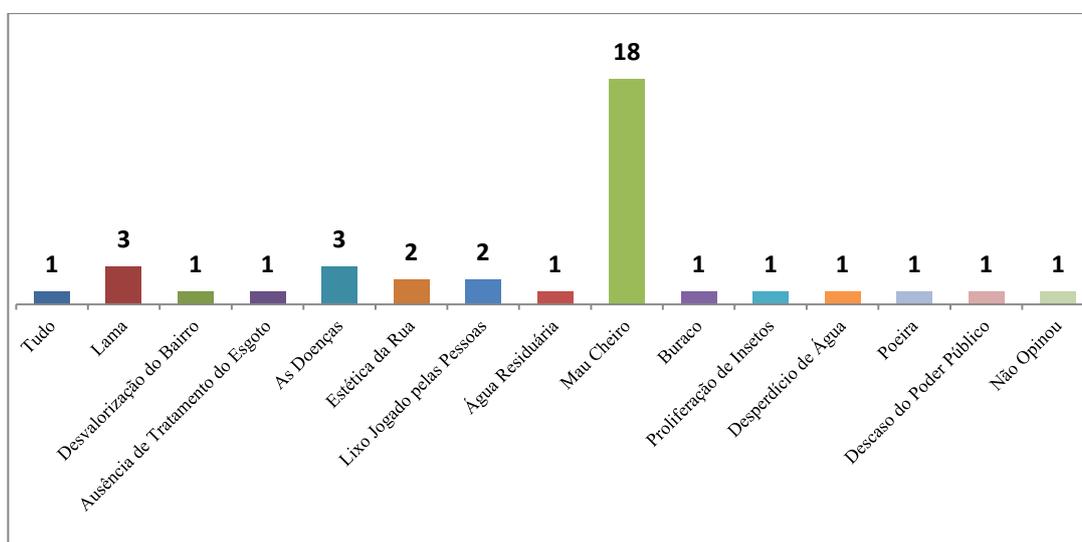


Figura 17- Incômodo com o esgoto a céu aberto.

Do total de entrevistados no bairro (87%) possuem fossa em suas residências (figura 18).

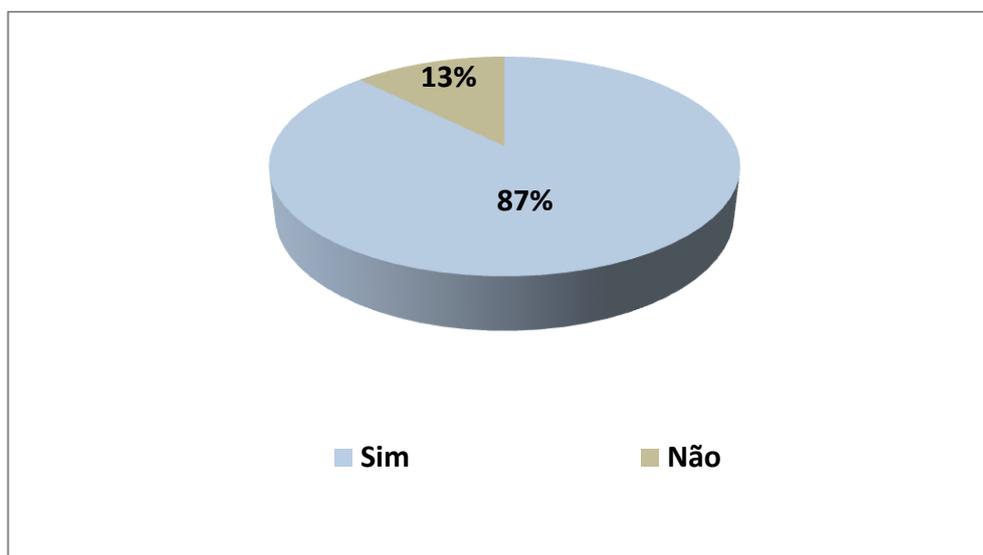


Figura 18- Possui Fossa.

Cerca de 98% dos entrevistados consideraram muito significativa a ideia do bairro Jardim Fortaleza possuir uma rede coletora de esgoto, mas o motivo pelo qual 2% consideraram a ideia pouco significativa é que uma ETE emite odores fétidos, segundo opiniões de quem já morou próximo a ETE do bairro vizinho “Tijuca” (figura 19).

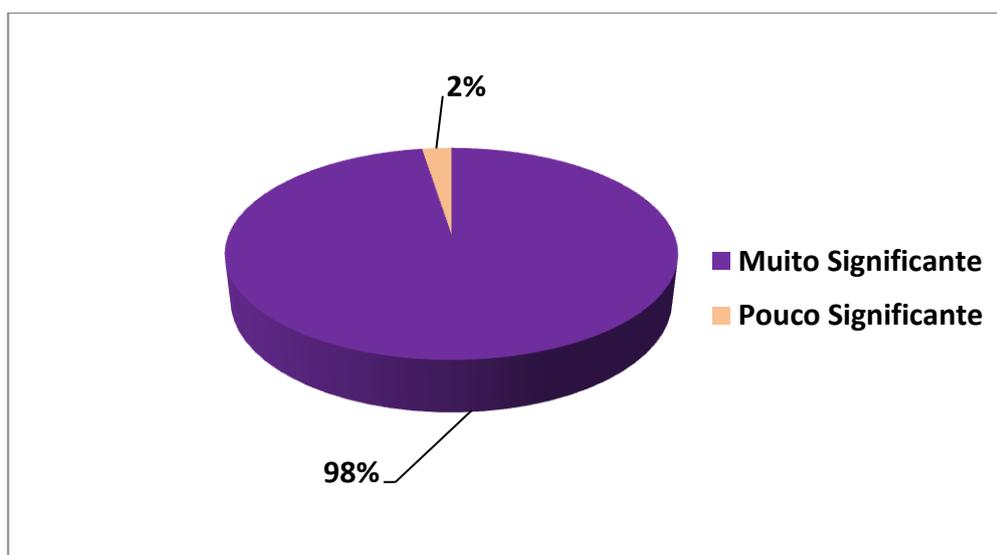


Figura 19- Ideia do bairro possuir uma rede coletora de esgoto.

Conforme a figura 20, foi de 43% o número de moradores que procuraram ajuda para resolver os problemas do esgoto a céu aberto.

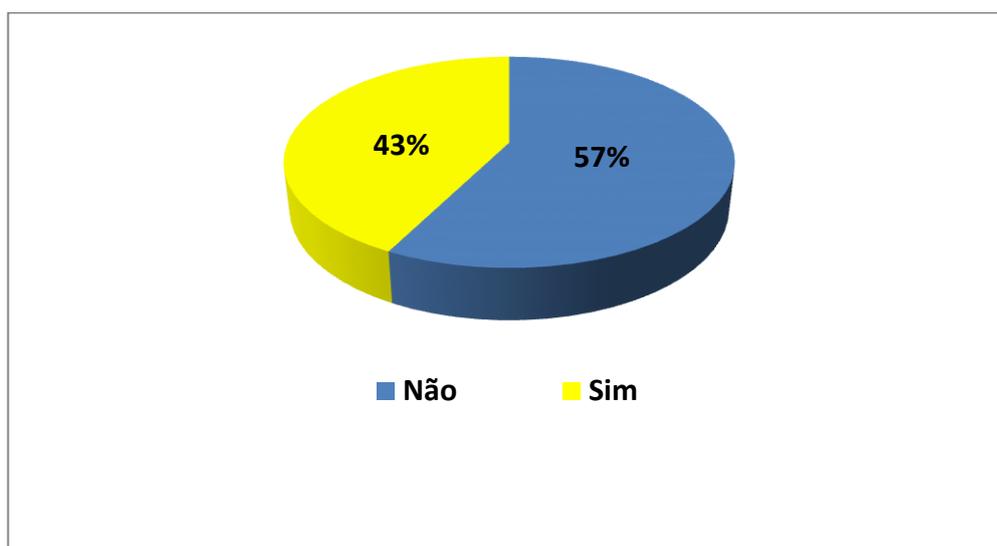


Figura 20- Procuraram ajuda para resolver o problema do esgoto a céu aberto.

Diante das necessidades de melhorias do saneamento básico do bairro, 95% dos moradores acharam viável a construção de uma ETE no referido bairro.

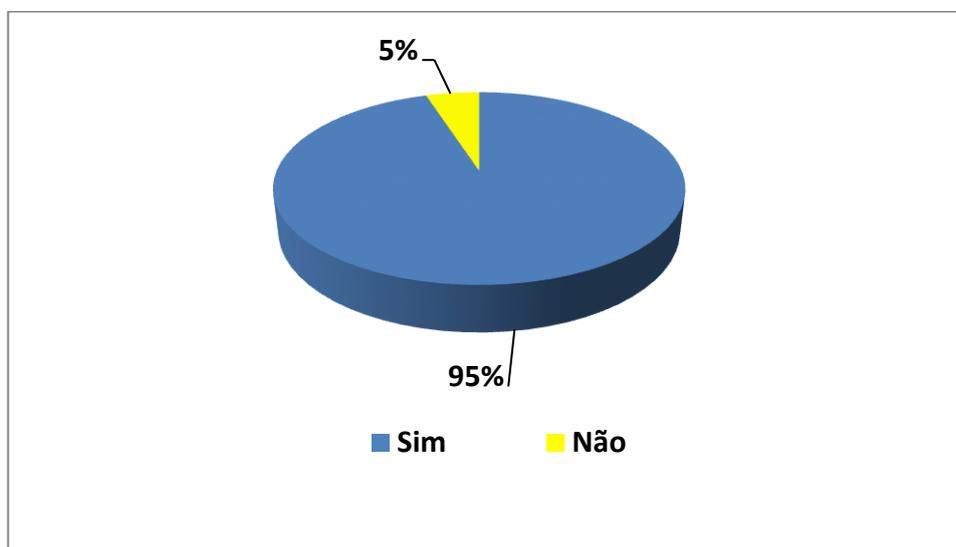


Figura 21- Viabilidade da construção de uma ETE no bairro Jardim Fortaleza.

Já a figura 22, mostra que todos os 40 entrevistados (100%), concordam com a proposta de implantação do biodigestor, tendo em vista que o mesmo trata o esgoto, gerando o biogás e o biofertilizante, e assim promovendo também a preservação do meio ambiente, mitigando a contaminação do solo e lençol freático, e a disseminação de insetos e microorganismos que causam patologias.

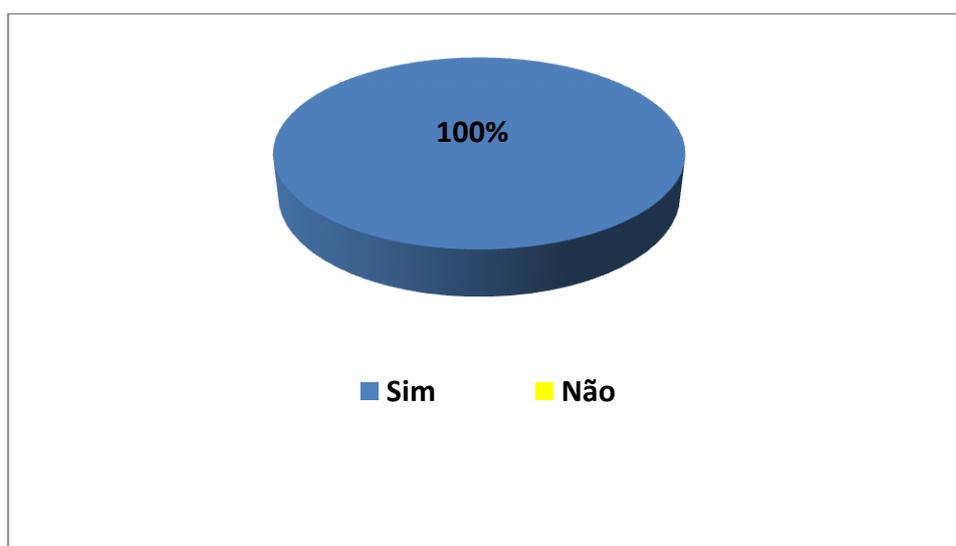


Figura 22- Concorda com a implantação do biodigestor.

Os moradores foram questionados sobre se houve melhorias no esgoto a céu aberto durante o tempo em que residem no bairro, onde apenas 10% responderam que sim, sendo essas melhorias feitas pelos próprios moradores como, comprar tubos de conexão e canalizar o esgoto até um córrego próximo.

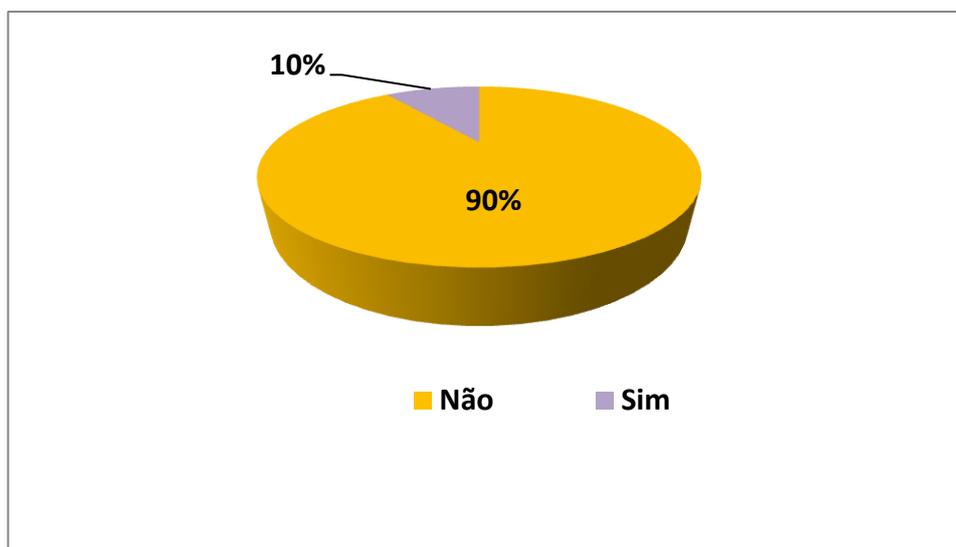


Figura 23- Melhorias no bairro em relação ao esgoto ao céu aberto.

Com apresentação destes dados dos questionários, nota-se que a maioria da população local, aceitaram a proposta do projeto, considerando o mesmo viável como benefício à comunidade.

Durante a aplicação do questionário, foi realizado contato via telefone e e-mail, com a empresa CAB Ambiental, sendo realizada visita formal com a devida autorização da empresa (ofício de autorização de acesso em anexo), neste primeiro momento foi apresentada a proposta.

Foi sugerido a CAB Ambiental (Companhia de Águas do Brasil) a construção de uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), para solucionar os problemas apresentados no bairro, a construção e utilização do sistema de tratamento feito pelo Biodigestor Anaeróbico Modelo RAFA - Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (figura 24).

Sendo também apresentado o modelo de questionário que estava sendo respondido pela população e projetos de locais que já utilizam o Biodigestor, e tem excelentes resultados, a exemplo, da SANEPAR do Paraná - PR.

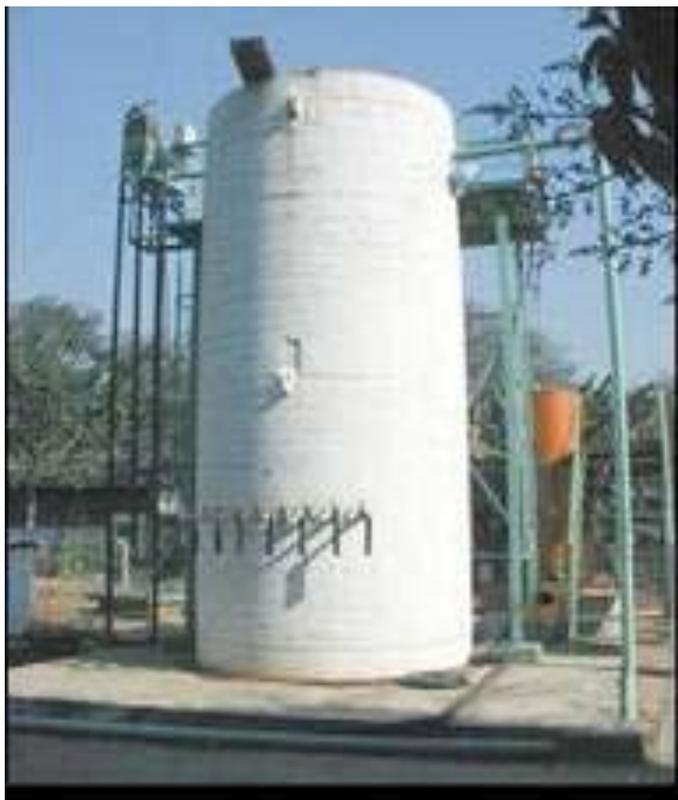


Figura 24: Biodigestor Anaeróbico Modelo RAFA.
Fonte: Pecora (2006).

Os pontos apresentados tiveram o intuito de convencer o Aceite da Proposta e direcionar a empresa com vistas às necessidades do bairro Jardim Fortaleza.

Também se sugeriu a CAB Ambiental que fizesse a canalização e o devido tratamento dos efluentes do esgoto doméstico do bairro, e com a liberação do biogás durante a decomposição controlada, a utilização do mesmo na produção de energia elétrica para a comunidade local.

A empresa CAB Ambiental, relatou que quanto à canalização e tratamento do esgoto, é viável o assunto, pois é dever da empresa fazer esse atendimento no bairro. A mesma relatou também que com a construção de uma ETE, a mesma pretende abranger também os bairros do entorno da região do Jardim Fortaleza que não dispõem da rede coletora de esgoto.

A direção da CAB informou que a Proposta é muito relevante, pois os bairros da região necessitam do devido tratamento, porém, informou que nada poderá fazer no momento para solucionar os problemas relatados, pois a empresa está elaborando um Plano Diretor que ficará pronto em fevereiro de 2013.

Com a conclusão desta etapa do trabalho, pretende-se levar uma cópia a organização de moradores do bairro e outra a CAB Ambiental, para que os principais interessados na solução do problema tenham um referencial da possibilidade, para cobrar a implantação do biodigestor no bairro Jardim Fortaleza ou proximidades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O esgoto do bairro Jardim Fortaleza é caótico desde sua criação pelo fato do bairro não possuir canalização de esgoto e tratamento.

A biodigestão é uma técnica viável para biodigestores de uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), pois ao fazer o tratamento biológico de efluentes, resolveria não, somente o problema de canalização do esgoto, como também o trataria, promovendo alguns produtos e benefícios como:

- a produção de biogás para geração de energia elétrica;
- economia com a geração de energia elétrica no bairro;
- a produção de biofertilizante (para utilização em hortas comunitárias);
- a preservação ambiental com a melhoria do saneamento básico;
- mitigação dos problemas de saúde; e
- preservação do solo e lençol freático.

Os moradores do bairro consideraram viável, de acordo com os resultados apresentados pela entrevista, a implantação do biodigestor, diante das necessidades de saneamento do bairro.

Conclui-se que, diante dos fatores citados acima pelos moradores em relação ao esgoto a céu aberto, os mesmos sentem a necessidade de que o esgoto seja canalizado e posteriormente tratado no biodigestor.

A parcela de moradores que não sabia o que é um biodigestor e seus objetivos ficaram ciente dos benefícios do mesmo, no decorrer do trabalho.

Pretende-se dar continuidade a essa proposta em outras etapas estudos, objetivando a salubridade ambiental, a saúde e bem estar da população em relação ao esgoto do bairro Jardim Fortaleza.

REFERÊNCIAS

ACURI, P.B. **Efeito da temperatura ambiental na produção e na qualidade do biogás em biodigestor modelo indiano da zona da mata de Minas Gerais.** Viçosa-MG: UFV, dissertação de mestrado, 1986.

ALMEIDA, Rogério Queiroz de *et al.* **Indicadores de riscos ambientais para os trabalhadores nos serviços de coleta e tratamento de esgoto domiciliar.** Cuiabá-MT: Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, 2007. Disponível em: <http://www.remea.furg.br/edicoes/vol18/art40v18a29.pdf> Acessado em: 10 jun 2012.

BENINCASA, M.; ORTOLANI; A. F.; LUCAS JUNIOR, J. **Biodigestores convencionais.** São Paulo: Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, 1990.

BORÉM, Aluizio; SANTOS, Fabrício Rodrigues dos Santos. **Entendendo a biotecnologia.** Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008.

BRASIL. **Atlas de saneamento.** Brasília: IBGE, 2004. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/index.html Acessado em: 19 mai 2012.

_____. **Esgoto doméstico: o pior problema ambiental brasileiro.** São Paulo: ECOTERRA BRASIL, 2004. Disponível em: <http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=ecoentrevistas&tipo=temas&cd=93> Acessado em: 20 mai 2012.

_____. **Manual de biodigestão.** Salvador-BA: Winrock International Brasil. Disponível em: http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual_biodigestor_winrock.pdf Acessado em: 20 mai 2012.

_____. **Medidas mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na geração termelétrica.** Brasília: Centro Nacional de Referência em Biomassa, 2000.

_____. **PNAD 2006: dados relativos a saneamento - Brasil e Grandes Regiões.** Brasília: Ministério das Cidades, 2006. Disponível em: <http://www2.cidades.gov.br/media/APRESENTAcaOPNAD2006saneamento.pdf> Acessado em: 20 mai 2012.

_____. **Tecnologia social: fossa séptica biodigestora, saúde e renda no campo.** Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2010. Disponível: <http://www.fbb.org.br/upload/biblioteca/documentos/1287755718234.pdf> Acessado em: 20 mai 2012.

COELHO, S.T. *et al.* **Instalação e testes de uma unidade de demonstração de geração de energia elétrica a partir de biogás de tratamento de esgoto.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004.

GASPAR, R.M.B.L. **Utilização de Biodigestor em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor**: um estudo de caso na região de Toledo-PR. Florianópolis-SC: Faculdade de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, dissertação (mestrado em engenharia de produção), 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do Trabalho Científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. São Paulo: Atlas, 2010.

LEAL, Luciana Nunes. **12% da população vive em área com esgoto a céu aberto**. São Paulo: Estadão, 2012. Disponível em: estadao.com.br 26 mai 2012.

LIMA, Urgel de Almeida *et al.* **Biotecnologia industrial**. São Paulo: Blucher, 2001.

MASCARÓ, Juan Luis. **Infraestrutura habitacional alternativa**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

NEVES, Vera Lucia Vitorelli. **Construção de biodigestor para produção de biogás a partir da fermentação de esterco bovino**. Araçatuba-SP: Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, 2010. Disponível em: <http://www.fatecaracatuba.edu.br/suporte/upload/Biblioteca/BIO%2017701020005.pdf> Acessado em: 20 mai 2012.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

PARIS, Camila Manhas. **Implantação de biodigestor e produção de biofertilizante**. Araçatuba-SP: Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, 2010. Disponível em: <http://www.fatecaracatuba.edu.br/suporte/upload/Biblioteca/BIO%2017701020009.pdf> Acessado em: 10 jun 2012.

PECORA, Vanessa. **Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP**. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, 2006. Disponível em: <http://cenbio.iee.usp.br/download/publicacoes/tesevan.pdf> Acessado em: 15 set 2012.

PRIMAVESI, O. **A pecuária de corte brasileira e o aquecimento global**. São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

SGANZERLA, Edílio. **Biodigestores**: uma solução. Porto Alegre. Agropecuária, 1983.

SPERLING, Marcos Von. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

TIAGO FILHO, G.L.; FERREIRA, E.F. **Agroenergia**: fundamentos sobre o uso da energia no meio rural. Campinas: Unicamp, 2004. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aEpifjR4HoYJ:www.dem.feis.une.sp.br/nuplen/downloads/dissertacoes/Analise%2520do%2520Aproveitamento%2520>

Energetico%2520do%2520Biogas%2520Produzido%2520numa%2520Estacao%2520de%2520Tratamento%2520de%2520Esgoto.pdf+TIAGO+FILHO,+G.L.%3B+FERR EIRA,+E.F.+Agroenergia:+Fundamentos+sobre+o+uso+da+energia+no+meio+rural. +Campinas:+Unicamp,+2004.&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=br Acessado em: 20 out 2012.

VILLELA, Iraídes Aparecida de Castro; SILVEIRA, José Luz. **Aspectos técnicos da produção de biogás em um laticínio**. São Paulo: Janus, Lorena, ano 2, nº 2, 2005.

ANEXO

QUESTIONÁRIO APLICADO

Questionário sobre a importância da canalização e tratamento biológico de efluentes do esgoto doméstico através da biodigestão, buscando o interesse da população do bairro Jardim Fortaleza, sobre este projeto. Este questionário servirá como apoio para reforçar e incentivar a CAB Ambiental (Companhia de Águas do Brasil) a solucionar ou melhorar o estado crítico em que se encontram as ruas do bairro sem o tratamento do esgoto.

1. Qual é o seu grau de instrução?

- Primeiro Grau Completo Segundo Grau Completo Superior Completo
 Primeiro Grau Incompleto Segundo Grau Incompleto Superior Incompleto
 Não estudou

2. Qual a sua idade? _____

3. Qual a sua profissão? _____

4. Há quanto tempo você reside neste bairro?

- 1 ano 1-5 anos 5-10 anos há mais de 10 anos

5. Essas águas que foram usadas nas residências, que comumente correm a céu aberto incomodam você?

- Sim Não

6. Dos impactos ambientais abaixo listados, quais você acha que podem ser causados pela exposição do esgoto a céu aberto?

- Degradação do solo, originando uma má estética da rua.
 Mau cheiro.
 Surgimento de doenças causadas por microorganismos (bactérias) por exemplo, e insetos, um exemplo é a dengue, transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*.
 Contaminação do lençol freático (contaminação de poços artesianos ou rios).

7. Você ou alguém da sua casa já teve alguma doença relacionada à água que escorre a céu aberto?

- Sim Não

Se **SIM**, qual doença adquirida? _____

8. O que mais te incomoda no esgoto?

09. Quais os tipos de fossa você conhece?

- Fossa Negra Fossa Séptica Fossa Séptica Biodigestora

10. A sua casa possui fossa?

- Sim Não

Se **SIM**, de que tipo? Fossa Negra Fossa Séptica

11. Você já teve problemas com a fossa de sua residência?

- Sim Não

Se **SIM**, qual problema? _____

12. A limpeza de sua fossa é feita com regularidade?

- 1-5 anos 5-10anos nunca foi feita a limpeza

13. O que você acha da idéia do bairro Jardim Fortaleza possuir uma rede coletora de esgoto, uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto)?

Muito Significante Pouco Significante

14. Você ou alguém de sua casa ou da comunidade já procuraram ajuda para resolver o problema de exposição do esgoto a céu aberto?

Sim Não

Se sim, ajuda de quem? _____

15. Você acha que é viável a construção de uma ETE no bairro Jardim Fortaleza?

Sim Não

16. A BIODIGESTÃO é um processo que utiliza esterco bovino fresco ou de outro animal como cabras e ovelhas para eliminar micróbios e bactérias dos dejetos e esta biodigestão converte matéria orgânica (proveniente das fezes) em energia. No esgoto doméstico encontramos as fezes expelidas pelo ser humano e durante a decomposição controlada é liberado um gás, chamado de BIOGÁS.

Esse biogás pode ser utilizado para a produção de energia (energia elétrica). Você concorda que a autora deste projeto Cirlene Rodrigues, juntamente com a população do bairro, poderiam sugerir a CAB Ambiental a implantação de um biodigestor e também o aproveitamento da energia gerada nas residências do bairro e dessa forma promover uma economia em relação a conta de energia elétrica da Rede Cemat?

Sim Não

17. Durante o período em que você reside neste bairro, você notou se houve melhorias em relação ao esgoto ao céu aberto?

Sim Não

Se **SIM**, qual melhoria? _____

OFÍCIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO A CAB AMBIENTAL



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MEC – SETEC
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ – BELA VISTA
GABINETE DA DIREÇÃO

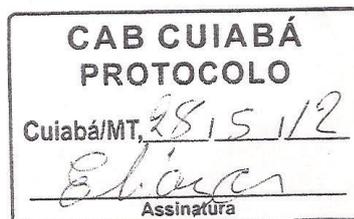
OFÍCIO Nº 01/2012/GD – IFMT Campus Cuiabá - Bela Vista

Cuiabá/MT, 28 de maio de 2012.

Ao Senhor
Supervisor – CAB

Assunto: Solicitação de Acesso

Prezado Senhor,



Solicitamos o acesso da discente CIRLENE ALVES RODRIGUES à empresa CAB. A discente encontra-se regularmente matriculada no curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, e como parte das atividades do trabalho de conclusão de curso é extremamente fundamental que a discente tenha acesso à empresa para o levantamento de seus dados.

Ressaltamos que este contato é de extrema importância para o processo de ensino-aprendizagem e para a conclusão das atividades acadêmicas da discente.

Solicitamos a disponibilidade da discente ser atendida, no dia 01/06 às 13:00 hs.

Certos de contarmos com a vossa atenção e colaboração, desde já agradecemos e reiteramos votos de estima e apreço.

Atenciosamente,

Prof. Ms. REINALDO DE SOUZA BÍLIO
Coordenador do Curso de Gestão Ambiental
IFMT Campus Cuiabá – Bela Vista
Portaria n.362, de 28/03/2012