

Trabalho de Formatura
Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO
SANITÁRIO TANQUE SÉPTICO, FILTRO BIOLÓGICO, BIODIGESTOR
E BANHEIRO SECO EM COMUNIDADES DESPROVIDAS DE SERVIÇO
DE SANEAMENTO BÁSICO.

Juliana Porto Sampaio

Prof^a. Dr^a. Vania Silvia Rosolen

Rio Claro
2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

JULIANA PORTO SAMPAIO

AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE
ESGOTO SANITÁRIO TANQUE SÉPTICO, FILTRO BIOLÓGICO,
BIODIGESTOR E BANHEIRO SECO EM COMUNIDADES
DESPROVIDAS DE SERVIÇO DE SANEAMENTO BÁSICO.

Trabalho de Formatura apresentado
ao Instituto de Geociências e
Ciências Exatas - Câmpus de Rio
Claro, da Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho,
para obtenção do grau de
Engenheira Ambiental.

Rio Claro - SP
2016

628.2 Sampaio, Juliana Porto
S192a Avaliação das tecnologias de tratamento de esgoto
sanitário tanque séptico, filtro biológico, biodigestor e
banheiro seco em comunidades desprovidas de serviço de
saneamento básico / Juliana Porto Sampaio. - Rio Claro, 2016
117 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Engenharia ambiental) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas

Orientadora: Vania Silvia Rosolen

1. Esgotos. 2. Alternativas. 3. Comunidades carentes. I.
Título.

Juliana Porto Sampaio

**AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE
ESGOTO SANITÁRIO TANQUE SÉPTICO, FILTRO
BIOLÓGICO, BIODIGESTOR E BANHEIRO SECO EM
COMUNIDADES DESPROVIDAS DE SERVIÇO DE
SANEAMENTO BÁSICO.**

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Engenheira Ambiental.

Comissão Examinadora

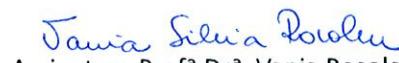
Prof^ª. Dr^ª. Vania Rosolen (orientadora)

Prof^º. Dr^º. Marcus César Avezum Alvez de Castro

Prof^º. Guilherme Franceschini

Rio Claro, 24 de novembro de 2016.


Assinatura Juliana Sampaio


Assinatura Prof^ª Dr^ª Vania Rosolen

RESUMO

A qualidade de vida dos moradores de comunidades carentes é altamente afetada pela prevalência de doenças relacionadas a falta de saneamento básico, de acordo com o Departamento de Saneamento da Escola Nacional de Saúde Pública-ENSP (2001) ao se fazer intervenção sanitária em uma região haverá a redução de 21% dos índices de mortalidade infantil, indicando que o investimento público em saneamento reduz a sobrecarga do sistema de saúde. O presente estudo pretende, embasado na literatura, estudar diferentes tratamentos e disposições de esgoto para a aplicação em 7 comunidades carentes da área metropolitana de São Paulo, avaliando a eficiência do tratamento, o custo de implantação e características das comunidades. As tecnologias são filtro biológico, tanque séptico, banheiro seco e biodigestor.

Palavras chave: Esgoto Sanitário. Alternativas. Comunidades Carentes. Tanque Séptico. Filtro Anaeróbio. Biodigestor. Banheiro Seco.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Silvia, Afonso e Paula.

A paciência ilimitada da minha irmã Renata.

A calma do Arthur.

A minha tia Rê pelos momentos de lucidez e carinho.

A Lucilla e ao Gabriel por me ajudarem a ser quem eu sou e a Mariana, Thaís, Cindy, Priscilla, Lucas e Rodrigo por me proporcionarem um lar.

A todos os envolvidos do TETO e todas famílias que aqui estão por entre números.

Aos professores que me ajudaram a chegar onde estou.

A professora Vania pelo crédito e paciência.

E a todos meus privilégios que permitiram minha permanência na faculdade.

Dedico este trabalho às famílias da Quaresma Delgado que ao me contarem suas histórias mudaram a minha.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	8
1.1 Saneamento Básico e Saúde.....	8
1.2 Saneamento Básico e Meio ambiente.....	11
1.3 Tratamento de Esgoto Sanitário.....	11
1.4 Direito ao Saneamento.....	14
1.5 Desigualdade Econômica	16
1.6 Alternativas de Tratamento de Esgoto.....	18
1.6.1 Tanque séptico.....	18
1.6.2 Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente.....	20
1.6.3 Biodigestor.....	21
1.6.4 Banheiro Seco.....	24
2. Objetivo e Justificativa.....	26
3. Materiais e métodos.....	26
3.1 TETO.....	26
3.2 Comunidades.....	28
3.2.1 Grilo.....	30
3.2.2 Vila Moraes e Vila Medeiros.....	34
3.2.3 Fazendinha.....	37
4. Resultados.....	38
4.1 Grilo.....	38
4.1.1 Tanque séptico.....	38
4.1.1.1 Dimensionamento.....	38
4.1.1.2 Orçamento.....	44
4.1.1.3 Tempo de Construção.....	46
4.1.2 Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente.....	46
4.1.2.1 Dimensionamento.....	46
4.1.2.2 Orçamento	46
4.1.2.3 Tempo de Construção.....	50
4.1.3 Biodigestor.....	50
4.1.3.1 Dimensionamento.....	50

4.1.3.2	Orçamento.....	53
4.1.3.3	Tempo de Construção.....	56
4.1.4	Banheiro Seco.....	56
4.1.4.1	Dimensionamento.....	56
4.1.4.2	Orçamento.....	61
4.1.4.3	Tempo de Construção.....	62
4.2	Vila Moraes e Vila Medeiros.....	62
4.2.1	Tanque séptico.....	62
4.2.1.1	Dimensionamento.....	62
4.2.1.2	Orçamento.....	71
4.2.1.3	Tempo de Construção.....	79
4.2.2	Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente.....	80
4.2.2.1	Dimensionamento.....	80
4.2.2.2	Orçamento.....	81
4.2.2.3	Tempo de Construção.....	82
4.2.3	Biodigestor.....	82
4.2.3.1	Dimensionamento.....	82
4.2.3.2	Orçamento.....	84
4.2.3.3	Tempo de Construção.....	86
4.2.4	Banheiro Seco.....	86
4.2.4.1	Dimensionamento.....	86
4.2.4.2	Orçamento.....	89
4.2.4.3	Tempo de Construção.....	91
5.	Discussão.....	91
5.1	Comunidade Grilo.....	91
5.1.1	Tanque Séptico.....	92
5.1.2	Filtro com fluxo ascendente.....	94
5.1.3	Biodigestor.....	95
5.1.4	Banheiro Seco.....	97
5.2	Comunidade Vila Moraes e Vila Medeiros.....	99
5.2.1	Tanque Séptico.....	99
5.2.2	Filtro com fluxo ascendente.....	101

5.2.3 Biodigestor.....	101
5.2.4 Banheiro Seco.....	102
5.3 Participação das comunidades.....	103
6. Conclusão.....	104
Referências.....	106
Anexos.....	112

1. INTRODUÇÃO

Saneamento básico conforme a lei nº. 11.445 de 2007 são os serviços e infra estruturas que tornam possível o abastecimento de água potável, a coleta e tratamento do esgotamento sanitário, a coleta e destinação de resíduos sólidos domésticos e urbanos e a drenagem e gestão das águas pluviais.

O foco deste estudo está no esgotamento doméstico, em sua coleta e em seu tratamento. O esgoto doméstico conforme a NBR 7229 são águas residuárias de uso comum como atividade higiênica e limpeza, não incluindo águas residuárias industriais que fazem parte do esgotamento sanitário.

1.1 Saneamento e Saúde

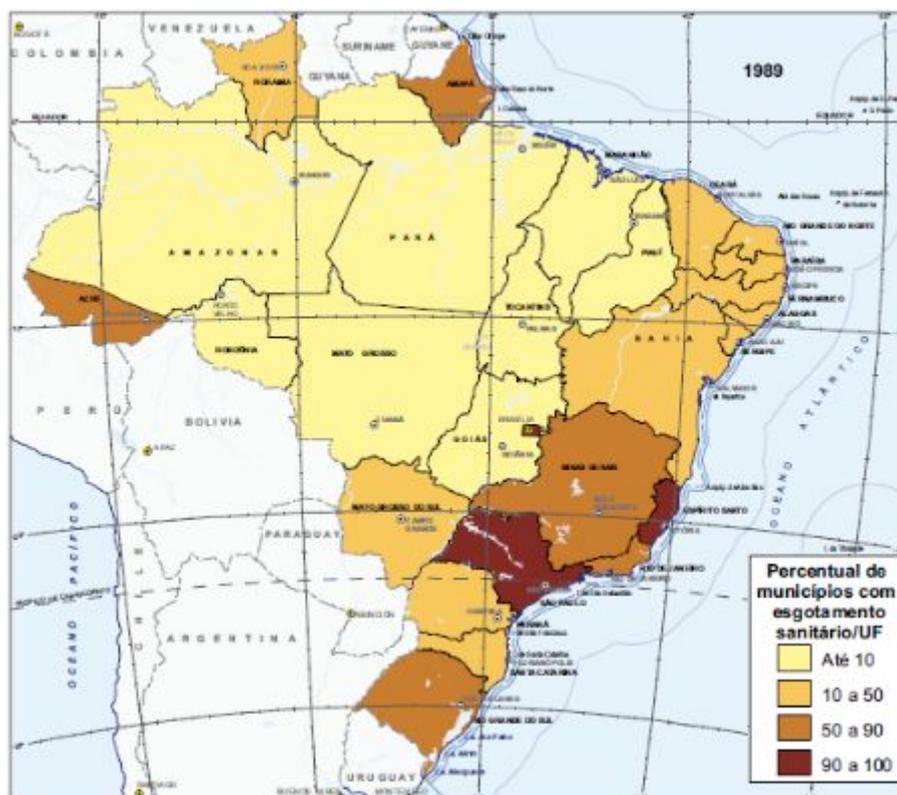
Os serviços de saneamento são essenciais para a manutenção da saúde da população, para minimizar as consequências da pobreza e para a proteção do meio ambiente (GUILHERMINO e TEIXEIRA, 2003). Segundo Briscoe (1987) o abastecimento de água e o esgotamento sanitário a longo prazo têm efeitos substancialmente superiores na saúde da população comparando com intervenções médicas.

O Departamento de Saneamento da Escola Nacional de Saúde Pública-ENSP (2001) afirma que ao se fazer intervenção sanitária em uma região haverá a redução de 21% dos índices de mortalidade infantil sinalizando que o investimento público em saneamento reduz a sobrecarga do sistema de saúde. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2014), órgão das Nações Unidas, “para cada dólar investido em água e saneamento, são economizados 4,3 dólares em custos de saúde”.

Segundo o Atlas de Saneamento do IBGE (2011) certas doenças estão conectadas com a falta de saneamento ambiental, sendo elas: diarreias, febres entéricas, hepatite 1, dengue, febre amarela, leishmanioses, filariose linfática, malária, doença de chagas, esquistossomose, leptospirose, tracoma, conjuntivites, micoses superficiais, helmintíases e teníases. O índice de ocorrência dessas doenças diminuem conforme a qualidade e a ampliação dos serviços de saneamento incluindo coleta e o tratamento de esgoto (IBGE, 2011).

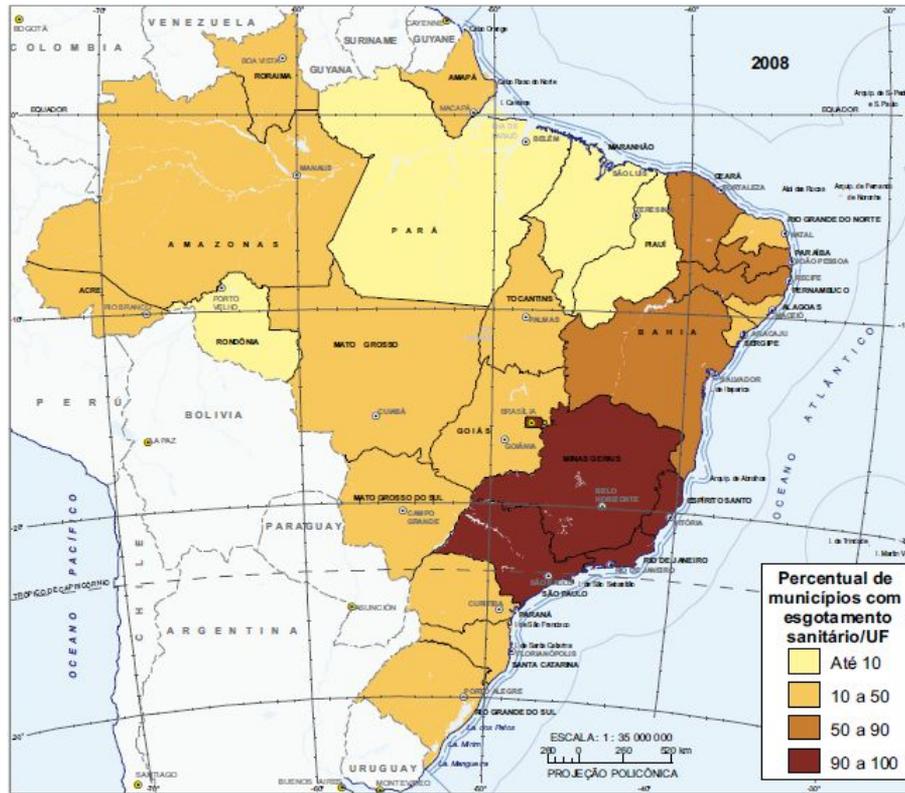
Os mapas 1.1 e 1.2 mostram a expansão das redes coletoras de esgoto nos municípios de São Paulo, do ano de 1989 para o ano de 2008. O gráfico 1.1 indica a diminuição das internações hospitalares pelas doenças relacionadas a falta de saneamento de 1993 até 2008.

Mapa 1.1 - Municípios com presença de rede coletora de esgoto 1989.



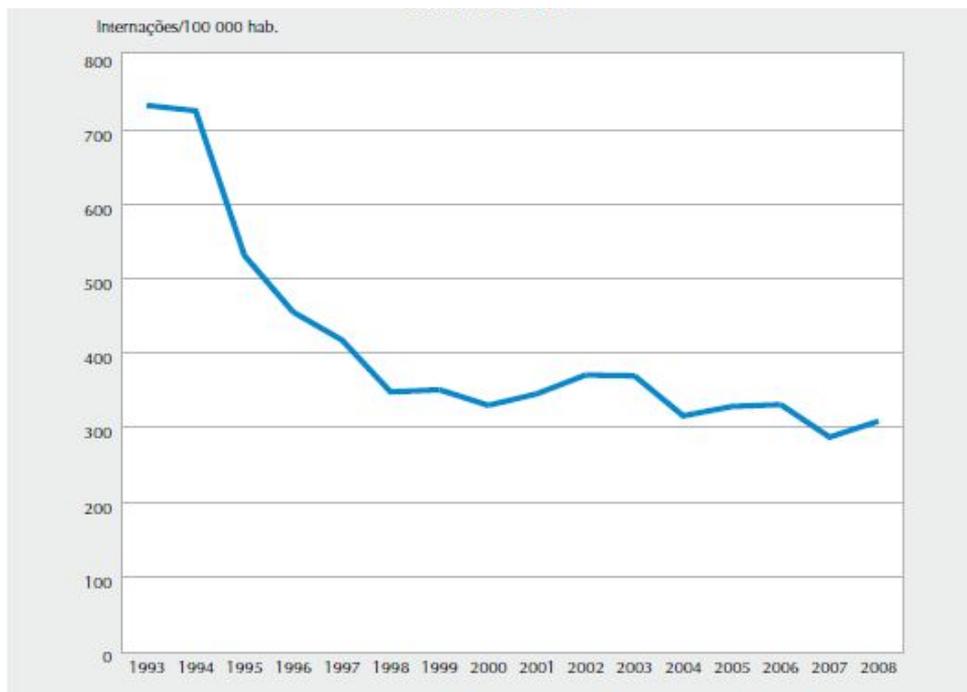
Fonte: Atlas de Saneamento IBGE 2011

Mapa 1.2 - Municípios com presença de rede coletora de esgoto 2008



Fonte: Atlas de Saneamento IBGE 2011

Gráfico 1.1 - Internações hospitalares por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil - 1993- 2008.



Fonte : Atlas de Saneamento IBGE 2011

Com os mapas 1.1 e 1.2 é possível observar a expansão na coleta de esgoto e com o gráfico 1.1 correlacionar essa expansão com a diminuição das internações hospitalares relacionadas com a falta de saneamento. Reiterando que a falta de saneamento é a causa da contaminação da população por inúmeras doenças.

1.2 Saneamento Básico e Meio ambiente

O tratamento do esgoto sanitário engloba a preservação ambiental uma vez que diminui os impactos ambientais que o descarte sem tratamento causa (UNICAMP, 2005).

A inviabilização da vida aquática, o prejuízo de espécies animais e plantas conectadas com o sistema aquático, a deterioração dos corpos d'água são consequências do despejo e o tratamento não adequado do esgoto sanitário (PIMENTEL e CORDEIRO NETTO, 1998; TCHOBANOGLIOUS e SCHOROENDER, 1985).

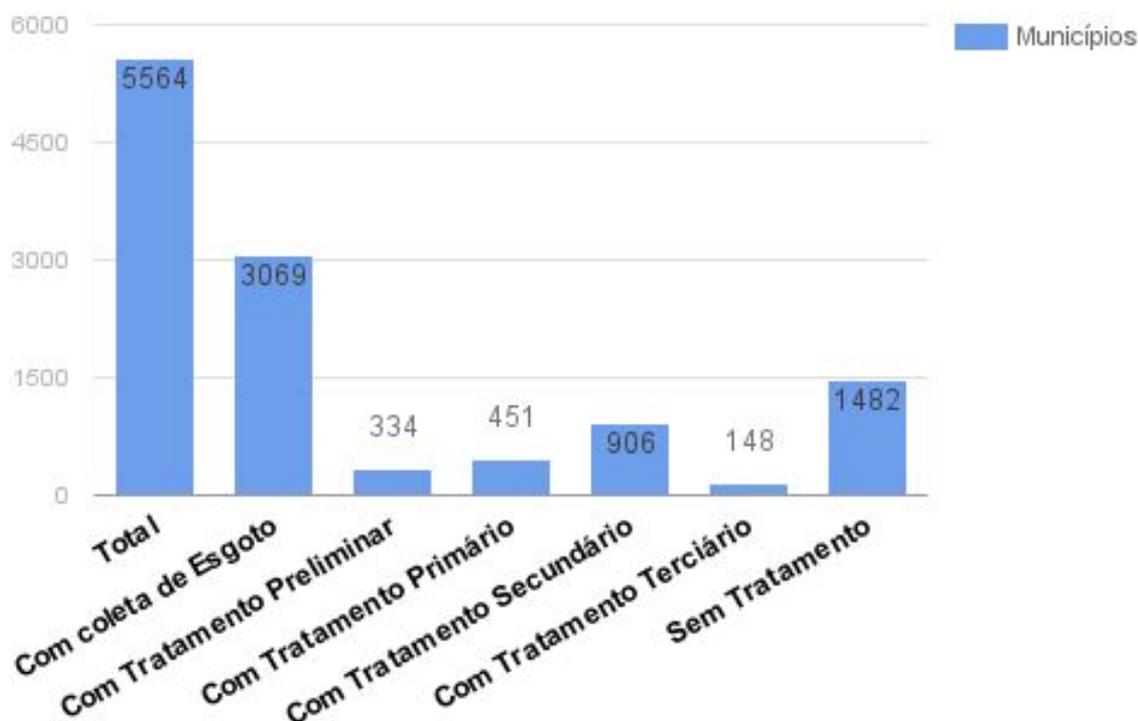
A matéria orgânica despejada em um corpo d'água resulta na diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, o escurecimento da água e a formação de espumas em locais de turbulência (pela presença de detergentes), esses processos podem levar a eutrofização do meio aquático (UNICAMP, 2005). Ou seja, o saneamento básico adequado gera diversos ganhos ambientais (SOARES et al., 2002).

1.3 Tratamento de Esgoto Sanitário

O tratamento de esgoto é classificado em nível de eficiência, podendo ser preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento preliminar é um processo mecânico que consiste em uma barreira física que retira sólidos grosseiros e areias presentes no esgoto afluente. O tratamento primário é um processo físico que consiste na retenção do esgoto em ambientes propícios para a sedimentação de partículas suspensas. O secundário é um processo biológico que destina-se a degradação biológica por meio de microorganismos aeróbios e/ou anaeróbios e finalmente o tratamento terciário é um processo químico que consiste na desinfecção de organismos patogênicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009)

O gráfico 1.2 apresenta um panorama brasileiro do nível de eficiência do tratamento do esgoto sanitário por município (considera-se o município em que pelo menos parte de um distrito tem tratamento do esgoto coletado).

Gráfico 1.2 - Nível de Eficiência do tratamento de Esgoto Sanitário por município.



Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - IBGE 2008.

O nível de eficiência de um tratamento de esgoto sanitário pode ser alcançado com diferentes tecnologias convencionais e não convencionais. De acordo com Faedo (2010) as tecnologias convencionais são: tanque séptico, fossa séptica, filtro anaeróbio, lagoa anaeróbia, reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), filtro percolador, valos de oxidação, terras alagadas ou wetlands e lodo ativado. Reator anaeróbio com suporte de poliuretano, filtro biológico com suporte de plástico, reatores anaeróbios com suporte de bambu, utilização de enraizadas no tratamento de efluentes são algumas das tecnologias que fazem parte da gama de tecnologias não convencionais.

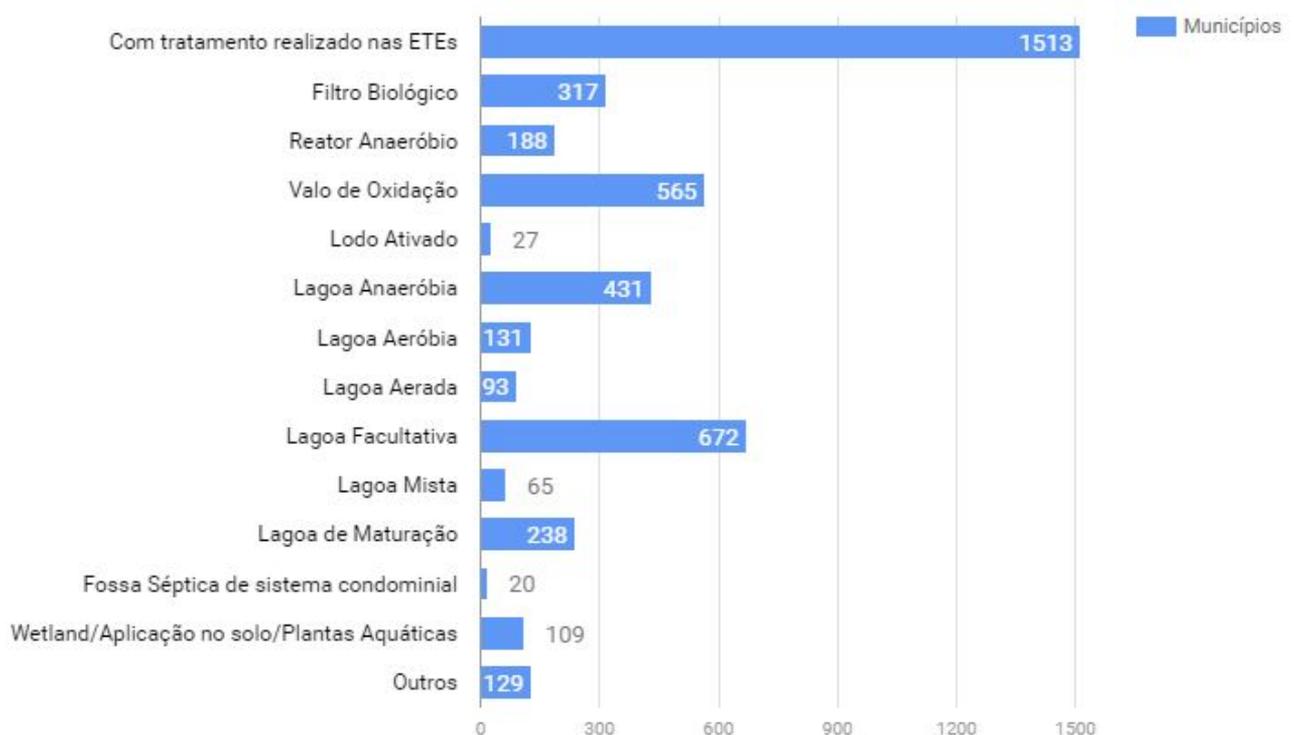
As formas de tratamento de esgoto são escolhidas principalmente conforme o nível de eficiência que se deva alcançar (se a qualidade final do efluente é compatível

com a classe do rio receptor), o investimento financeiro, a área para construção, a complexidade da construção e operação e as condições ambientais relativas à localização da unidade de tratamento e a disponibilidade dos insumos externos necessários (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

O local no qual as tecnologias estão instaladas pode ser chamado de Estação de Tratamento de Esgoto, que conforme a NBR 12209 são “Conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento.”

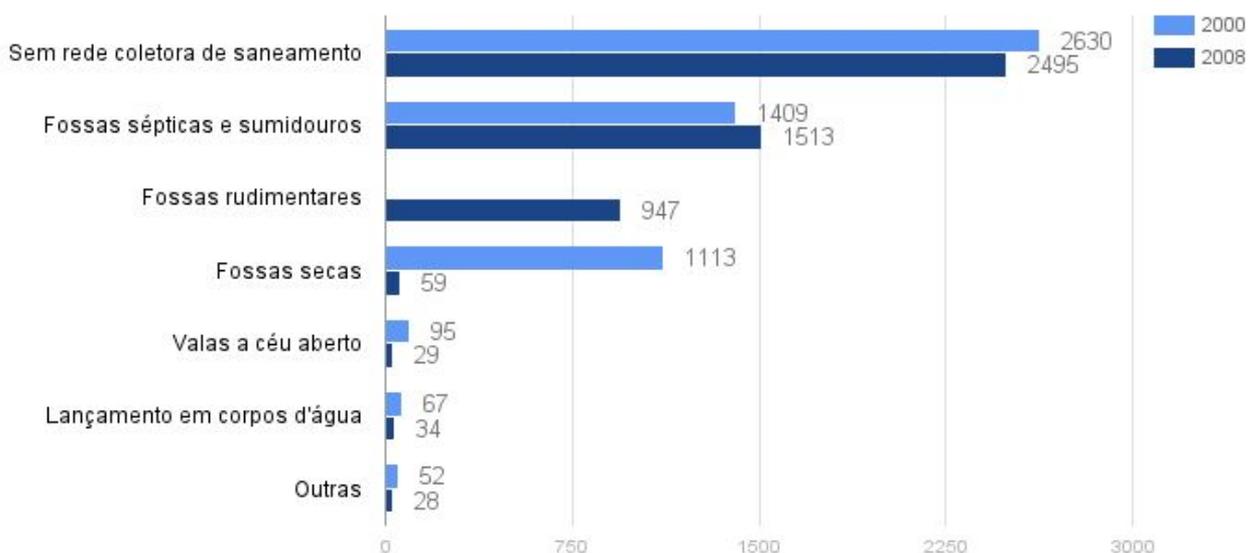
O gráfico 1.3 apresenta tecnologias aplicadas em Estações de Tratamento de Esgoto em municípios brasileiros que possuem coleta de esgoto. O gráfico 1.4 apresenta tecnologias de saneamento aplicadas nos municípios sem coleta de esgoto.

Gráfico 1.3 - Tecnologias aplicadas dentro das Estações de Tratamento de Esgoto de cada Município.



Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - IBGE 2008.

Gráfico 1.4 - Levantamento das tecnologias aplicadas em municípios sem coleta do esgoto.



Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - IBGE 2008.

O total de municípios (IBGE, 2008) é de 5.564, o gráfico 1.3 apresenta o dado que somente 1.513 dos municípios têm estações de tratamento e que estas possuem diferentes tecnologias. Entretanto fora das estações de tratamento não há tecnologia de tratamento ou estas são rudimentares, o que está apresentado pelos gráfico 1.4.

1.4 Direito ao Saneamento

Na Constituição Federal Brasileira vários artigos tratam do saneamento ambiental como direito social. No artigo 225 se assegura a preservação ambiental:

Art. 225: todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O que assegura o saneamento básico pois sua falta causa danos ambientais que violam o direito à água potável e a preservação ambiental das próximas gerações (TRATA BRASIL, 2015).

No artigo 196 o direito à saúde:

Art. 196. A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação.

Este parágrafo assegura a saúde da população e para tal se faz necessário a garantia dos serviços de saneamento de qualidade (TRATA BRASIL, 2015).

No artigo 21 a União é competente de “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos”, em 2007 a lei nº 11.445 foi criada e com ela foram definidas e estabelecidas as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico. A legislação federal prevê a universalização dos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto, outrossim estabelece as competências de cada setor.

O Governo Federal fica incumbido de estabelecer diretrizes gerais e apoiar programas nacionais, os Estados ficam incumbidos de operar e manter os sistemas de saneamento além de estabelecer os repasses financeiros dentro do estado e as Prefeituras ficam incumbidas dos serviços de saneamento básico de forma direta ou indireta (via concessão à outras empresas) e incumbidas da elaboração do Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) que contêm as tarifas cobradas em relação ao saneamento. Sem o Plano Municipal de Saneamento básico não há o repasse da verba do estado (PORTAL BRASIL, 2012).

Apesar de ser um direito assegurado na Constituição muitos brasileiros não têm acesso aos direitos básicos como moradia, saneamento e alimentação, de acordo com dados da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - CEPAL.

1.5 Desigualdade Econômica

O Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil é de 5.904 bilhões de reais e portanto a renda per capita é 28.876 reais (IBGE 2015). Entretanto conforme o índice de Gini, que mede a desigualdade social, o Brasil tem um coeficiente de 0,59 (CEPAL, 2012) (sendo 1 a completa igualdade e 0 a completa desigualdade financeira do país) o que evidencia a desigualdade na distribuição de renda brasileira.

De acordo com o trabalho de Osorio et al. (2011) a renda familiar está vinculada ao acesso ao saneamento (tabela 1.1). Portanto como o Brasil é desigual na distribuição de renda é simultaneamente desigual no saneamento básico.

Tabela 1.1 - Relação Renda com Saneamento Básico em Porcentagem.

	Extremamente pobres ¹	Pobres ²	Vulneráveis ³	Não Pobres ⁴
Coleta de lixo	62,7	70,7	86,2	94,3
Água de rede geral	65,1	69,4	97,7	89,6
Acesso a banheiro	80,4	87,6	96,1	98,9
Esgotamento para rede ou fossa Séptica	39,5	45	65,2	82,6

Fonte: Perfil da Pobreza no Brasil e sua Evolução no período 2004/2009, 2009.

Em 2013, 18,5% da população brasileira não tinha acesso a água tratada, 51,4% não tinha coleta de esgoto e somente 32% do esgoto no Brasil é tratado (TRATA BRASIL, 2016).

¹ Famílias com renda menor que R\$ 67,00 per capita.

² Famílias com renda maior ou igual a R\$ 67 e menor que R\$ 134,00 per capita.

³ Famílias com renda maior ou igual a R\$ 134,00 e menor que R\$ 465,00 per capita.

⁴ Famílias com renda maior ou igual a R\$ 465,00 per capita.

Regiões pobres e periferias de grandes cidades são as mais críticas em coleta de esgoto, taxas e custos de internação por diarreias (KRONENBERGER e JÚNIOR , 2010).

Essas regiões também denominadas aglomerados subnormais são moradia à 11.425.644 de brasileiros. De acordo com o censo IBGE (2010), a maioria desses aglomerados se localizam na região Sudeste (62,4%), especificamente na região Metropolitana São Paulo. Estimativas feitas pelo IBGE para o ano de 2015 afirmaram que 14,5% da população Metropolitana de São Paulo vive em aglomerados subnormais o equivalente à 2.578.711 de habitantes.

Segundo a pesquisa de “Saneamento Básico em Áreas Irregulares do Estado de São Paulo” (2015), somente 8,2% dos assentamentos tem acesso a rede de esgoto, aliado à isso em um levantamento em 3 comunidades de São Paulo 85,13% dos moradores afirmaram despejar o esgoto à céu aberto, 92,56% afirmaram a presença de mosquitos 83,46% reclamam do odor e 88,18% afirmam ter poluição no córrego e rio.

Nesses assentamentos irregulares sem acesso ao saneamento básico são frequentes formas alternativas de saneamento como a reserva de água em baldes e poços, o despejo do esgoto à céu aberto e o acúmulo de resíduos, o que contribui para a vulnerabilidade social e susceptibilidade dessa população a problemas de saúde, assim como contaminação do meio ambiente (TRATA BRASIL, 2015).

Da mesma forma nessas áreas há ligações clandestinas com a rede de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário o que resulta em vários problemas como:

Risco de saúde ocasionada por eventual contaminação da água nos locais onde são feitas as ligações clandestinas devido a irregularidade e intermitências no abastecimento; risco ao meio ambiente ao meio ambiente de escassez hídrica, decorrentes de consumo não autorizado e desperdícios; [...] Perdas físicas de água resultantes de derivações e ligações não autorizadas e realizadas sem padrão de engenharia e materiais adequados, por meio de vazamentos; Os furos e vazamentos nas redes oficiais ou mesmo nas mangueiras que levam a água às casas dessas áreas podem causar diminuição de pressão e da vazão da rede

oficial fazendo com que moradores de bairros mais altos ou mais distantes fiquem sem água. (TRATA BRASIL, 2015)

1.6 Alternativas de Tratamento de Esgoto

No Brasil a desigualdade na universalização da rede de abastecimento de água, coleta de esgoto e de manejo de resíduos sólidos constitui o grande desafio posto ao Estado e à sociedade em geral (TRATA BRASIL, 2011). A oferta de saneamento básico é um direito constitucional e essencial para a qualidade de vida, sua ausência causa danos aos recursos hídricos e traz riscos à saúde humana (AMATUZI, BOTEGA e CELANTE, 2013).

Em decorrência da indispensabilidade do saneamento básico efetivo em áreas não englobadas por rede coletora e por um sistema de tratamento de esgoto tornou-se imperativo opções coerentes para essas áreas (NBR 13969, 1997).

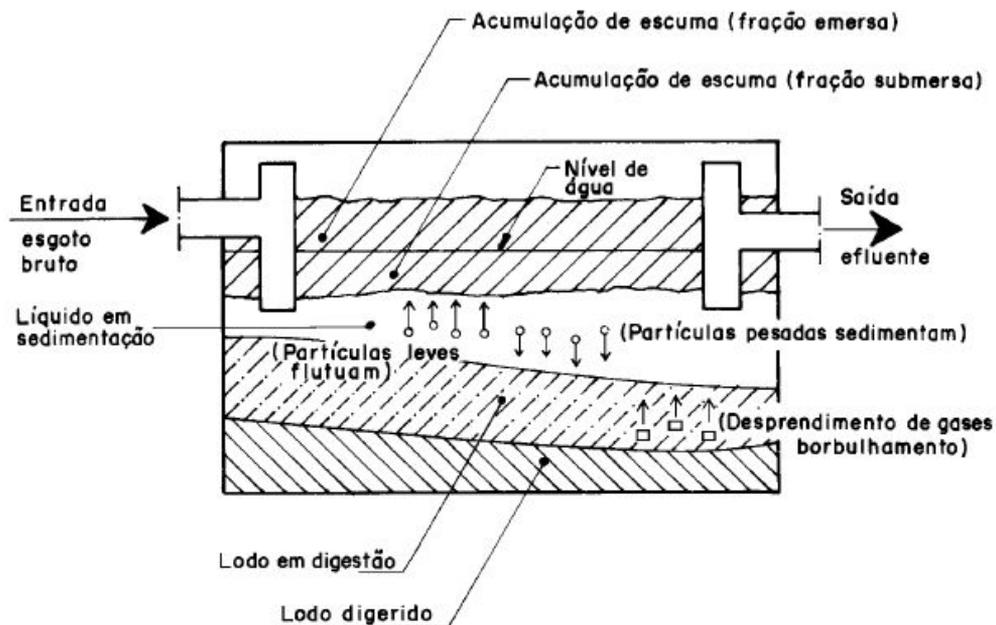
Tecnologias de baixo custo de unidades familiares como biodigestor EMBRAPA e banheiro seco com armazenamento local foram consideradas, entretanto não são viáveis devido ao alto adensamento das comunidades.

A seguir serão apresentados as tecnologias de tratamento que foram dimensionadas.

1.6.1 Tanque séptico

A tecnologia consiste em um tanque (figura 1.1) no qual é despejado o efluente doméstico. Nesse tanque há a decantação de partículas sólidas maiores que formam o lodo no fundo do tanque e a decomposição das partículas pelas bactérias anaeróbias e aeróbias (NBR 7229, 1993).

Figura 1.1 - Funcionamento de um Tanque Séptico.



Fonte: NBR 7229, 1993.

De acordo com a NBR 7229 o tanque séptico é usado no tratamento primário de efluentes de esgoto doméstico, nele ocorrem os processos de sedimentação, digestão anaeróbia e aeróbia e flotação.

A legislação não permite a construção do tanque séptico em área de infiltração e estabelece as distâncias horizontais mínimas:

- 1,50 m de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água;
 - 3,0 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
 - 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.
- (NBR 7229, 1993).

Seu dimensionamento (NBR 7229) é calculado pela fórmula seguinte que indica o volume útil total em litros do tanque séptico (V):

$$V = 1000 + N (CT + K Lf)$$

Na qual:

N é o número de pessoas ou unidades de contribuição;

C contribuição de despejos em litro/(pessoa ou unidade) x dia;

T é o período de detenção em dias;

K é a taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco.

Lf contribuição de lodo fresco, em litro/(pessoa ou unidade) x dia.

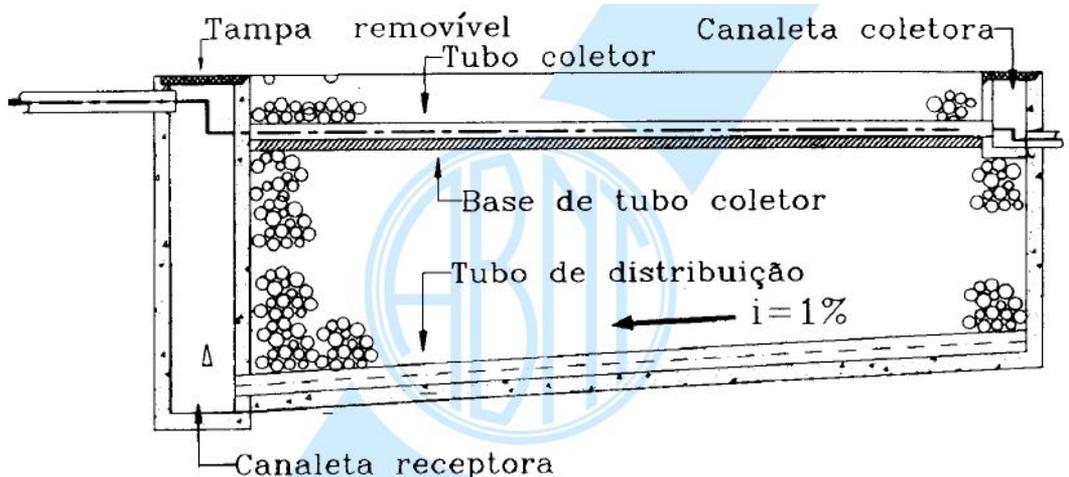
A eficiência do tanque na remoção da DQO é de 40 à 70% e a remoção de sólidos suspensos tem eficiência entre 20 à 90% (ÁVILA, 2005).

Em estudos de caso o tanque séptico já foi instalado com sucesso em diferentes locais, como em Panambi (ADAMS, 2012).

1.6.2 Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente

De acordo com a NBR 13969 (1997,p. 3), o filtro anaeróbio com fluxo ascendente é um “Reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submersos[...]” (Figura 1.2).

Figura 1.2 - Filtro Anaeróbio tipo Retangular.



Fonte: NBR 13969, 1997.

O meio filtrante submerso é composto por material inerte que serve como material suporte para decomposição de matéria orgânica pelos microorganismos anaeróbios e também como retentor de sólidos (NBR 13969, 1997). Este material normalmente é composto pela brita nº 4 mas pode ser usado outros materiais como bambu, anéis de plástico e escória de alto forno (ÁVILA, 2005). Seu dimensionamento pela NBR 13969 é feita pelas seguintes equações:

O volume útil do leito filtrante (V_u), em litros:

$$V_u = 1,6 NCT$$

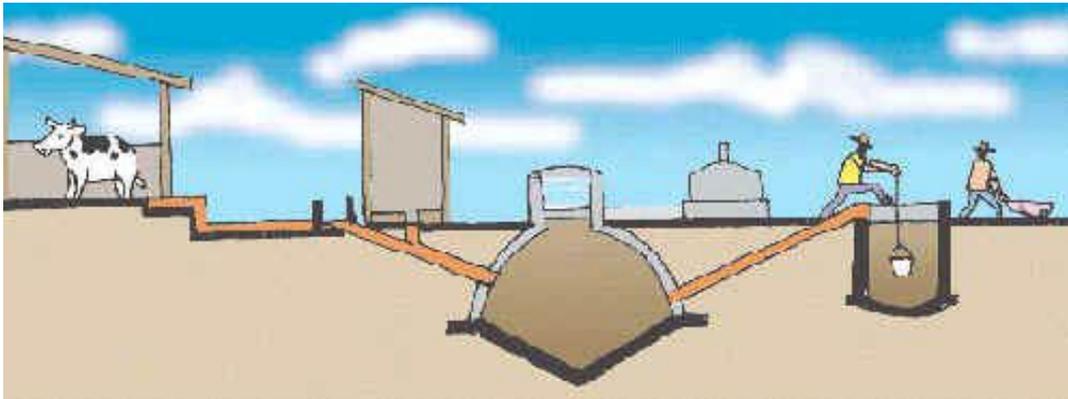
Sendo: N é o número de contribuintes;
 C é a contribuição de despejos, em litros x habitantes/dia;
 T é o tempo de detenção hidráulica, em dias.

A eficiência do filtro anaeróbio é de 40 à 70% de diminuição de DQO e 70% ou mais em sólidos sedimentáveis (NBR 13969, 1997). A instalação do filtro foi possível em comunidades de baixa renda do Pará, no caso de Junior e Neto (2011) a instalação do filtro foi concomitante com o tanque séptico e sumidouro.

1.6.3 Biodigestor

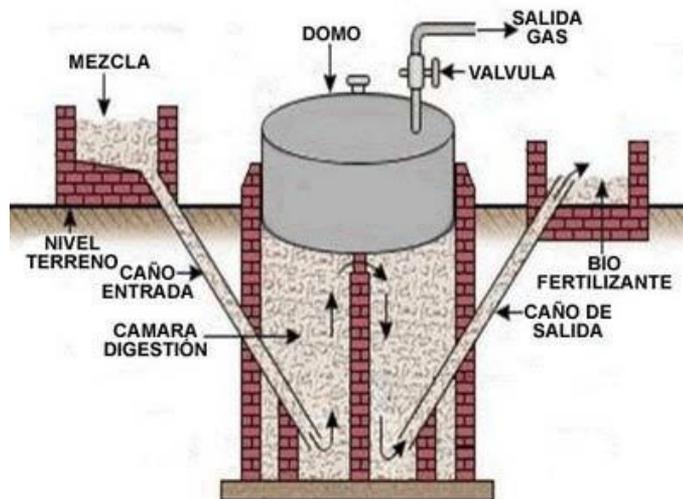
De acordo com Perminio (2013) os biodigestores são compostos por um tanque que comporta a biomassa e permite sua biodigestão e um gasômetro que armazena o biogás formado no tanque. O abastecimento da biomassa pode ser intermitente ou contínuo, sendo que no caso intermitente a biomassa fica retida até sua completa digestão e no caso contínuo a saída é proporcional a entrada (PERMINIO, 2013). Os biodigestores mais conhecidos são o Chinês (figura 1.3), o Indiano (figura 1.4) e o Canadense (figura 1.5). Neste trabalho também usamos o tanque séptico adaptado para biodigestor (figura 1.6) de Modjinou (2014).

Figura 1.3 - Esquema Biodigestor Modelo Chinês.



Fonte: PERMINIO , 2013.

Figura 1.4 - Esquema Biodigestor Modelo Indiano.



Fonte: PERMINIO , 2013.

Figura 1.5 - Esquema Biodigestor Modelo Canadense.



Fonte: TORRES, PEDROSA e MOURA, 2012.

Figura 1.6 - Esquema de Tanque Séptico Adaptado para Biodigestor.



Fonte: MODJINO, 2014.

O biodigestor é o local onde ocorre a fermentação da biomassa, o que precisa ocorrer em um reservatório vedado, portanto em um ambiente anaeróbio. Este processo pode ser dividido em três estágios distintos, o primeiro estágio envolve bactérias fermentativas, o segundo estágio bactérias acetogênicas e o terceiro dois grupos distintos de bactérias metanogênicas. Os resultados da biodegradação são o biogás e o biofertilizante (TORRES, PEDROSA e MOURA, 2012).

Baseando-se em Modjinou (2014) o volume total do biodigestor (V) é calculado por :

$$V = V_s + V_b$$

$$V_s = n \times k \times Q$$

$$V_b = 1/2 \times k \times n \times Tdh \times Qf$$

Sendo: V_b é o volume do tanque anaeróbio (metros³);
 V_s é o volume do reator (metros³);

N é o número de pessoas ou unidades de contribuição (per capita);

K é o coeficiente de simultaneidade (sem unidade);

Q é o efluente por dia (litros/(per capita x dia));

Qf é o volume de descarga fresca (litros/(per capita x dia));

Tdh é o tempo de detenção hidráulico (dia);

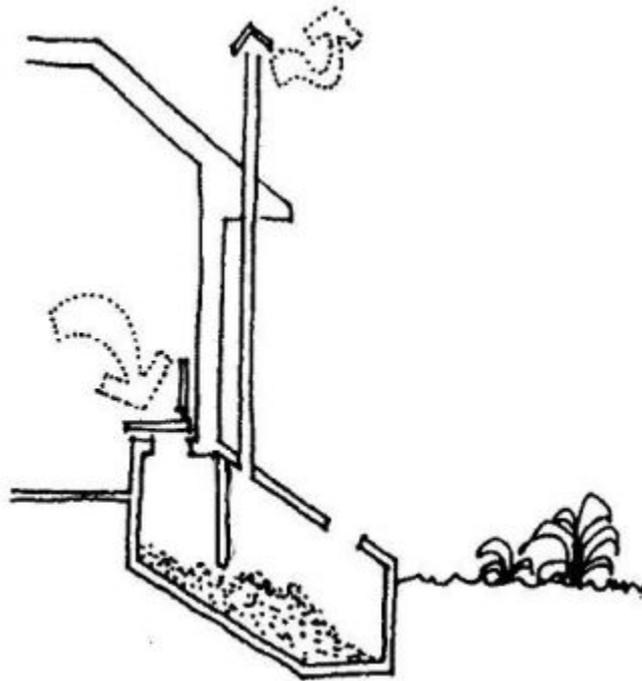
Para calcular os volumes V, Vs e Vb serão necessários dados sobre degradação do esgoto doméstico, produção de gás, temperatura média, entre outros, que serão mostrados no capítulo 4.

Em estudos de caso a instalação do biodigestor foi viável, como exemplo no caso de Prado et al. (2012), Perminio (2013) sem a coleta do biogás, Lermotov e Gomes, Herrero (2008) e Modjinou (2014).

1.6.4 Banheiro Seco

O banheiro seco consiste de duas unidades básicas: um local para sentar e outro para armazenar as excretas (ALMEIDA, LEITE e SILVA, 2010) sendo que o local de armazenamento das excretas pode ser fixo (figura 1.7) ou móvel.

Figura 1.7 - Croqui esquemático de um Banheiro Seco.



Fonte : Almeida, Leite e Silva, 2010

Os resíduos humanos, ao invés de serem despejados nos solos e corpos d'água são armazenados nesse compartimento, nos quais serão compostados, entretanto é necessário fornecer algumas condições para tal. Um material, rico em carbono como serragem ou palhada deve ser adicionado aumentando a temperatura e a quantidade de nitrogênio da mistura e diminuindo a quantidade de água (SABEI e BASSETTI, 2011).

O dimensionamento desse tratamento deve ser feito com a quantidade de resíduos gerado pelas pessoas da casa durante o ano mais a quantidade de serragem necessária para que a relação Carbono/Nitrogênio presente no composto final seja igual à 30 para 1.

Segundo Alvez (2009) um banheiro seco propriamente construído é capaz de reduzir o volume dos resíduos para 10 a 30% do seu volume original e diminuir seus patógenos significativamente.

Sua instalação foi efetiva no caso de Amatuzi, Botega e Celante (2013).

2. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

O objetivo do presente trabalho é avaliar e calcular as técnicas de tratamento de esgoto filtro biológico, tanque séptico, banheiro seco e biodigestor e indicar se há possibilidade de implantação para as comunidades Grilo, Vila Moraes e Vila Medeiros. Avaliando seu custo, local de implantação, tempo de construção e características físicas das comunidades. Os resultados deste estudo serão disponibilizados para as comunidades que desejarem aplicá-las.

A aplicação dessa tecnologia é essencial para a qualidade de vida dos moradores que vivem em condições insalubres. Essa qualidade de vida se desdobra na saúde prevenindo inúmeras doenças e no bem estar aumentando a autoestima dos moradores (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO GOVERNO DA BAHIA, 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o cálculo e avaliação da aplicação das tecnologias de saneamento em comunidades carentes se faz necessário dados das comunidades, estes dados foram disponibilizados pela Organização Não Governamental (ONG) TETO, que possibilitou o acesso a dados de sete comunidades.

3.1 TETO

As comunidades escolhidas para este trabalho foram aquelas nas quais havia dados disponíveis. Foram 6 comunidades na zona metropolitana de São Paulo e os dados foram disponibilizados pela ONG TETO.

Essa ONG foi criada em 1997 no Chile com o objetivo de superar a situação de pobreza que vivem milhões de pessoas através da formação e ação conjunta dos moradores e moradoras, jovens voluntários e voluntárias e outros atores. Em 15 anos a ONG se expandiu e mantém operação em 19 países da América Latina e Caribe: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Equador,

Guatemala, Haiti, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Uruguai e Venezuela.

A TETO estimula um processo contínuo de fortalecimento da comunidade, considerando o desenvolvimento comunitário como eixo transversal da intervenção. Seu trabalho consiste em encontrar comunidades em condições de pobreza, fazer um levantamento socioeconômico de informações sobre a comunidade e conforme o que for levantado determinar os projetos que serão realizados na comunidade. Os primeiros projetos realizados serão de curto prazo e conforme a demanda, como a construção de moradias emergenciais (figura 1.8). Conjuntamente com esses projetos começa o trabalho que visa fortalecer as capacidades comunitárias pela participação e organização, identidade, autogestão e redes de apoio. Com esse fortalecimento é possível identificar possíveis soluções para as necessidades prioritárias da comunidade como a regularização da propriedade, a instalação (ou regularização) de serviços básicos, moradia definitiva, infraestrutura comunitária, projetos de educação, capacitação profissional, fomento produtivo etc. A TETO articula e promove o vínculo de moradores de comunidades organizadas a instituições do Estado, entre outros atores da sociedade para garantir seus direitos (TETO BRASIL, 2016a).

Figura 1.8 - Voluntários e moradores na entrega da casa na Comunidade Jardim



Gramacho.

Fonte : TETO (2016).

Na figura 1.8 aconteceu a entrega da moradia emergencial para a família moradora da comunidade Gramacho. Os voluntários que construíram a casa estão com a camiseta da TETO. Este é um dos projetos desenvolvidos pela ONG e é o projeto com maior enfoque da mídia.

3.2 Comunidades

Os dados pertencem a TETO e para utilização dos dados há a criação de um termo de compromisso (Anexo A).

Os dados disponibilizados foram das comunidades Grilo, Malvinas, Murão, Pernilongo, Portelinha, Porto de Areia, Vila Moraes e Vila Medeiros. Todas localizadas no município de São Paulo.

A obtenção de dados na comunidade foi por mutirões de voluntários que aplicaram enquetes socioeconômicas em todas casas disponíveis. As entrevistas são realizadas em um final de semana e depois tabuladas por voluntários. A enquete aborda: o contexto social, a escolaridade, o trabalho, o transporte, a saúde, a comunidade e a moradia. O banco de dados apresenta informação de cada morador e por serem sigilosas não será apresentado neste trabalho.

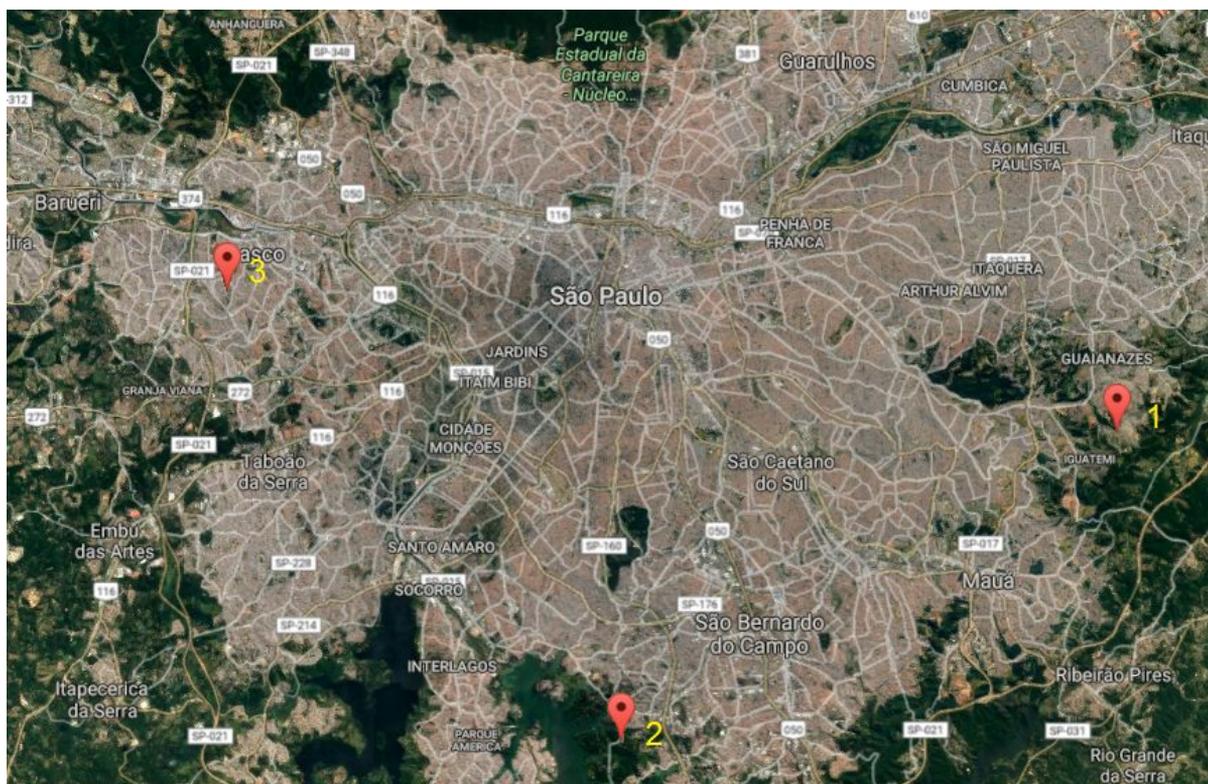
A escolha das comunidades para dimensionamento se deu pelo perfil das comunidades e visitas realizadas pela autora anteriormente e junto a elaboração do trabalho. As visitas realizadas pela autora foram feitas na comunidade Grilo e na comunidade Fazendinha no ano de 2015 e 2016.

As comunidades tiveram os dados recolhidos em 2016 e as escolhidas foram: Grilo, Vila Moraes, Vila Medeiros e Fazendinha.

A comunidade Grilo foi escolhida pelos dados consistentes e pela declividade do terreno que propicia uma coleta de esgoto pela gravidade. As comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros foram escolhidas pelos dados consistentes e pela forma de abastecimento de água, que ao ser parcialmente em poços aumenta o risco de contaminação de doenças feco-orais. A comunidade Fazendinha foi escolhida pelas formas de despejo do esgoto: o esgoto é canalizado até o extremo da comunidade (onde forma um córrego de esgoto que poderia ser canalizado) e despejado em fossas.

O mapa 1.3 apresenta a localização das comunidades.

Mapa 1.3 - Localização das Comunidades⁵.



Fonte: Elaboração da autora usando Mapas Google, 2016.

A falta de planejamento na formação dessas comunidades se sobressai na falta de infraestrutura dos locais como o não acesso a serviços públicos como água, luz e saneamento básico, pelas condições precárias das moradias, pela desordem das moradias e por serem em maioria em terrenos de baixa qualidade geotécnica e inadequação topográfica (FURIGO e SILVA, 2004).

3.2.1 Grilo

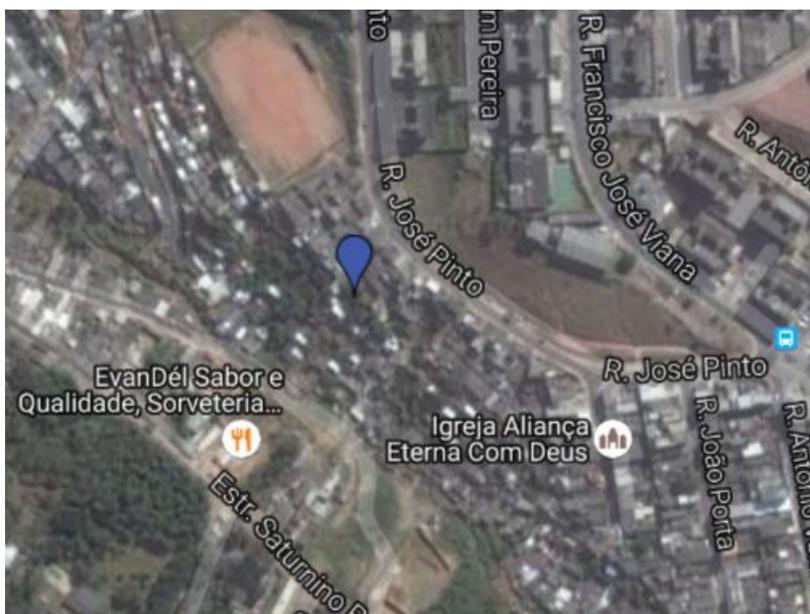
Localizada na Cidade Tiradentes (mapa 1.4), na zona sudoeste. Está à 28 quilômetros do centro de São Paulo e é possível entrar na comunidade pela rua José Pinto e pela Estrada Saturnino Pereira. É uma comunidade com 1.090 moradores e 298 moradias, sendo a distribuição etária apresentada no gráfico 1.5.

⁵ 1 - Localização da comunidade Grilo.

2 - Localização das comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros.

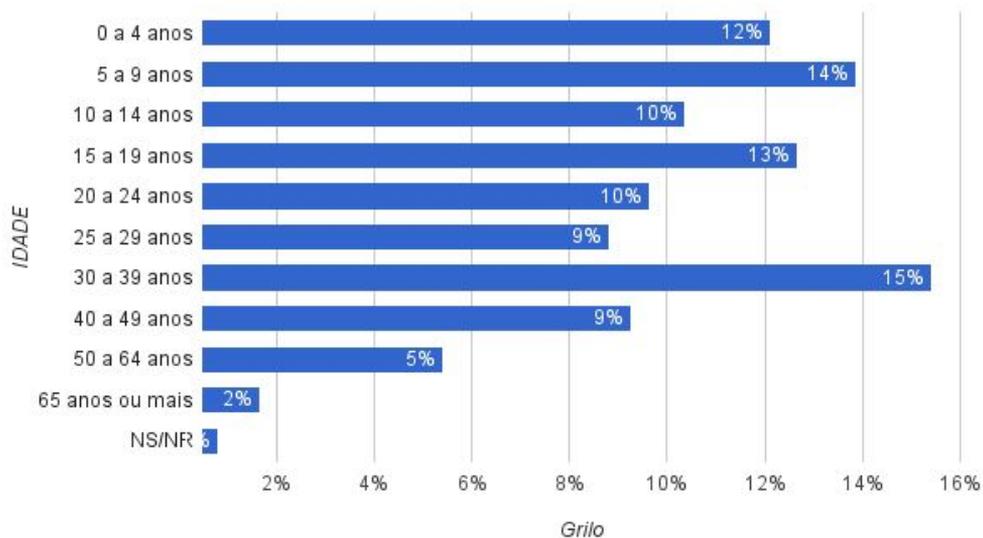
3 - Localização da comunidade Fazendinha

Mapa 1.4 - Comunidade Grilo



Fonte : Teto Brasil, 2016.

Gráfico 1.5 - Faixa Etária dos moradores da Comunidade Grilo.



Fonte : Elaborado pelo autora com os dados da TETO.

Em comunidades é comum haver perfis de casas diferentes, como casas de alvenaria e casas de madeira. No caso da comunidade Grilo o perfil das casas é apresentado no gráfico 1.6. Em relação ao terreno das casas somente 4% dos moradores estão em terrenos regularizados.

Gráfico 1.6 - Perfil das casas da Comunidade Grilo.

Grilo

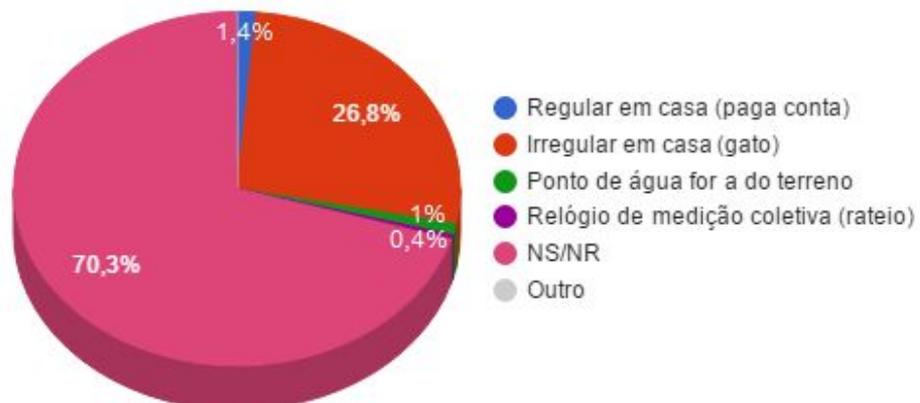


Fonte: Teto Brasil, 2016.

Em relação ao saneamento básico, a maioria dos moradores não sabia identificar a forma de abastecimento de água (gráfico 1.7) e qual a forma de despejo do esgoto doméstico (gráfico 1.8), entretanto identificavam a forma de coleta de lixo (gráfico 1.9).

Gráfico 1.7 - Forma de abastecimento de água dos moradores.

Grilo



Fonte: Teto Brasil, 2016.

Gráfico 1.8 - Forma de despejo de esgoto dos moradores.

Grilo



Fonte: Teto Brasil, 2016.

Gráfico 1.9 - Forma de Coleta de Resíduos.

Grilo



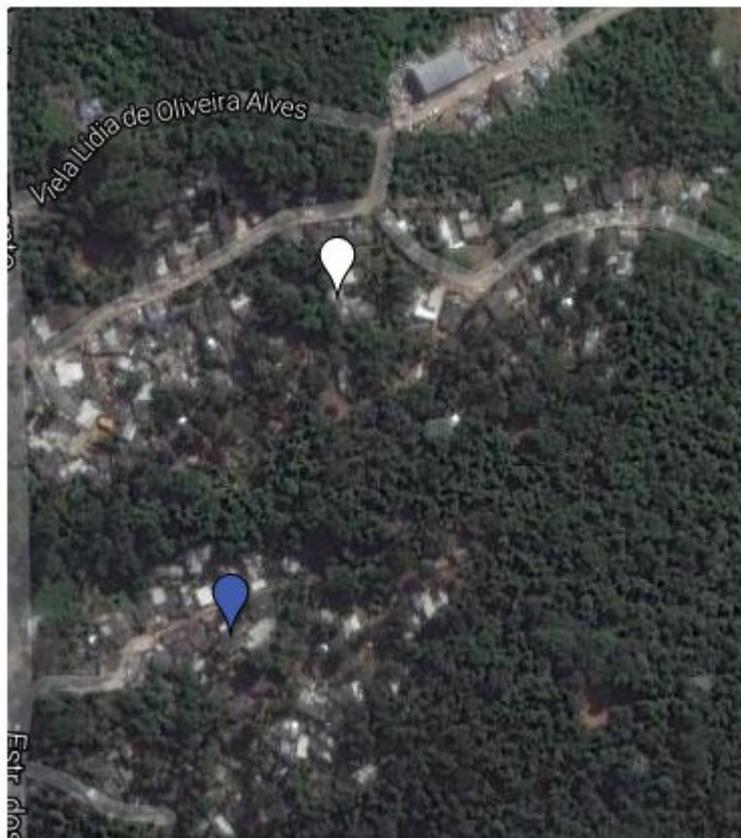
Fonte: Teto Brasil, 2016.

3.2.2 Vila Moraes e Vila Medeiros

Estão localizadas em São Bernardo do Campo (mapa 1.5) ao extremo sudoeste da região. Têm um posicionamento perto do Centro Náutico dos Engenheiros e fica a 24 quilômetros do centro de São Paulo ao lado da represa Bullings.

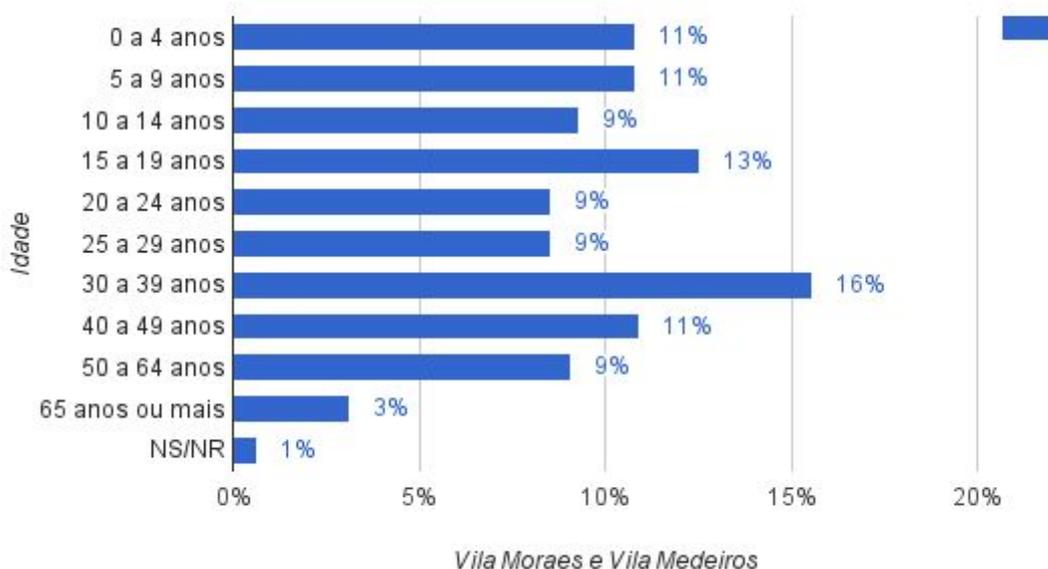
As comunidades foram calculadas juntas devido a fusão dos dados das comunidades pela ONG. Além disso se localizam há menos de 600 metros. Possuem 264 moradias e 924 moradores e sua distribuição etária está no gráfico 2.0.

Mapa 1.5 - Comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros.



Fonte : Teto Brasil, 2016.

Gráfico 2.0- Faixa Etária dos moradores da Comunidade Vila Moraes e Vila Medeiros.



Fonte : Elaborado pelo autora com os dados do TETO.

Nas comunidades há perfis diferenciados de moradias. No caso das comunidades o perfil das casas é apresentado no gráfico 2.1. Em relação ao terreno das casas somente 5% dos moradores estão em terrenos regularizados.

Gráfico 2.1 - Perfil das casas da Comunidade Vila Moraes e Vila Medeiros.



Fonte: Teto Brasil, 2016.

Em relação ao saneamento básico, as moradias têm duas formas mais comuns de abastecimento de água (gráfico 2.2) de forma irregular e por poços na propriedade.

O despejo do esgoto doméstico (gráfico 2.3) é por meio de fossas. E a forma de coleta de resíduos é feita por 98% da comunidade levando o resíduo ao ponto de coleta, 2% queimam o resíduo.

Gráfico 2.2- Forma de abastecimento de água dos moradores.



Fonte: Teto Brasil, 2016.

Gráfico 2.3 - Forma de despejo do esgoto dos moradores.



Fonte: Teto Brasil, 2016.

3.2.3 Fazendinha

A comunidade Fazendinha possui 1092 moradores e 340 casas.

Na coleta de dados muitos moradores identificaram o uso de fossas no tratamento de esgoto, entretanto, em visita as fossas foram identificadas como caixas de inspeção levando ao córrego e outras caixas que não se sabe se há disposição de esgoto.

A figura 1.9 mostra o esgoto despejado a céu aberto, a figura 2.0 mostra uma fossa séptica na comunidade.

Figura 1.9 - Esgoto a céu aberto da Fazendinha.



Fonte: Juliana Sampaio, 2016. Acervo Pessoal.

Figura 2.0 - Fossa séptica da Fazendinha.



Fonte: Juliana Sampaio, 2016. Acervo Pessoal.

As figuras 1.9 e 2.0 foram os locais nos quais havia consistência nos dados, entretanto, os outros locais da comunidade não foi possível identificar a fossas. O dimensionamento não foi possível devido a inconsistência dos dados.

4. RESULTADOS

A seguir estão os cálculos das tecnologias de saneamento para cada comunidade.

4.1 Grilo

4.1.1 Tanque séptico

4.1.1.1 Dimensionamento

Para o cálculo do tanque séptico usamos o padrão de despejo de esgoto conforme a tabela 1.2 para moradias de padrão baixo. O tanque receberia todo o efluente da casa, inclusive, água da lavagem de roupas e limpeza.

Tabela 1.2 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.

Ocupantes Permanentes	Unidade	Contribuição de Esgoto (litros)	Contribuição de Lodo Fresco (litros)
Padrão alto	pessoa	160	1
Padrão médio	pessoa	130	1
Padrão baixo	pessoa	100	1
Hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
Alojamento provisório	pessoa	80	1

Fonte : NBR 7229, 2007.

Portanto obtemos o valor de 100 Litros por pessoas de contribuição de esgoto e 1 Litro por pessoa por Contribuição de Lodo Fresco. Para a taxa de acumulação total de lodo (K) usamos a tabela 1.3, sendo necessário a temperatura do mês mais frio do

ano na comunidade. O dado de temperatura encontrado foi o da cidade Tiradentes, região mais próxima e que contém a comunidade Grilo, a temperatura é de 14,1°C⁶.

Além disso, foi necessário definir o intervalo de limpezas, o escolhido foi o intervalo de 1 ano para priorizar um volume menor de tanque em razão da área escassa da comunidade Grilo, obtendo um valor de K de 65 dias.

Tabela 1.3 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.

Intervalo por faixa de limpezas (anos)	K para $t \leq 10$	K para $10 \leq t \leq 20$	K para $t > 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte : NBR 7229, 2007.

O tempo de detenção dos despejos foi obtido pela tabela 1.4 usando a contribuição diária (L) de toda comunidade.

A contribuição diária foi calculada pela multiplicação do número de moradores pela contribuição de esgoto de cada morador, portanto:

$$L = 1090 \text{ pessoas} \times 100 \text{ litros/pessoa.dia}$$

$$L = 109.000 \text{ litros/dia ou } 109 \text{ metros}^3/\text{dia}$$

Portanto com 109.000 litros pela tabela 1.4 obtemos o valor de do tempo de detenção de 0,5 dia.

⁶ Temperatura obtida pela organização climate data.

Tabela 1.4 - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção (dias)
Até 1500	1
De 1501 a 3000	0,92
De 3001 a 4500	0,83
De 4501 a 6000	0,75
De 6001 a 7500	0,67
De 7501 a 9000	0,58
Mais que 9000	0,5

Fonte : NBR 7229, 2007.

O volume útil total em litros do tanque séptico (V) é calculado pela fórmula:

$$V = 1000 + N (CT + K Lf)$$

Na qual:

N é o número de pessoas ou unidades de contribuição;

C contribuição de despejos em litro/(pessoa ou unidade) x dia;

T é o período de detenção em dias;

K é a taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco.

Lf contribuição de lodo fresco, em litro/(pessoa ou unidade) x dia.

Substituindo os valores na fórmula do tanque séptico obtemos :

$$V = 1000 + 1090 (100 x 0,5 + 65 x 1)$$

Portanto o volume total do tanque séptico é de 126.350 litros, ou 126,35 m³.

Pela tabela 1.5 e com o volume útil acima de 10 m³ obtemos o valor da profundidade de 1,8 à 2,8 metros.

Tabela 1.5 - Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.

Volume útil (m ³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,2	2,2
De 6,0 a 10,0	1,5	2,5
Mais que 10,0	1,8	2,8

Fonte : NBR 7229, 2007.

A escolha da profundidade foi de 2,5 metros. Com a profundidade de 2,5 metros a área necessária é de 50,54 m², ou seja, uma área equivalente à um quadrado de 7,11 metros de lado.

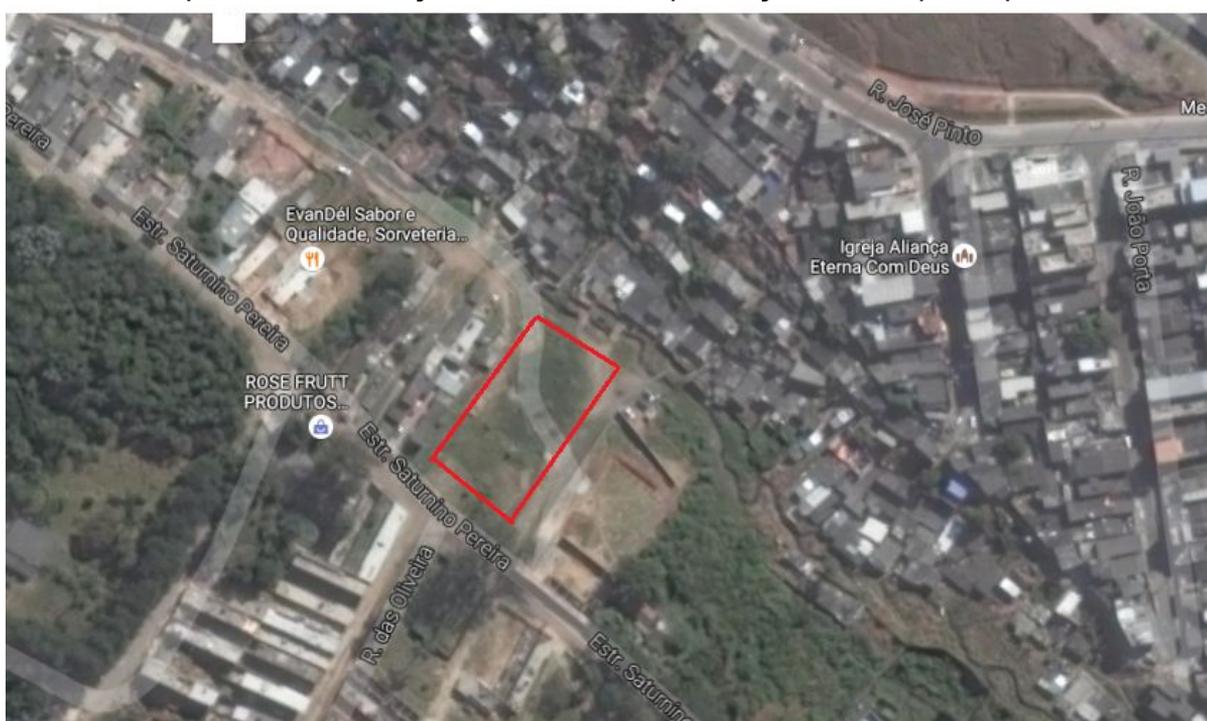
O local escolhido para a implantação da tecnologia foi o ponto de drenagem do terreno, devido a necessidade da coleta do esgoto. O local não têm construções (figura 2.1) e possui aproximadamente 50 por 38 metros e sua localização está apresentada no mapa 1.6.

Figura 2.1- Foto do local da possível implementação do tanque séptico.



Fonte : Google Maps, 2016.

Mapa 1.6 -Localização da área de implantação do tanque séptico.

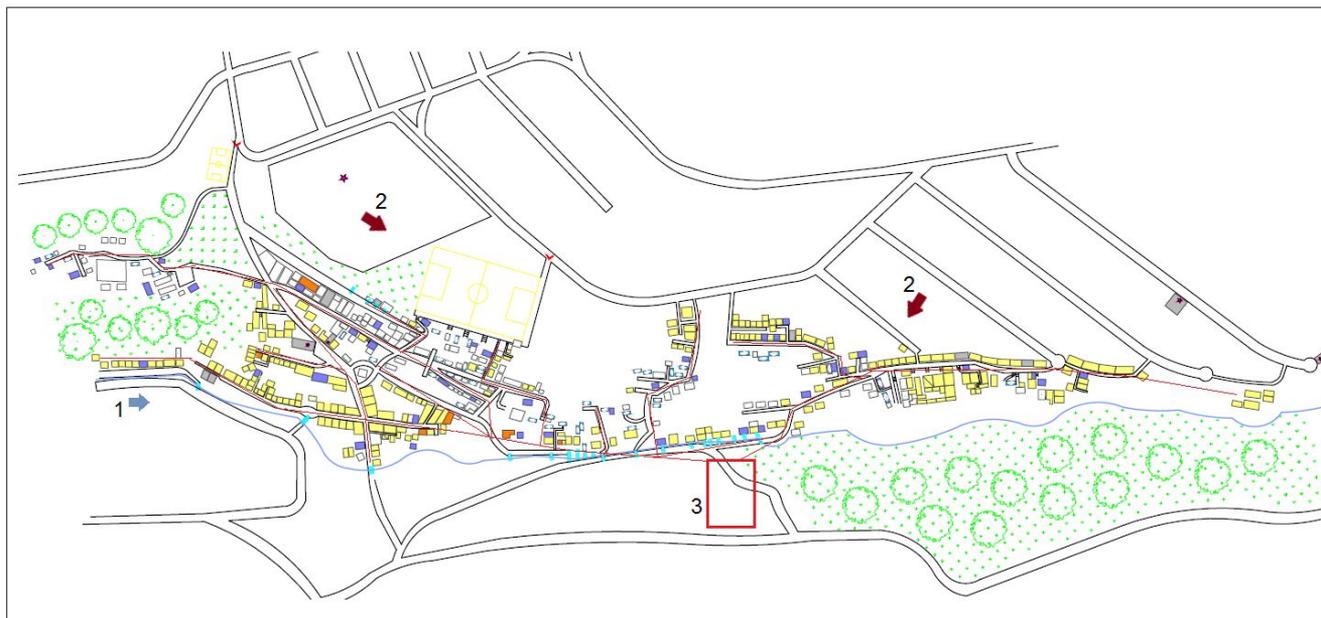


Fonte : Adaptado de Google Maps, 2016.

Para o dimensionamento da coleta de esgoto levamos em consideração o número de casas e o comprimento necessário para levar á área de implantação.

O mapa 1.7 indica onde seria implantado a canalização do esgoto na comunidade resultando em uma canalização de 1,84 quilômetros e 298 ligações prediais, uma para cada família.

Mapa 1.7 - Croqui da canalização do esgoto na comunidade⁷.



Fonte :Adaptado de TETO, 2016.

4.1.1.2 Orçamento

De acordo com Santos e Gliglio (2012), a construção de tanques sépticos pode ser feita com placas pré-moldadas de concreto diminuindo o custo da obra em relação ao tanque em alvenaria, entretanto o dimensionamento do tanque teve as medidas alteradas para que fosse construído com as placas pré-moldadas. As medidas finais do tanque são 7,5 metros de comprimento por 7,5 metros de largura e 2,5 metros de profundidade, estando essas medidas dentro do critério relação comprimento/largura da NBR 7229 de tanques retangulares. O levantamento de materiais e custos foram feitos conforme Santos e Gliglio (2012) e contêm a mão de obra (tabela 1.6).

⁷ Marcações no mapa : 1 - Sentido do córrego; 2 - Declividade do terreno; 3 - Área de implantação.

Tabela 1.6 - Orçamento do Tanque séptico.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	R\$/un	Total (R\$)_
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	250 un	15,58 un	3.895,00
Pilares de seção em "L"	20 un	21,59 un	431,80
Montagem das placas e pilares	270 un	8,19 un	2.211,30
Joelho 90 100mm	2 un	6,36 un	12,72
Cap 100mm	1 un	6,16 un	6,16
Tubo 100mm	4 un	10,99 un	43,96
Impermeabilização	56,25 m ²	8,92 m ²	501,75
Poços de Visita	1 un	550 un	550
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	140,625 m ³	15,9 m ³	2.235,94
Total (R\$)			9.888,63

Fonte: Elaborada pela autora.

O Orçamento da coleta de esgoto foi feito de acordo com Pimentel et al. (2014). Não havia dados da real declividade do terreno para dimensionamento dos diâmetros dos canos, por isso consideramos todos os canos com diâmetro de 150 milímetros de PVC, por ser um diâmetro e o material comumente usado para obras de esgoto. A comunidade não é pavimentada e isso foi levado em consideração no cálculo de implantação, apresentada na tabela 1.7. A unidade da rede coletora inclui o custo dos canos de PVC de 150mm e o custo de instalação da rede coletora, incluindo mão de obra. A unidade de ligação domiciliar inclui materiais e mão de obra.

Tabela 1.7 - Orçamento Rede Coletora.

Serviço e Material	Quantidade	Unidade	Custo Unidade	Custo por serviço
Rede Coletora	1.836,45	m	188,07	R\$345.381,15
Ligação domiciliar	298	un.	210,74	R\$62.800,52
Total				R\$408.181,67

Elaborado pela autora de acordo com Pimentel et al. (2014).

No caso da comunidade Grilo não foi possível diminuir o preço da coleta de esgoto aumentando o número de tanques sépticos e diminuindo a extensão da coleta. Devido ao fato que a comunidade Grilo não têm espaços vazios para a construção de mais tanque e suas moradias não ficam isoladas.

O valor total de construção do tanque séptico e a coleta de esgoto é de R\$ 418.070,30.

4.1.1.3 Tempo de construção

Na construção rede coletora seria necessário uma avaliação das condições das redes coletoras atuais para investigar se é possível seu aproveitamento. Em um solo sem pavimentação e com maquinário adequado, de acordo com a empresa SóPinturas⁸ a evolução seria de 100 metros por dia. Resultando em um tempo de 19 dias para a construção da rede coletora total da comunidade Grilo.

O tempo de construção do tanque séptico levaria de 10 à 15 dias.

4.1.2 Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente

4.1.2.1 Dimensionamento

O filtro anaeróbio receberia todo o efluente proveniente do tanque séptico, inclusive, água da lavagem de roupas e limpeza.

⁸ Empresa de Engenharia Civil.

Para obtermos o volume útil do leito filtrante usamos a população total da comunidade, a contribuição de esgoto conforme a tabela 1.2 para padrão baixo de ocupação e o tempo de detenção hidráulica de esgotos conforme a tabela 1.8 usando a temperatura⁹ do mês mais frio do ano na comunidade (14,1°C), neste caso dado da cidade Tiradentes região que contém a comunidade Grilo.

Tabela 1.8 - Tempo de detenção hidráulica de esgotos em dias (T), por faixa de vazão e temperatura do esgoto.

Contribuição diária (L)	Temperatura média do mês mais frio		
	Abaixo de 15°C	Entre 15 °C e 25°C	Maior que 25°C
Até 1500	1,17	1	0,92
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83
De 3001 a 4500	1	0,83	0,75
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67
De 6001 a 7500	0,83	0,67	0,58
De 7501 a 9000	0,75	0,58	0,5
Mais que 9000	0,75	0,5	0,5

Fonte: NBR 13969, 1997.

O volume (litros) útil do leito filtrante (V_u) é calculado pela fórmula:

$$V_u = 1,6 NCT$$

Sendo: N é o número de contribuintes (número de pessoas);
C é a contribuição de despejos, em litros x habitantes/dia;
T é o tempo de detenção hidráulica, em dias.

⁹ Temperatura obtida pela organização climate data.

Portanto o volume calculado para a comunidade Grilo:

$$Vu = 1,6 \times 1090 \times 100 \times 0,5$$

Obtivemos o volume útil do leito filtrante de 87.200 litros, ou 87,2 m³ que está acima do critério mínimo da NBR 13969 (1997) e conforme a NBR 13969 a altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20 metros, fazendo com que as medidas do tanque sejam um filtro quadrado de 8,53 metros de lado ou um filtro cilíndrico de 4,81 m de raio.

A área de implantação seria junto ao tanque séptico, pois o filtro é um tratamento secundário e receberia o efluente após este passar pelo tanque séptico.

4.1.2.2 Orçamento

De acordo com a NBR 13969 (1997) o filtro anaeróbio pode ser construído em concreto armado, plástico de alta resistência ou em fibra de vidro de alta resistência. Para que fosse efetuado o orçamento foram usados valores de Santos e Gliglio (2012) sendo que o material escolhido para a construção foi o concreto armado e as dimensões do filtro são 1,2 metros de profundidade por 8,75 metros de largura e 8,75 metros de comprimento. O filtro calculado foi o filtro retangular totalmente preenchido com meio suporte e o sistema de distribuição é através de tubos perfurados conforme a NBR 13969 (1997) .

Na avaliação do meio suporte o material escolhido foi o material mais barato (tabela 1.9), escória de alto forno, entretanto não era o material mais eficiente pelo número de vazios. O orçamento está apresentando na tabela 2.0.

Tabela 1.9 - Avaliação de Material Suporte.

Produto	Índice de Vazios	Custo médio R\$ por m ³
Brita nº 4	50%	57,80
Escória de alto forno	60%	30,06
Anéis em cerâmica	80%	1.750,19
Anéis pré-fabricados em plástico.	90%	414,72 - 2.793,48
Conduítes.	90%	289,00

Fonte: Cavalcanti, 2005.

Tabela 2.0 - Orçamento do Filtro Anaeróbio.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	R\$/un	Total (R\$)_
Placas pré-moldadas (0,6x1,25x0,03m)	252 un	15,58 un	3.926,16
Placas pré-moldadas (0,35x1,25x0,03m)	14 un	9,04 un	126,56
Pilares de seção em "L"	8 un	29,51, un	236,07
Montagem das placas e pilares	274 un	8,19 un	2.244,06
Joelho 90 100mm	2 un	6,36 un	12,72
Impermeabilização	76,57 m ²	8,92 m ²	682,94
Poços de Visita	1 un	550 un	550
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	91,88 m ³	15,9 m ³	1.460,82
Material filtrante	91,88 m ³	30,06 m ³	2.761,77
Total (R\$)			12.001,10

Fonte: Elaborada pela autora.

O valor total de construção do filtro anaeróbio de fluxo ascendente é de R\$ 12.001,10. O filtro receberá o efluente que passou pelo tanque séptico, portanto usaria a mesma rede coletora.

4.1.2.3 Tempo de construção

De acordo com a empresa SóPinturas o tempo médio para a construção de um filtro anaeróbio seria de 7 à 10 dias.

4.1.3 Biodigestor

4.1.3.1 Dimensionamento

O dimensionamento do biodigestor foi feito de acordo com Modjinou (2014) e biodigestor projetado é o tipo canadense que receberia somente matéria fecal e resíduos orgânicos da comunidade, entretanto, o cálculo da produção de gás considerou somente a matéria fecal, por não termos dados de resíduos da comunidade.

O potencial de produção de gás - PPG (tabela 2.1) pode ser calculado conforme quantidade de fezes geradas na comunidade.

Tabela 2.1 -Produção de gás por excremento.

Tipo de excremento	Produção de Gás por Kg de Fezes (m ³)
Gado (Vacas e Búfalos)	0,230 - 0,040
Suínos	0,040 - 0,059
Aves (Frango)	0,065 - 0,116
Humano	0,020 - 0,028

Fonte: Modjinou, 2014.

De acordo com Herrero (2008) um adulta/o produz em média 0,4 Kg de fezes por dia e uma criança 0,2 Kg de fezes por dia. Usando o Estatuto da Crianças e do Adolescente (1990) consideramos crianças, pessoas até 12 anos de idade sendo 340 crianças na comunidade Grilo e 750 adultas/os, desta forma :

$$340 \times 0,2 + 750 \times 0,4 = 368 \text{ Kg por dia.}$$

Potencial de produção de gás (PPG):

$$\text{Menor PPG} = 368 \times 0.020 = 7,36 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$\text{Maior PPG} = 368 \times 0.028 = 10,304 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Para o cálculo do volume é essencial assumir algumas variáveis como o valor do coeficiente de simultaneidade (k), de acordo com Modjinou (2014) ele é estimado em relação ao número de pessoas (n) que irão usufruir do saneamento (tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Coeficiente de Simultaneidade.

Número de pessoas atendidas	Coeficiente de simultaneidade (k)Vs
n > 50	1
200 > n > 50	0,95
500 > n	0,90

Fonte: Modjinou, 2014.

Como o valor k não está dentro dos valores da bibliografia, usamos recursos matemáticos para estimar um valor para n igual à 1090 (tabela 2.3) resultando em um k de 0,85.

Tabela 2.3 - Coeficiente de Simultaneidade.

Número de pessoas atendidas	Coeficiente de simultaneidade (k)
n > 50	1
200 > n > 50	0,95
500 > n > 200	0,90
1250 > n	0,85

Fonte: Modjinou (2014) e autora.

Em relação ao tempo de retenção hidráulico (TRH) usamos o tempo considerado correto pelo autor, 50 dias, momento que o efluente já passou pela fermentação e pela acetogênese chegando a metalogênese e a produção de metano. Em relação ao volume de descarga fresca (Qf) foi usado o valor de 6 litros/dia por pessoa (MODJINOU, 2014).

Adotamos o valor do efluente por dia (Q) pela tabela 1.2 para padrão baixo de 100 L/dia.

Para 1090 pessoas o Volume total seria de:

Volume do reator (Vs) :

$$V_s = n \times k \times Q$$

$$V_s = 1090 \times 0,85 \times 100$$

$$V_s = 92.650 \text{ litro}$$

$$V_s = 92,65 \text{ m}^3$$

Volume do tanque anaeróbio (Vb):

$$V_b = 1/2 \times k \times n \times T_{dt} \times Q_f$$

$$V_b = 1/2 \times 0,85 \times 1090 \times 50 \times 6$$

$$V_b = 138.975 \text{ litros}$$

$$V_b = 138,975 \text{ m}^3$$

Volume total (V):

$$138,975 \text{ m}^3 + 92,65 \text{ m}^3 = 231,625 \text{ m}^3$$

O volume total do biodigestor canadense seria de 231,625 m³.

De acordo com Modjinou (2014), tanques sépticos comuns podem ser adaptados para o recolhimento de biogás, no nosso caso o volume calculado com a

instalação do reator é maior que o do tanque séptico calculado anteriormente e gera um gasto efetivamente maior por ser construído em alvenaria. Desta forma iremos calcular qual seria a geração de gás no tanque séptico comum calculado anteriormente e quanto ficaria para tal adaptação. O tanque séptico receberia todo o efluente gerado pelas famílias incluindo água de limpeza.

Conforme Ávila (2005) a eficiência na remoção de sólidos totais varia de 20 à 90% no tanque séptico. Consideramos a eficiência de 60% e desta forma obtemos a possível produção de biogás pelo excremento humano.

Menor potencial de produção:

$$60\% \times 7,36 = 4,416 \text{ m}^3$$

Maior potencial de produção:

$$60\% \times 10,304 = 6,1824 \text{ m}^3$$

O tamanho do gasômetro depende do uso diário do biogás.

Como não há dados do consumo de biogás, de acordo com Asmare (2014), pode se calcular o tanque de retenção para 50% do máximo total produzido diariamente, resultando no volume do tanque de 3,1 m³.

4.1.3.2 Orçamento

O biodigestor seria feito com alvenaria sendo tipo canadense e o custo estimado conforme Torres, Pedrosa e Moura (2012) está apresentado na tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Custo Preliminar do Biodigestor.

Material e Serviço	Quantidade	Preço por Unidade (R\$)	Custo
Escavação manual em terra	231,63 m ³	14,23	3296,09
Concreto Armado condição B ¹⁰	35,8 m ³	1.165,68	41.731,34
Tubos de PVC rígidos	15 m	16,06	240,90
Lona Sansuy	193,2 m ²	17,50	3.381,00
Gerador	1 un	14.859,00	14.859,00
Motobomba	1 un	5.590,00	5.590,00
Total			69.098,33

Fonte : Elaborado pela autora conforme Torres, Pedrosa e Moura (2012)

O orçamento da câmara de armazenamento do biogás, junto com os materiais necessários para recolhê-lo em pequenos botijões está apresentado na tabela 2.5, sendo baseado no Preço Base Saneago (2012) e Prado et al. (2012).

Para o cálculo da produção energética usamos a tabela 2.6

¹⁰ Conforme NBR 12655 de 2006.

Tabela 2.5 - Orçamento do Tanque de Retenção do Biogás.

Material	Unidade	Preço Unidade (R\$)
Caixa Alvenaria (1,70 x 1,70 x 1,40 m)	1 un.	1.288,45
Eluma Bucha cobre 4x1	1 un.	4,00
JackWall Torn, Naiple 3x3	1 un.	20,00
JackWall União red. 3x1	1 un.	4,00
Mangueira para gás 8x4	1,5 m.	8,85
Naiple Rosca	1 un.	1,00
Registro Esfera torneira	1 un.	19,20
Silicone	2 un.	3,80
Válvula de Alivio	1 un	12,00
Veda Rosca	1 un.	2,75
Abraçadeira Rosca sem Fim 3x4	2 un.	1,26
Total		1.374,80

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 2.6 - Equivalência energética de 1 m³ de Biogás.

Combustíveis	1m ³ de Biogás
Gasolina	0,613 litros
Querosene	0,579 litros
Óleo diesel	0,553 litros
Gás de Cozinha (GLP)	0,396 kg
Lenha	1,536 kg
Álcool Hidratado	0,79 litros
Eletricidade	1,428 kw

Fonte: Perminio 2013.

Média de produção diária de Biogás:

$$(6,1824 + 4,416) / 2 = 5,2992 \text{ m}^3 \text{ de biogás}$$

Equivalência em Gás de Cozinha (GLP):

$$5,2992 \text{ m}^3 \times 0,396 \text{ kg/m}^3 = 2,0985 \text{ kg de GLP}$$

O preço de um botijão de gás de 13kg é R\$ 53,00 (Globo, 2015), portanto 1 kilo de gás de cozinha custa 4,08. Em um ano (365 dias) haverá uma economia de:

$$365 \text{ dias} \times 2,0985 \text{ kg} = 765,952 \text{ kg/ano}$$

$$765,952 \text{ kg/ano} \times \text{R\$ } 4,08 = \text{R\$ } 3.122,73.$$

O preço final de construção do tanque de retenção do biogás é R\$ 1.374,80, entretanto a produção e uso do gás gera um rendimento de R\$ 3.122,73, sendo o lucro final de R\$ 1.747,93 em um ano.

4.1.3.3 Tempo de construção

De acordo com a empresa de engenharia civil Sópinturas o tempo médio para construção do tanque de retenção de biogás seria de 10 dias.

4.1.4 Banheiro Seco

4.1.4.1 Dimensionamento

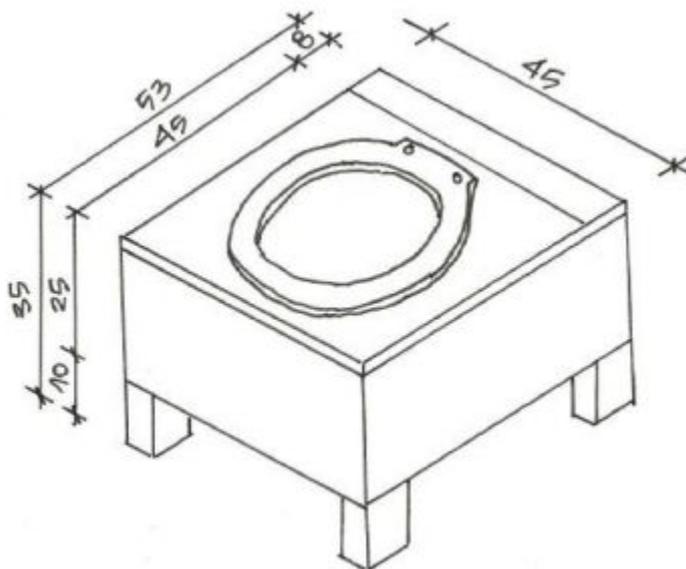
O banheiro seco pode ser feito de várias maneiras. No caso da comunidade Grilo ele receberia a matéria fecal e resíduos orgânicos, outros efluentes como água da cozinha, de limpeza e de urina, não teriam tratamento.

A avaliação e escolha do protótipo de banheiro seco para instalação foi feita de acordo com Porto e Simões (2016). Eles avaliaram diversos protótipos de banheiros seco dimensionando-os para comunidades carentes. No caso a comunidade de Jardim Gramacho que trabalha com a TETO e teve casas emergências construídas (Figura 1.8), portanto os banheiros se encaixavam dentro do dimensionamento das casas e das possibilidades da comunidade.

O banheiro seco consiste de uma estrutura de madeira em formato de caixa (figura 2.2), acoplada a um assento sanitário e disposta acima de um recipiente coletor (balde). É necessário que seja feita uma cobertura ao excremento por serragem, cinza ou material similar.

O recipiente preenchido é encaminhado até uma área de compostagem onde seria alocado no formato de pilha. Na composteira serão adicionados restos de alimentos e matéria orgânica seca (folhas), de forma a garantir o equilíbrio dos nutrientes, permitindo assim a compostagem.

Figura 2.2 - Bacia Sanitária.



Fonte : Porto e Simões (2016).

Os valores da figura 2.2 estão em centímetros.

Na comunidade Grilo há 298 moradias, e esse é o número de banheiros dimensionados. O número de pessoas que desejamos atender é 1090.

De acordo com Porto e Simões (2016) o valor médio de baldes para cada família deve ser 5 baldes (19 litros cada). Resultando em um valor de 1.490 baldes, neste caso arredondado para 1.500 baldes. Estes baldes devem ser usados para o banheiro e para acúmulo de resíduos sólidos.

Para implementação seria necessário uma rotatividade dos baldes sendo que parte dos recipientes ficariam na central de compostagem para as trocas.

Segundo a ONG GiveLove, parceira no projeto de instalação dos banheiros secos, o padrão de preenchimento dos baldes é de 0,33 baldes/pessoa x semana de dejetos humanos e são entregues na central, em média, com 2/3 do volume preenchido.

Utilizou-se como medida de segurança uma média de 0,4 baldes/pessoa x semana e manteve-se o dado prático de preenchimento em 2/3 do volume.

Quantidade de resíduo fecal produzido:

$$0,4 \text{ baldes semana/pessoa} \times 1.090 \text{ pessoas} = 436 \text{ baldes por semana}$$

$$436 \times 19 \text{ litros} = 8.284 \text{ litros por semana}$$

$$2/3 \times 8.284 \text{ litros} = 5.522,67 \text{ litros por semana}$$

$$5.522,67 \text{ litros} \times 4 \times 0,001 = 22,09 \text{ m}^3 \text{ por mês}$$

De maneira a obter-se as temperaturas ideais e garantir um composto de qualidade, será necessário adicionar à pilha uma quantidade de resíduo orgânico e dejetos humanos na proporção de 1:1.

$$\text{Resíduo Orgânico } 22,09 \text{ m}^3 \text{ por mês}$$

O volume total de serragem para atender ao sistema por completo (banheiro + resíduos orgânicos) foi estipulado a partir de dados práticos de Porto e Simões (2016) no qual o consumo mensal de serragem por pessoa é 0,033 m³ por mês. Entretanto a serragem sofre um adensamento de 50% do volume após uso.

Volume inicial e final da serragem por mês:

$$1090 \text{ pessoas} \times 0,033 \text{ m}^3/\text{pessoa} = 36,34 \text{ m}^3$$

$$36,34 \text{ m}^3 \times 0,5 = 18,17 \text{ m}^3$$

Outra medida essencial ao processo é a de adição de matéria orgânica seca na proporção de 1:1:3 (Dejetos Humanos + Resíduos Orgânicos + Matéria orgânica seca). O que reduz volume em dois terços na compostagem. Resultando em um volume de matéria orgânica seca de :

$$22,09 \text{ m}^3 \times 3 \times 1/3 = 22,09 \text{ m}^3 \text{ por mês}$$

Volume final:

$$22,09 + 18,17 + 22,09 = 62,35 \text{ m}^3 \text{ por mês}$$

O volume das composteiras se respalda em dados práticos e na altura máxima recomendada de 1.2 metros, adotamos as dimensões 2.5 m x 3.5 m x 1.2 m.

Volume de uma composteira :

$$2,4 \text{ m} \times 3,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 9,22 \text{ m}^3$$

Número de composteiras por mês:

$$62,35 \text{ m}^3 \text{ por mês} / 9,22 \text{ m}^3 = 7 \text{ composteiras}$$

Em relação ao tempo de retenção adota-se um valor total de 9 meses, utilizado como tempo de detenção máxima pela ONG SOIL (2015). Consideramos que a

retração no volume da pilha seja de 50% do volume total após 5 meses o que resultou no número total de leiras apresentadas na tabela 2.7.

Tabela 2.7 - Cálculo de Leiras de Compostagem.

	1 ¹¹	2 ¹²	3 ¹⁰	4 ¹⁰	5 ¹⁰	6 ¹⁰	7 ¹⁰	8 ¹⁰	9 ¹⁰	10 ¹⁰
Composteiras Geradas	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Composteiras Livres	0	0	0	0	0	0	3,5	3,5	7	7
Composteiras Usadas	7	7	7	7	7	7	3,5	3,5	0	0
Total de Composteiras	7	14	21	28	35	42	45,5	49	49	49

Fonte: Elaborado pela autora conforme Porto e Simões (2016).

Para o cálculo da área das leiras e das passagens entre cada uma usamos o fator 1,5, resultando na Área total de :

$$2,4 \text{ m} \times 3,2 \text{ m} = 7,68 \text{ m}^2$$

$$1,5 \times 49 \times 7,68 \text{ m}^2 = 564,48 \text{ m}^2$$

Entretanto outras áreas serão necessárias para acúmulo de matéria seca, serragem ferramentas, então a área total seria de 620 m². Esse espaço é comportado pela área do mapa 1.5 então o local de compostagem seria dentro da própria comunidade.

¹¹ Mês

¹² Meses

Assim como Porto e Simões (2016) a área das composteiras dimensionadas é aberta sem cobertura e para que seja instalada é necessário a instalação de canaletas para escoamento da água de chuva.

4.1.4.2 Orçamento

O orçamento foi feito conforme Porto e Simões (2016) e estão apresentados na tabela 2.8 e 2.9.

Tabela 2.8 - Orçamento da Implantação e Funcionamento do Primeiro Ano do Banheiro Seco.

Materiais	Quantidade	Unidades	Custo Unitário (R\$)
Baldes	1500	un.	14,10
Assento Bacia Sanitária	300	un.	17,47
Serragem	36,34	m ³	10,00
Cerca área compostagem	600	m.	0,07
Enxada	2	un.	59,80
Facão	2	un.	26,90
Termômetro	2	un.	25,00
Carrinho de mão	2	un.	94,00
Luva Cano Longo	4	un.	22,61
Operador	2	pessoas	953,00
Água	6.144	litros	0,06
Total			58.213,00

Fonte: Elaborado pela autora conforme Porto e Simões (2016).

Tabela 2.9 - Orçamento dos Anos Consequentes do Banheiro Seco.

Materiais	Quantidade	Unidades	Custo Unitário (R\$)
Serragem	36,34	m³	10,00
Enxada	2	un.	59,80
Luva Cano Longo	4	un.	22,61
Operador	2	pessoas	953,00
Água	6.144	litros	0,06
Total			31.867,00

Fonte: Elaborado pela autora conforme Porto e Simões (2016).

4.1.4.3 Tempo de construção

O tempo necessário para implantar a tecnologia depende fundamentalmente da compra de materiais, contratação de serviços, limpeza da área da compostagem e principalmente da confecção das bacias sanitárias. A confecção poderia ser feita pelos moradores e o tempo de implantação dependerá da disposição e horário dos mesmos.

4.2 Vila Moraes

4.2.1 Tanque séptico

4.2.1.1 Dimensionamento

O tanque receberia todo o efluente da casa, inclusive, água da lavagem de roupas e limpeza. Para o cálculo do tanque séptico usamos o padrão de despejo de esgoto conforme a tabela 1.2 para moradias de padrão baixo, obtendo o valor de 100 Litros por pessoas de contribuição de esgoto e 1 Litro por pessoa por Contribuição de Lodo Fresco.

A taxa de acumulação total de lodo (K) foi obtida pela tabela 1.3 com a temperatura média do mês mais frio do ano em São Bernardo 14,4°C¹³ e o intervalo de limpezas de 1 ano. Intervalo escolhido para priorizar um volume menor de tanque. A taxa de acumulação resultante foi 65 dias.

A contribuição diária (L) foi calculada pela multiplicação do número de moradores pela contribuição de esgoto obtida pela tabela 1.2 para padrão baixo, portanto:

$$L = 924 \text{ pessoas} \times 100 \text{ litros/pessoa.dia}$$

$$L = 924.000 \text{ litros/dia ou } 924 \text{ metros}^3/\text{dia}$$

Portanto com 924.000 litros pela tabela 1.4 obtemos o valor de do tempo de detenção de 0,5 dia.

O volume útil total em litros do tanque séptico (V) é calculado pela fórmula:

$$V = 1000 + N (CT + K Lf)$$

Na qual:

- N é o número de pessoas ou unidades de contribuição;
- C contribuição de despejos em litro/(pessoa ou unidade) x dia;
- T é o período de detenção em dias;
- K é a taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco.
- Lf contribuição de lodo fresco, em litro/(pessoa ou unidade) x dia.

Substituindo os valores na fórmula do tanque séptico obtemos :

$$V = 1000 + 924 (100 \times 0,5 + 65 \times 1)$$

Portanto o volume total do tanque séptico é de 110.710 litros, ou 110,71 metros³.

Pela tabela 1.5 e com o volume útil acima de 10 m³ obtemos o valor da profundidade de 1,8 à 2,8 metros, o valor adotado da profundidade foi de 2,5 m.

¹³ Temperatura obtida pela organização climate data.

Com a profundidade de 2,5 m a área necessária é de 44,284 metros², ou seja, uma área equivalente à um quadrado de 6,65 metros de lado.

A comunidade é bem arborizada e não possui muitas áreas livres. O local escolhido para implantação da tecnologia é o local onde há o centro de reciclagem da comunidade (figura 2.3) de 4.500 m².

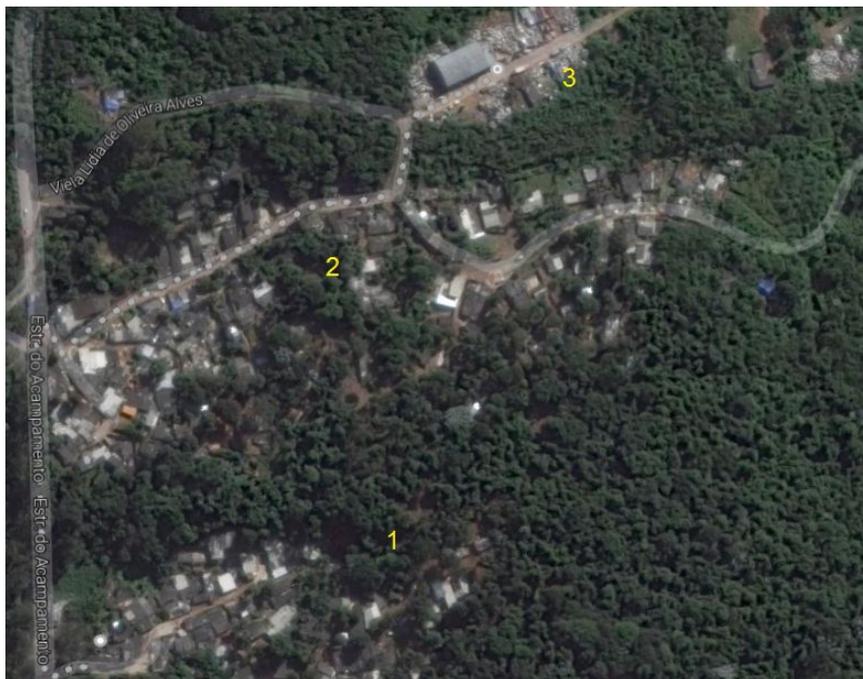
Figura 2.3 - Centro de Reciclagem.



Fonte : Google Maps, 2016.

Ele está localizado na comunidade Vila Medeiros, sendo a distância entre a comunidade Vila Moraes e o Centro de Reciclagem de 600 metros. A localização da área de implantação do tanque séptico escolhido está apresentada no mapa 1.8.

Mapa 1.8 - Localização da área de implantação do tanque séptico¹⁴.



Fonte : Adaptado de Google Maps, 2016.

No dimensionamento da coleta de esgoto consideramos o número de casas e o comprimento necessário para levar á área de implantação. O mapa 1.9 indica onde seria implantado a canalização do esgoto resultando em uma canalização de 3,39 quilômetros e 264 ligações prediais, uma para cada família.

¹⁴ 1 - Localização da comunidade Vila Moraes.
2 - Localização da comunidade Vila Medeiros.
3 - Centro de Reciclagem.

Mapa 1.9 - Croqui da canalização do esgoto na comunidade¹⁵.



Fonte : Adaptado de TETO, 2016.

Para diminuição do custo de implantação do tanque séptico decidimos aumentar o número de tanques sépticos e diminuir o tamanho da rede coletora de esgoto. Resultando na implantação de 12 tanques sépticos e uma rede coletora menor.

¹⁵ 1 - Central de Reciclagem.

Usamos o padrão de despejo de esgoto conforme a tabela 1.2 para moradias de padrão baixo, sendo a contribuição de esgoto 100 litros por pessoa e 1 litro de lodo fresco. O tanque receberia todo o efluente da casa, inclusive, água da lavagem de roupas e limpeza.

Para a taxa de acumulação total de lodo (K) usamos a tabela 1.3, também sendo necessário a temperatura do mês mais frio do ano na comunidade 14,4°C. O intervalo de limpezas definido foi o de 1 ano para priorizar um volume menor de tanque. Obtemos o valor de K de 65 dias.

O tempo de detenção dos despejos foi obtido pela tabela 3.0 usando a contribuição diária (L) de toda comunidade.

A contribuição diária foi calculada pela multiplicação do número de moradores pela contribuição de esgoto de cada morador, a seguir está ilustrado para o tanque séptico 1:

$$L = 48 \text{ pessoas} \times 100 \text{ litros/pessoa.dia}$$

$$L = 4.800 \text{ litros/dia ou } 4,8 \text{ metros}^3/\text{dia}$$

Com 4.800 litros pela tabela 3.0 obtemos o valor de do tempo de detenção de 0,75 dia.

Tabela 3.0 - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção (dias)
Até 1500	1
De 1501 a 3000	0,92
De 3001 a 4500	0,83
De 4501 a 6000	0,75
De 6001 a 7500	0,67
De 7501 a 9000	0,58
Mais que 9000	0,5

Fonte : NBR 7229, 2007.

O volume útil total em litros do tanque séptico (V) é calculado pela fórmula:

$$V = 1000 + N (CT + K Lf)$$

Na qual: N é o número de pessoas ou unidades de contribuição;
C contribuição de despejos em litro/(pessoa ou unidade) x dia;
T é o período de retenção em dias;
K é a taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco.
Lf contribuição de lodo fresco, em litro/(pessoa ou unidade) x dia.

Substituindo os valores na fórmula do tanque séptico obtemos :

$$V = 1000 + 48 (100 \times 0,75 + 65 \times 1)$$

Portanto o volume total do tanque séptico é de 7.720 litros, ou 7,72 m³.

Pela tabela 3.1 e com o volume útil de 7,72 m³ obtemos o valor da profundidade de 1,5 à 2,5 metros.

Tabela 3.1 - Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.

Volume útil (m ³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,2	2,2
De 6,0 a 10,0	1,5	2,5
Mais que 10,0	1,8	2,8

Fonte : NBR 7229, 2007.

A média entre os valores de profundidade é de 2 metros e esta foi a profundidade escolhida. Com a profundidade de 2 metros a área necessária é de 3,86m², ou seja, uma área equivalente à um quadrado de 2 metros de lado.

O cálculo dos tanques conseguintes estão indicados na tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Dimensionamento Tanques Sépticos.

Tanque e Séptico	Número de casas por tanque	Número de pessoas	Contribuição de esgoto (l)	Tempo de detenção (dia)	Volume Tanque (L)	Volume Tanque (m ³)	Profundidade e Escolhida (m)	Área necessária para construção (m)	Quadrado equivalent e necessário (m)
1	14	48	4.800	0,75	7.720	7,72	2	3,86	1,97
2	47	164	16.400	0,5	19.860	19,86	2,3	8,63	2,94
3	23	79	7.900	0,58	10.717	10,717	2,3	4,66	2,16
4	11	38	3.800	0,83	6.624	6,624	2	3,32	1,82
5	4	13	1.300	1	3.145	3,145	1,7	1,85	1,36
6	3	10	1.000	1	2.650	2,65	1,7	1,56	1,25
7	20	80	8.000	0,58	10.840	10,84	2,3	4,71	2,17
8	18	62	6.200	0,67	9.184	9,184	2	4,60	2,14
9	14	48	4.800	0,75	7.720	7,72	2	3,86	1,96
10	23	80	8.000	0,58	10.840	10,84	2,3	4,71	2,17
11	18	62	6.200	0,67	9.184	9,184	2	4,59	2,14
12	69	240	24.000	0,5	28.600	28,6	2,3	12,43	3,53

Fonte : Elaborado pela autora, 2016.

Os locais escolhidos para a implantação dos tanques estão representados pelo mapa 2.0.

Mapa 2.0 - Croqui da canalização do esgoto na comunidade¹⁶.



Fonte :Adaptado de TETO, 2016.

Para o dimensionamento da coleta de esgoto levamos em consideração o número de casas e o comprimento necessário para levar á área de implantação. O mapa 2.0 também apresenta onde seria implantado a canalização do esgoto na

¹⁶ Marcações no mapa : 1 - Sentido do córrego; 2 - Declividade do terreno; 3 - Área de implantação.

comunidade resultando em uma canalização de 2,42 quilômetros e 264 ligações prediais, uma para cada família.

4.2.1.2 Orçamento

O orçamento do tanque séptico foi dimensionado para placas pré-moldadas de concreto. As medidas finais do tanque são 7 metros de comprimento por 6,5 metros de largura e 2,5 metros de profundidade, estando essas medidas dentro do critério relação comprimento/largura da NBR 7229 de tanques retangulares. O levantamento de materiais e custos foram feitos conforme Santos e Gliglio (2012) e contêm a mão de obra (tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Orçamento do Tanque séptico.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	R\$/un	Total (R\$)_
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	210 un	15,58 un	3.271,80
Pilares de seção em "L"	20 un	21,59 un	431,80
Montagem das placas e pilares	230 un	8,19 un	1.883,70
Joelho 90 100mm	2 un	6,36 un	12,72
Cap 100mm	1 un	6,16 un	6,16
Tubo 100mm	4 un	10,99 un	43,96
Impermeabilização	45 m ²	8,92 m ²	401,40
Poços de Visita	1 un	550 un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	112,50 m ³	15,9 m ³	1.788,75

Total (R\$)	8.390,29
-------------	----------

Fonte: Elaborada pela autora.

O Orçamento da coleta de esgoto foi feito de acordo com Pimentel et al. (2014). Não havia dados da declividade do terreno para dimensionamento dos diâmetros dos canos, por isso foi considerado canos com diâmetro de 150 milímetros de PVC por ser o cano mais comumente usado para coleta de esgoto sanitário. A comunidade não é pavimentada e isso foi levado em consideração no cálculo de implantação. A tabela 3.4 apresenta o orçamento da rede coletora.

Tabela 3.4 - Orçamento Rede Coletora.

Serviço e Material	Quantidade	Unidade	Custo Unidade	Custo por serviço
Rede Coletora	3.387,19	m	188,07	R\$ 637.028,82
Ligação domiciliar	264	un.	210,74	R\$ 55.635,36
Total				R\$ 692.664,18

Elaborado pela autora de acordo com Pimentel et al. (2014).

A unidade da rede coletora inclui o custo dos canos de PVC de 150mm e o custo de instalação da rede coletora, incluindo mão de obra. A unidade de ligação domiciliar inclui materiais e mão de obra.

O valor total de construção do tanque séptico e a coleta de esgoto é de R\$ 701.054,47.

De acordo com Santos e Gliglio (2012), a construção de tanques sépticos pode ser feita com placas pré-moldadas de concreto diminuindo o custo da obra em relação ao tanque em alvenaria, entretanto o dimensionamento do tanque teve a medidas alteradas para que fosse construído com as placas pré-moldadas. As medidas finais dos tanques são apresentadas da tabela 3.5 à 4.6

O levantamento de materiais e custos foram feitos conforme Santos e Gliglio (2012) e contêm a mão de obra.

Tabela 3.5 - Orçamento do Tanque séptico 1.

Serviço/Material	Quantidade	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	32	un	15,58	un	498,56
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	52	un	8,19	un	425,88
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	3,86	m ²	8,92	m ²	34,43
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	3,86	m ²	15,9	m ³	61,37
Total (R\$)	2.064,89				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 3.6 - Orçamento do Tanque séptico 2.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	59	un	15,58	un	919,22
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	79	un	8,19	un	647,01
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	8,64	m ²	8,92	m ²	77,07
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	7,72	m ²	15,9	m ³	122,75
Total (R\$)	2.810,69				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 3.7 - Orçamento do Tanque séptico 3.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	39	un	15,58	un	607,62
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	59	un	8,19	un	483,21
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	4,67	m ²	8,92	m ²	41,66
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	19,87	m ²	15,9	m ³	315,93
Total (R\$)	2.493,06				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 3.8 - Orçamento do Tanque séptico 4.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	29	un	15,58	un	451,82
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	49	un	8,19	un	401,31
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	3,32	m ²	8,92	m ²	29,61
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	6,63	m ²	15,9	m ³	105,42
Total (R\$)	2.032,80				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 3.9 - Orçamento do Tanque séptico 5.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	18	un	15,58	un	280,44
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	38	un	8,19	un	311,22
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	1,85	m ²	8,92	m ²	16,50
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	3,15	m ²	15,9	m ³	50,09
Total (R\$)	1.702,89				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4.0- Orçamento do Tanque séptico 6.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	16	un	15,58	un	249,28
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	36	un	8,19	un	294,84
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	1,56	m ²	8,92	m ²	13,92
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	2,65	m ²	15,9	m ³	42,14
Total (R\$)	1.644,81				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4.1 - Orçamento do Tanque séptico 7.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	40	un	15,58	un	623,20
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	60	un	8,19	un	491,40
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	4,72	m ²	8,92	m ²	42,10
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	10,84	m ²	15,9	m ³	172,36
Total (R\$)	2.373,70				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4.2 - Orçamento do Tanque séptico 8.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	36	un	15,58	un	560,88
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	56	un	8,19	un	458,64
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	4,6	m ²	8,92	m ²	41,03
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	8,19	m ²	15,9	m ³	130,22
Total (R\$)	2.235,41				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4.3 - Orçamento do Tanque séptico 9.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	32	un	15,58	un	498,56
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	52	un	8,19	un	425,88
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	3,86	m ²	8,92	m ²	34,43
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	7,72	m ²	15,9	m ³	122,75
Total (R\$)	2.126,26				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4.4 - Orçamento do Tanque séptico 10.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	40	un	15,58	un	623,20
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	60	un	8,19	un	491,40
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	4,72	m ²	8,92	m ²	42,10
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	10,84	m ²	15,9	m ³	172,36
Total (R\$)	2.373,70				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4.5 - Orçamento do Tanque séptico 11.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	36	un	15,58	un	560,88
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	56	un	8,19	un	458,64
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	4,6	m ²	8,92	m ²	41,03
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	9,184	m ²	15,9	m ³	146,03
Total (R\$)	2.251,22				

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4.6 - Orçamento do Tanque séptico 12.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	Unidade	R\$	Unidade	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,5x1,5x0,03m)	77	un	15,58	un	1.199,66
Pilares de seção em "L"	20	un	21,59	un	431,80
Montagem das placas e pilares	97	un	8,19	un	794,43
Joelho 90 100mm	2	un	6,36	un	12,72
Cap 100mm	1	un	6,16	un	6,16
Tubo 100mm	4	un	10,99	un	43,96
Impermeabilização	12,44	m ²	8,92	m ²	110,96
Poços de Visita	1	1	550	un	550,00
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	28,6	m ²	15,9	m ³	454,74
Total (R\$)	3.604,43				

Fonte: Elaborada pela autora.

O somatório da construção dos tanques sépticos é R\$ 27.713,86.

No caso dos múltiplos tanques sépticos o orçamento da coleta de esgoto foi feito de acordo com Pimentel et al. (2014). Não havia dados da real declividade do terreno para dimensionamento dos diâmetros dos canos, por isso consideramos todos os canos com diâmetro de 150 milímetros de PVC, por ser um diâmetro e o material comumente usado para obras de esgoto. A comunidade não é pavimentada e isso foi levado em consideração no cálculo de implantação, apresentada na tabela 4.7. A unidade da rede coletora inclui o custo dos canos de PVC de 150mm e o custo de instalação da rede coletora, incluindo mão de obra. A unidade de ligação domiciliar inclui materiais e mão de obra.

Tabela 4.7 - Orçamento Rede Coletora.

Serviço e Material	Quantidade	Unidade	Custo Unidade	Custo por serviço
Rede Coletora	2.410,70	m	188,07	R\$453.380,35
Ligação domiciliar	264	un.	210,74	R\$55.635,36
Total				R\$509.015,71

Elaborado pela autora de acordo com Pimentel et al. (2014).

O valor total de construção dos tanques sépticos e a coleta de esgoto é de R\$ 533.729,57.

4.2.1.3 Tempo de construção

Não há coleta de esgoto nem nenhum direcionamento do efluente portanto seria necessário a implantação total da coleta de esgoto. O solo é sem pavimentação e de acordo com a empresa SóPinturas a evolução seria de 100 metros por dia. Resultando em um tempo de 34 dias para a construção da rede.

O tempo de construção do tanque séptico levaria de 10 à 15 dias.

4.2.2 Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente

4.2.2.1 Dimensionamento

O filtro anaeróbio receberia todo o efluente proveniente do tanque séptico, inclusive, água da lavagem de roupas e limpeza.

Para obtermos o volume útil do leito filtrante (V_u) usamos a população total da comunidade, a contribuição de esgoto conforme a tabela 1.2 para padrão baixo de ocupação e o tempo de detenção hidráulica de esgotos conforme a tabela 1.8 (usando a temperatura média do mês mais frio $14,4^{\circ}\text{C}^{17}$).

O volume (litros) útil do leito filtrante (V_u) é calculado pela fórmula:

$$V_u = 1,6 NCT$$

Sendo: N é o número de contribuintes (número de pessoas);
C é a contribuição de despejos, em litros x habitantes/dia;
T é o tempo de detenção hidráulica, em dias.

Portanto o volume calculado para as comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros:

$$V_u = 1,6 \times 924 \times 100 \times 0,5$$

Obtivemos o volume útil do leito filtrante de 73.920 litros, ou 73,92 metros³ que está acima do critério mínimo da NBR 13969 (1997).

Conforme a NBR 13969 a altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20 metros, fazendo com que as medidas do tanque sejam ou um filtro quadrado de 7,85 metros de lado ou um filtro cilíndrico de 3,93 m de raio.

A área de implantação seria junto ao tanque séptico, pois o filtro é um tratamento secundário e receberia o efluente após este passar pelo tanque séptico.

¹⁷ Temperatura obtida pela organização climate data.

4.2.2.2 Orçamento

O orçamento foi baseado em Santos e Gliglio (2012) com concreto armado. As dimensões do filtro são 1,2 metros de profundidade por 7,5 metros de largura e 8,85 metros de comprimento. O filtro calculado foi o filtro retangular totalmente preenchido com meio suporte e o sistema de distribuição é através de tubos perfurados conforme a NBR 13969 (1997) .

O meio suporte escolhido foi o material mais barato conforme a tabela 1.9, escória de alto forno. O orçamento está apresentando na tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Orçamento do Filtro Anaeróbio.

Serviço/Material	Quantidade (unidade)	R\$/un	Total (R\$)
Placas pré-moldadas (0,6x1,25x0,03m)	220 un	15,58 un	3.427,60
Placas pré-moldadas (0,30x1,25x0,03m)	14 un	9,04 un	126,56
Pilares de seção em "L"	8 un	29,51 un	236,07
Montagem das placas e pilares	242 un	8,19 un	1.981,98
Joelho 90 100mm	2 un	6,36 un	12,72
Impermeabilização	66,38 m ²	8,92 m ²	592,11
Poços de Visita	1 un	550 un	550
Escavação em solo lamacento, turfoso e arenoso saturado.	79,65 m ³	15,9 m ³	1.266,44
Material filtrante	79,65 m ³	30,06 m ³	2.391,89
Total (R\$)			10.585,37

Fonte: Elaborada pela autora.

O valor total de construção do filtro anaeróbio de fluxo ascendente é de R\$ 10.585,37. O filtro receberá o efluente que passou pelo tanque séptico, portanto usaria a mesma rede coletora.

4.2.2.3 Tempo de construção

De acordo com a empresa SóPinturas o tempo médio para a construção de um filtro anaeróbio seria de 7 à 10 dias.

4.2.3 Biodigestor

4.2.3.1 Dimensionamento

O dimensionamento do biodigestor foi feito de acordo com Modjinou (2014) e biodigestor projetado é o tipo canadense que receberia somente matéria fecal e resíduos orgânicos da comunidade, entretanto, o cálculo da produção de gás considerou somente a matéria fecal, por não termos dados de resíduos da comunidade.

O potencial de produção de gás - PPG (tabela 2.0) foi calculado conforme quantidade de fezes geradas na comunidade. Usamos os valores de Herrero (2008) de produção de fezes por adulto (0,4 kg/dia) e por crianças (0,2 kg/dia) e considerando crianças até a idade de 12 anos (ESTATUTO DA CRIANÇA E DA ADOLESCENTE, 1990). Nas comunidades temos 681 adultos e 243 crianças, portanto a produção por dia é:

$$243 \times 0,2 + 681 \times 0,4 = 321 \text{ Kg por dia.}$$

Potencial de produção de gás (PPG):

$$\text{Menor PPG} = 321 \times 0.020 = 6,42 \text{ m}^3$$

$$\text{Maior PPG} = 321 \times 0.028 = 8,99 \text{ m}^3$$

Conforme tabela 2.2 obtivemos o coeficiente de simultaneidade (k) de 0,85. E conforme Modjinou (2014) supomos o tempo de detenção de 50 dias e o volume de descarga fresca (Qf) de 6 litros por pessoa. Adotamos o valor do efluente por dia (Q) pela tabela 1.2 para padrão baixo de 100 L/dia.

Para 924 pessoas o Volume total seria de:

Volume do reator (Vs) :

$$V_s = n \times k \times Q$$

$$V_s = 924 \times 0,85 \times 100$$

$$V_s = 78.540 \text{ litros}$$

$$V_s = 78,54 \text{ m}^3$$

Volume do tanque anaeróbio (Vb):

$$V_b = 1/2 \times k \times n \times T_{dt} \times Q_f$$

$$V_b = 1/2 \times 0,85 \times 924 \times 50 \times 6$$

$$V_b = 117.810 \text{ litros}$$

$$V_b = 117,81 \text{ m}^3$$

Volume total (V):

$$117,81 \text{ m}^3 + 78,54 \text{ m}^3 = 196,35 \text{ m}^3$$

O biodigestor seria feito com alvenaria sendo tipo canadense.

Também foi dimensionado o tanque de retenção do biogás que recebe o gás proveniente de um tanque séptico comum conforme Modjinou (2014), sendo que o tanque séptico receberia todo o esgoto da casa incluindo água de limpeza. Conforme Ávila (2005) a eficiência na remoção de sólidos totais varia de 20 à 90% no tanque

séptico. Consideramos a eficiência de 60% e desta forma obtemos a possível produção de biogás pelo excremento humano.

Menor potencial de produção:

$$60\% \times 6,42 = 3,852 \text{ m}^3$$

Maior potencial de produção:

$$60\% \times 8,99 = 5,394 \text{ m}^3$$

De acordo com Asmare (2014) calculamos o gasômetro para 50% do máximo total produzido diariamente, resultando no volume do tanque de 2,7 m³.

4.2.3.2 Orçamento

O orçamento do biodigestor canadense foi estimado conforme Torres et al. (2012) e está apresentado na tabela 4.9.

Tabela 4.9 - Custo Preliminar do Biodigestor.

Material e Serviço	Quantidade	Preço por Unidade (R\$)	Custo (R\$)
Escavação manual em terra	196,35 m ³	14,23	2.794,06
Concreto Armado condição B ¹⁸	32,77 m ³	1.165,68	38.197,00
Tubos de PVC rígidos	15 m	16,06	240,90
Lona Sansuy	163,63 m ²	17,50	2.863,44
Gerador	1 un	14.859,00	14.859,00
Motobomba	1 un	5.590,00	5.590,00
Total			64.543,50

¹⁸ Conforme NBR 12655 de 2006.

Fonte : Elaborado pela autora conforme Torres et al. (2012).

O orçamento da câmara de armazenamento do biogás, junto com os materiais necessários para recolhê-lo em pequenos botijões está apresentado na tabela 5.0, sendo baseado no Preço Base Saneago (2012) e Prado et al. (2012).

Tabela 5.0 - Orçamento do Tanque de Retenção do Biogás.

Material	Unidade	Preço Unidade (R\$)
Caixa Alvenaria (1,70 x 1,70 x 1,40 m)	1 un.	1.288,45
Eluma Bucha cobre 4x1	1 un.	4
JackWall Torn, Naiple 3x3	1 un.	20
JackWall União red. 3x1	1 un.	4
Mangueira para gás 8x4	1,5 m.	8,85
Naiple Rosca	1 un.	1
Registro Esfera torneira	1 un.	19,2
Silicone	2 un.	3,8
Válvula de Alivio	1 un.	12
Veda Rosca	1 un.	2,75
Abraçadeira Rosca sem Fim 3x4	2 un.	1,26
Total		1.374,80

Fonte: Elaborada pela autora.

Para o cálculo da produção energética usamos a tabela 2.6 para a equivalência do biogás em gás de cozinha.

Média de produção diária de Biogás:

$$(3,852 + 5,394) / 2 = 4,623 \text{ m}^3 \text{ de biogás}$$

Equivalência em Gás de Cozinha (GLP):

$$4,623 \text{ m}^3 \times 0,396 \text{ kg/m}^3 = 1,831 \text{ kg de GLP}$$

O preço de um botijão de gás de 13kg está R\$ 53,00 (Globo, 2015), portanto 1 kilo de gás de cozinha custa 4,08 e em um ano (365 dias) haverá uma economia de:

$$365 \text{ dias} \times 1,831 \text{ kg} = 668,315 \text{ kg/ano}$$
$$668,315 \text{ kg/ano} \times \text{R\$ } 4,08 = \text{R\$ } 2.726,75.$$

O preço final de construção do tanque de retenção do biogás é R\$ 1.374,80, entretanto a produção e uso do gás gera um rendimento de R\$ 2.726,75, sendo o lucro final de R\$ 978,82 em um ano.

4.2.3.3 Tempo de construção

De acordo com a empresa de engenharia civil Sópinturas o tempo médio para construção do tanque de retenção de biogás seria de 10 dias.

4.2.4 Banheiro Seco

4.2.4.1 Dimensionamento

Nas comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros o banheiro seco trataria somente a matéria fecal e resíduos orgânicos da comunidade. Outros efluentes como água da cozinha, de limpeza e de urina, não teriam tratamento. O banheiro seco projetado é o banheiro por meio da rotação de baldes de acordo com Porto e Simões (2016).

O valor médio de baldes para cada família deve ser 5 baldes (19 litros cada). Resultando em um total de 1,320 baldes, neste caso arredondado para 1.350 baldes. Estes baldes devem usados para o banheiro e para acúmulo de resíduos sólidos.

Segundo a ONG GiveLove, parceira no projeto de instalação dos banheiros secos, o padrão de preenchimento dos baldes é de 0,33 baldes/pessoa x semana de dejetos humanos e são entregues na central, em média, com 2/3 do volume preenchido. Utilizou-se como medida de segurança uma média de 0,4 baldes/pessoa x semana e manteve-se o dado prático de preenchimento em 2/3 do volume.

Quantidade de resíduo fecal produzido:

$$0,4 \text{ baldes semana/pessoa} \times 954 \text{ pessoas} = 381,6 \text{ baldes por semana}$$

$$381,6 \times 19 \text{ litros} = 7.250,4 \text{ litros por semana}$$

$$2/3 \times 7.250,4 \text{ litros} = 4.833,6 \text{ litros por semana}$$

$$4.833,6 \text{ litros} \times 4 \times 0,001 = 19,34 \text{ m}^3 \text{ por mês}$$

De maneira a obter-se as temperaturas ideais e garantir um composto de qualidade, será necessário adicionar à pilha uma quantidade de resíduo orgânico e dejetos humanos na proporção de 1:1.

$$\text{Resíduo Orgânico } 19,34 \text{ m}^3 \text{ por mês}$$

O volume total de serragem para atender ao sistema por completo (banheiro + resíduos orgânicos) foi estipulado a partir de dados práticos de Porto e Simões (2016) no qual o consumo mensal de serragem por pessoa é 0,033 m³ por mês. Entretanto a serragem sofre um adensamento de 50% do volume após uso.

Volume inicial e final da serragem por mês:

$$954 \text{ pessoas} \times 0,033 \text{ m}^3/\text{pessoa} = 31,48 \text{ m}^3$$

$$31,48 \text{ m}^3 \times 0,5 = 15,74 \text{ m}^3$$

Outra medida essencial ao processo é a de adição de matéria orgânica seca na proporção de 1:1:3 (Dejetos Humanos + Resíduos Orgânicos + Matéria orgânica seca).

O que reduz volume em dois terços na compostagem. Resultando em um volume de matéria orgânica seca de :

$$19,34 \text{ m}^3 \times 3 \times 1/3 = 19,34 \text{ m}^3 \text{ por mês}$$

Volume final:

$$19,34 + 15,74 + 19,34 = 54,42 \text{ m}^3 \text{ por mês.}$$

O volume das composteiras se respalda em dados práticos e na altura máxima recomendada de 1.2 metros, adotamos as dimensões 3,2 m x 2,4 m x 1,2 m.

Volume de uma composteira :

$$2,4 \text{ m} \times 3,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 9,22 \text{ m}^3$$

Número de composteiras por mês:

$$54,42 \text{ m}^3 \text{ por mês} / 9,22 \text{ m}^3 = 5,902 \text{ composteiras}$$

Em relação ao tempo de retenção adota-se um valor total de 9 meses, utilizado como tempo de detenção máxima pela ONG SOIL (2015). Consideramos que a retração no volume da pilha seja de 50% do volume total após 5 meses o que resultou no número total de leiras apresentadas na tabela 5.1.

5.1 - Cálculo de Leiras de Compostagem.

	1 ¹⁹	2 ²⁰	3 ¹⁵	4 ¹⁵	5 ¹⁵	6 ¹⁵	7 ¹⁵	8 ¹⁵	9 ¹⁵	10 ¹⁵
Composteiras Geradas	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

¹⁹ Mês

²⁰ Meses

Composteiras Livres	0	0	0	0	0	0	3	3	6	6
Composteiras Usadas	6	6	6	6	6	6	3	3	0	0
Total de Composteiras	6	12	18	24	30	36	39	42	45	45

Fonte: Elaborado pela autora conforme Porto e Simões (2016).

Para o cálculo da área das leiras e das passagens entre cada uma usamos o fator 1,5 resultando na Área total de :

$$2,4 m \times 3,2 m = 7,68 m^2$$

$$1,5 \times 45 \times 7,68 m^2 = 518,4 m^2$$

Entretanto outras áreas serão necessárias para acúmulo de matéria seca, serragem e ferramentas, então a área total seria de 550 m². Esse espaço é comportado pela área da figura 2.3 se for possível que o centro de reciclagem ceda parte do espaço.

4.2.4.2 Orçamento

O orçamento foi feito conforme Porto e Simões (2016) e estão apresentados nas tabelas 5.2 e 5.3.

Tabela 5.2 - Orçamento da Implantação e Funcionamento do Primeiro Ano do Banheiro Seco.

Materiais	Quantidade	Unidades	Custo Unitário (R\$)
Baldes	1.350	un.	14,10
Assento Bacia Sanitária	270	un.	17,47
Serragem	31,48	m ³	10,00

Cerca área compostagem	600	m.	0,07
Enxada	2	un.	59,80
Facão	2	un.	26,90
Termômetro	2	un.	25,00
Carrinho de mão	2	un.	94,00
Luva Cano Longo	4	un.	22,61
Operador	2	pessoas	953,00
Água	6.144	litros	0,06
Total			51.906,22

Fonte: Elaborado pela autora conforme Porto e Simões (2016).

Tabela 5.3 - Orçamento dos Anos Consequentes do Banheiro Seco.

Materiais	Quantidade	Unidades	Custo Unitário (R\$)
Serragem	31,48	m ³	10,00
Enxada	2	un.	59,80
Luva Cano Longo	4	un.	22,61
Operador	2	pessoas	953,00
Água	6.144	litros	0,06
Total			31.283,32

Fonte: Elaborado pela autora conforme Porto e Simões (2016).

A área das composteiras dimensionadas são sem cobertura e para tal é necessário que sejam instaladas canaletas para escoamento da água de chuva.

4.2.4.3 Tempo de construção

O tempo necessário para implantar a tecnologia depende fundamentalmente da compra de materiais, contratação de serviços, limpeza da área

da compostagem e principalmente da confecção das bacias sanitárias. A confecção poderia ser feita pelos moradores e o tempo de implantação dependerá da disposição e horário dos mesmos.

5. DISCUSSÃO

5.1 Comunidade Grilo

Os custos finais das implantações de tecnologias estão representados na tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Custos Finais de Implantação.

Tecnologias de Tratamento	Custo (R\$)
Tanque Séptico	418.070,30
Filtro Anaeróbio	12.001,10
Biodigestor Canadense	69.098,33
Câmara de Retenção	1.374,80
Banheiro Seco 1º ano	58.213,00
Banheiro Seco Anos Consequintes	31.867,00

Fonte : Elaborado pela autora.

5.1.1 Tanque Séptico

No dimensionamento do tanque séptico é necessário reavaliar a contribuição diária. Na comunidade Grilo 90% das moradias obtém água de forma irregular usando “gato”.

No cálculo da tecnologia usamos a contribuição diária de moradias de padrão baixo, entretanto é possível que ocorra intermitência na distribuição de água, diminuindo seu consumo diário e portanto o despejo diário para tratamento. Ocasionalmente a diminuição do tamanho do tanque séptico.

A comunidade Grilo fica ao entorno de um córrego. Uma dúvida constante no decorrer do projeto é como seria possível a construção e aplicação do tanque séptico com a distância mínima preestabelecida de 15 metros de poços freáticos e corpos d'água. Portanto, a instalação do tanque séptico é ilegal. De forma a respeitar a legislação vigente o tanque séptico deveria estar em outro local, sendo que o sistema de coleta de esgoto já despeja neste córrego a carga orgânica da comunidade sem tratamento. A alteração do local de implantação demandaria um sistema de coleta novo e um encaminhamento para outro local, o que somente poderia ser feito pela prefeitura, entretanto, esta não poderá aplicar a coleta de saneamento sem a escritura das casas. O respeito da legislação, no caso da comunidade Grilo, torna projetos de saneamento realizados pela população inviáveis, deixando os moradores à mercê de processos judiciais para legalização da área como um todo.

No caso da comunidade, devido o despejo é a céu aberto, o esgoto irá pela gravidade à altitude mais baixa encontrando os corpos d'água e aumentando o nível de matéria orgânica e patógenos no rio. Portanto, o tanque séptico seria um tratamento primário para que o despejo que já está sendo alocado no rio tenha uma DQO e uma DBO menores aumentando a capacidade do corpo d'água de se autodepurar.

Avaliando o orçamento do tanque séptico é necessário recalcular os resultados, pois o orçamento se baseia em um trabalho de 2011 e não teve cálculo de inflação, deve portanto ser visto como uma análise preliminar.

A implementação do tanque séptico teria um custo de R\$ 418.070,30. Como a comunidade não é uma área regularizada, se a obra fosse feita sem incentivo da prefeitura o custo mensal para cada moradia seria de R\$ 116,91 por um ano.

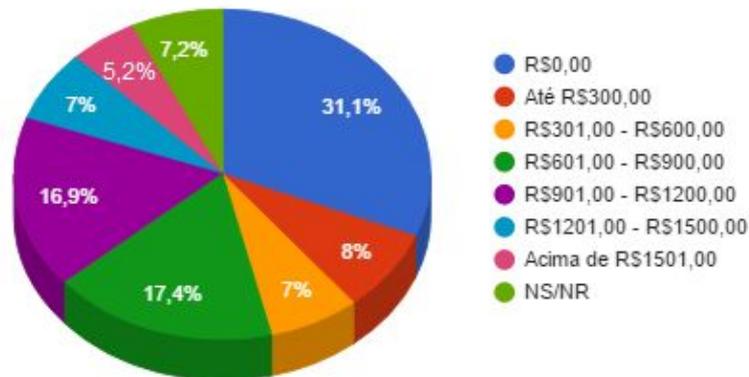
Em dois anos o custo se diluiria para R\$ 58,46 mensais.

Uma forma de diminuir este custo, sendo que a coleta de esgoto representa o maior investimento necessário, é aproveitar a coleta atual de esgoto e direcioná-la para o tanque séptico.

Da comunidade, 4% dos moradores que não possuem banheiro próprio e nestas casas se faz necessário a implantação da coleta de esgoto. Mas supondo que seja apenas necessário refazer parte do sistema de coleta (20%), o custo do projeto diminuiria para R\$ 91.524,97. Resultando no parcelamento por um ano de R\$ 25,60 mensais ou por dois anos de R\$ 12,80 mensais.

A renda dos moradores acima de 18 anos está representada pelo gráfico 2.4.

Gráfico 2.4 - Renda dos Moradores da comunidade Grilo.



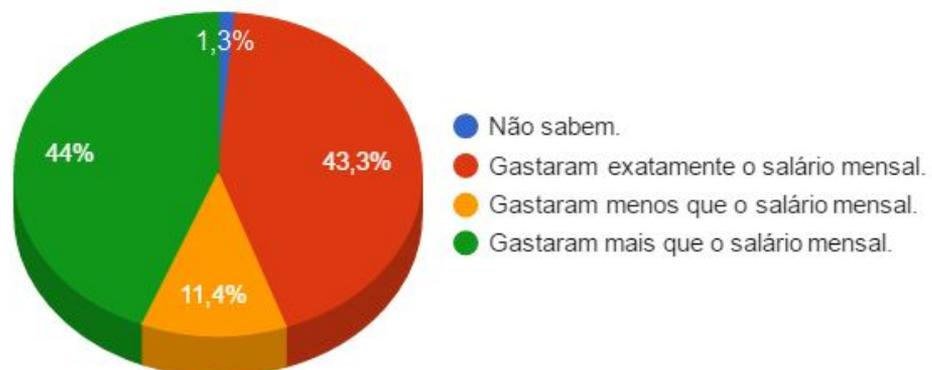
Fonte : Teto Brasil, 2016.

A renda mensal média per capita da comunidade é R\$ 373,64.

Supondo dois cenários, total coleta e somente 20% da coleta e a diluição do custo por dois anos, o investimento no saneamento representaria respectivamente o investimento 15,65% e 3,43% do salário total.

Na gráfico 2.5 podemos ver a disponibilidade do salário de cada família. Somente 11,4% das famílias gastaram menos que o salário recebido e portanto teriam disponibilidade de investir em saneamento.

Gráfico 2.5 - Disponibilidade do salário mensal.



Fonte : Teto Brasil, 2016.

A comunidade possui área livre para a instalação do tanque e há uma coleta parcial do esgoto o que diminuiria o custo de instalação.

Em relação a destinação final do efluente após tratamento pode-se usar um sumidouro ou encaminhar para o Rio. No caso da comunidade Grilo sua localização está na Bacia Aricanduva/Taubaté e o rio principal é o rio Aricanduva, o córrego que atravessa a comunidade desemboca neste rio, entretanto por falta de dados consideramos a alternativa sumidouro mais provável.

No caso do sumidouro a legislação determina em função da capacidade de absorção do terreno sendo necessário um ensaio de infiltração do solo. A distância mínima entre o fundo do sumidouro e o nível do aquífero máximo é de 1,5 m e desta forma se faz necessário descobrir a altura do nível freático.

Levando em consideração o tempo de construção, a implantação da coleta de esgoto é o processo mais demorado, mas devido a falta de pavimentação da comunidade seria feito em um tempo menor.

5.1.2 Filtro com fluxo ascendente

O filtro seria usado para aumentar a eficiência do tanque séptico sendo seu custo final o somatório da coleta de esgoto, da construção do tanque séptico e da construção do filtro biológico.

Uma forma de diminuir significativamente o custo da tecnologia é reaproveitar materiais alternativos para usar de meio filtrante. Como bambu e Garrafas de Politereftalato de etileno (PET). De acordo com Farias (2004) o filtro de PET é eficiente e diminui o custo de implantação de tecnologia.

No caso da comunidade Grilo o custo de implantação do filtro diminuiria para R\$ 9.239,33. O somatório final com a implantação do tanque séptico e coleta total seria de R\$ 427.309,63 e com coleta parcial (20%) de R\$ 100.764,30.

Diluindo este custo em 2 anos o custo mensal por família seria respectivamente R\$ 59,75 e R\$ 14,09, o que representa o investimento de 16,00% e 3,73% do salário mensal. Entretanto conforme o gráfico 2.5 só 11,4% das famílias têm disponibilidade salarial para investir em saneamento.

Sobre a eficiência do tratamento do tanque séptico junto com o filtro anaeróbio a remoção de DQO seria de 60 a 95% e os sólidos sedimentáveis teriam eficiência de remoção de 90% ou mais. O que aumentaria a capacidade do córrego de se autodepurar.

Em relação aos aspectos construtivos, a área disponível para implantação da tecnologia (mapa 1.5) comporta a construção do tanque séptico e do filtro anaeróbio, o tempo de construção é curto.

Assim como no tanque séptico a contribuição diária de esgoto e o orçamento devem ser revisados.

5.1.3 Biodigestor

O biodigestor convencional dimensionado é financeiramente inviável devido a produção baixa de biogás de efluentes domésticos.

A segunda opção de retenção da produção de biogás é financeiramente viável após a construção do tanque séptico. Entretanto, não seria viável a implantação de encanamento do gás, devido a necessidade de bombas para aumentar a pressão e o custo da construção do encanamento.

Desta forma a tecnologia só seria aplicada com a disposição dos moradores no recolhimento do biogás produzido diariamente, contudo isso exigiria muito dos moradores que nas casas mais distantes teriam que carregar um botijão de gás por até 400 metros. O caminho na comunidade Grilo não é íngreme, mas um botijão vazio pesa em média 15 quilos e seria um grande esforço para os moradores carregá-los até o ponto de coleta e depois retornar com o botijão carregado e mais pesado. Visto que houvesse esse empenho e possibilidade a implantação somente do tanque retentor geraria lucro após um ano da instalação.

A tabela 5.5 apresenta os custos para cada família e a porcentagem que estes custos representam no salário mensal de cada família.

Tabela 5.5 - Investimento das famílias para construção do tanque de retenção de biogás.

	Custo instalação (R\$)	Investimento mensal por família por 1 ano.	Porcentagem do salário mensal em 1 ano.	Investimento mensal por família por 2 anos.	Porcentagem do salário mensal em 2 anos.
Biogás	1.374,80	R\$ 0,38	0,10%	R\$ 0,19	0,05%
Tanque Séptico + Coleta de Esgoto 100% + Biogás	419.445,10	R\$ 117,29	31,06%	R\$ 58,65	15,70%
Tanque Séptico + Coleta de Esgoto 20% + Biogás	92.899,77	R\$ 25,98	6,95%	R\$ 12,99	3,48%

Fonte : Elaborado pela autora.

O retorno do investimento no biogás é apresentado na tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Retorno da Produção do Biogás por família.

	Retorno Produção Biogás por família			
	Custo diluído em 1 ano		Custo diluído em 2 anos.	
	Custo 1º ano	Retorno 2º ano	Custo 1º e 2º ano	Retorno 3º ano
Abatimento construção 1 ²¹	R\$ 116,42	R\$ 0,87	R\$ 57,77	R\$ 0,87
Abatimento construção 2 ²²	R\$ 25,11	R\$ 0,87	R\$ 12,12	R\$ 0,87

Fonte : Elaborado pela autora.

²¹ Construção 1 - Tanque Séptico + Coleta de Esgoto 100% + Biogás

²² Construção 2 - Tanque Séptico + Coleta de Esgoto 20% + Biogás

Para o total retorno financeiro da construção da coleta 100%, o tanque séptico e o tanque de retenção seriam necessários 135 anos, no caso de coleta parcial (20%) o retorno seria em 30 anos.

Para o uso do biogás é necessário purificá-lo, há equipamentos simples para tal e diversas tecnologias, como o purificador da marca BGS e é constituído por um composto químico acondicionado em material plástico que filtra o ácido sulfídrico e outros gases que são corrosivos aos equipamentos, seu custo é de 41 reais (NASCIMENTO e ACÁCIO, 2014).

A construção do tanque de retenção de gás é rápida e a geração do gás é diária.

5.1.4 Banheiro Seco

O tecnologia de banheiro seco é efetiva e é comportada pelo espaço disponível na comunidade.

O investimento no primeiro ano seria de R\$ 16,40 por mês por família e nos anos seguintes de R\$ 8,91 por mês. O que representa o investimento salarial mensal de 4,39% e 2,38% respectivamente. No caso da diluição do custo de implantação por dois anos, o custo por família seria de R\$ 12,65 por mês e R\$ 8,91 nos meses seguintes. Representado 3,40% do investimento salarial mensal por dois anos e 2,38% de investimento nos anos seguintes.

Essa tecnologia de saneamento é a de maior custo de manutenção, sendo necessário R\$ 31.967,00 por ano devido aos custos de serragem e dos trabalhadores.

Outro ponto é a distribuição do composto final, pois se faz necessário algum local para sua destinação.

Uma dificuldade na implantação é a barreira cultural dos indivíduos devido ao costume dos sanitários hidráulicos. Na comunidade 95% das famílias têm acesso a água dentro de casa e possuem sanitários com descarga, tornando a adaptação para banheiro seco mais difícil. Além disso, o tratamento seria somente para excremento e resíduos sólidos da comunidade, que já possui ponto de coleta de resíduos sólidos. O banheiro seco não trataria a urina da população, nem efluentes domésticos provenientes de outras atividades, que continuariam a ser despejadas à céu aberto. Podendo causar a disseminação de doenças e a degradação ambiental.

Pode-se haver resistência se os indivíduos tiverem aversão ao próprio resíduo, comportamento que ocorre devido a afirmação, de séculos atrás, que os dejetos humanos deveriam ser afastados ao máximo de sua fonte para evitar contaminações (Porto e Simões, 2016).

No banheiro seco é necessário o transporte dos baldes com fezes, serragem e cascas de alimentos pelos moradores. Na comunidade Grilo o terreno não é íngreme, mas os baldes carregados são pesados e as casas nos extremos da comunidade andariam até 400 metros para o centro de compostagem. Estes compostos teriam que ser carregados constantemente para não acumularem e mesmo com a serragem a matéria orgânica libera um odor desagradável.

Por estes fatores o banheiro seco é dificilmente implantado.

5.2 Comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros

Os custos finais das implantações de tecnologias estão representados na tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Custos Finais de Implantação.

Tecnologias de Tratamento	Custo (R\$)
Tanque Séptico	701.054,47.
Tanques Sépticos	533.729,57.
Filtro Anaeróbio	10.585,37
Biodigestor Canadense	64.543,50
Câmara de Retenção	1.374,80
Banheiro Seco 1º ano	51.906,22
Banheiro Seco Anos Consequintes	31.283,32

Fonte : Elaborado pela autora.

5.2.1 Tanque Séptico

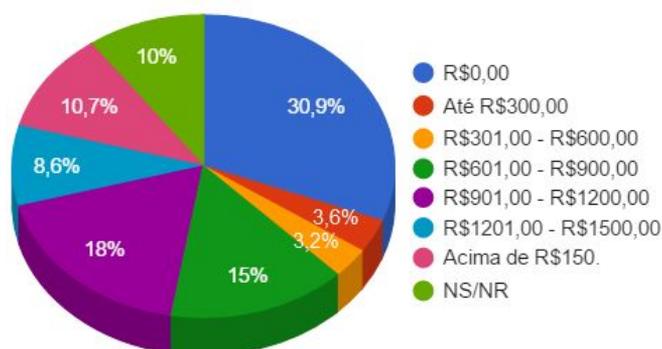
As comunidades obtêm água de duas formas: ou irregular ou por poços no terreno, desta forma, a contribuição diária de esgoto é inconstante, o que altera o dimensionamento do tanque séptico. A contribuição deve ser reavaliada.

Como os moradores retiram água dos poços em seus terrenos para o consumo é essencial que ela não esteja contaminada. Evitando disseminação de doenças. O tanque séptico faria o tratamento primário da água, mas seu efluente ainda seria despejado no mesmo lençol freático que supre o consumo humano de água da comunidade. Não sendo então, viável sozinho. Os locais de implantação dos tanques sépticos ficam a mais de 15 metros do corpo d'água e estariam dentro da legislação.

A alternativa de múltiplos tanques sépticos têm menor custo e portanto ela será avaliada. O custo total seria de R\$ 509.015,71, gerando um custo mensal para cada moradia seria de R\$ 160,67 por um ano, em dois anos o custo se diluiria para R\$ 80,38 mensais.

A média da renda mensal per capita é R\$ 483,46. A renda dos moradores acima de 18 anos está representada pelo gráfico 2.6.

Gráfico 2.6 - Renda dos Moradores das comunidades Vila Medeiros e Vila Moraes.

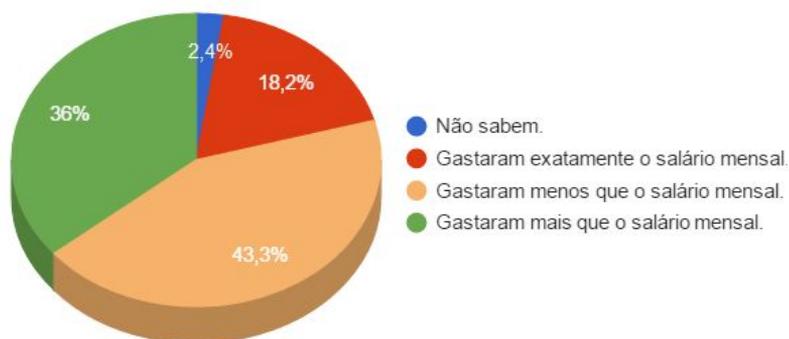


Fonte : Teto Brasil, 2016.

O investimento no saneamento representaria respectivamente o investimento 33,44% e 16,63% do salário total.

A instalação da rede completa de coleta de saneamento fica financeiramente inviável. Na gráfico 2.7 podemos ver a disponibilidade do salário de cada família: 43,3% das famílias gastaram menos que o salário recebido e portanto teriam disponibilidade de investir em saneamento.

Gráfico 2.7 - Disponibilidade do salário mensal.



Fonte : Teto Brasil, 2016.

Na destinação final do efluente após tratamento pode-se usar um sumidouro ou encaminhar para o Rio. O local da comunidade Vila Moraes e Vila Medeiros é na bacia da Billings no braço Rio Grande. Este rio tem classe II de acordo com Nishimura, Moschini-Carlos e Pompeo (2003). E portanto, para que o lançamento seja feito dentro da lei deve estar dentro dos padrões CONAMA (2011) para lançamento em rio classe II.

5.2.1 Filtro com fluxo ascendente

O filtro seria usado para aumentar a eficiência do tanque séptico sendo seu custo final o somatório da coleta de esgoto, da construção do tanque séptico e da construção do filtro biológico. O centro de reciclagem comportaria o espaço do filtro.

Mesmo usando Garrafas de Politereftalato de etileno (PET) como meio suporte do filtro o custo total seria de R\$ 711.347,95, a parcela mensal seria de R\$ 112,27 por 2 anos, representando 23,22% do salário.

Apesar do filtro aumentar a eficiência do tratamento a instalação não é financeiramente viável.

5.2.3 Biodigestor

O biodigestor convencional dimensionado têm um custo de implantação de R\$ 64.543,50. E se diluído em 2 anos resultaria no custo por família de R\$ 10,19 representando 2,11% de investimento mensal.

O retorno anual seria de R\$ 4.543,81, ou seja, R\$ 1,43 por família por mês, se houvesse disposição dos moradores no recolhimento do biogás produzido diariamente. Também seria necessário a disposição de encaminhar suas fezes para o biodigestor o que poderia ser feito por meio de baldes (custariam R\$ 8.460,00 sendo 2 por família), a possibilidade das famílias carregarem estes baldes é nula e portanto isto descarta a implantação do biodigestor.

O biodigestor poderia ser construído na área do centro de reciclagem caso eles cedam espaço para tal, entretanto para recolher o biogás e transportar os resíduos seria necessário que as famílias mais distantes carregassem o botijão de gás e o balde com resíduos por até 1 quilômetro.

Nessas comunidades o terreno é acidentado e ao transporte é inviável sem algum meio de transporte. Como a comunidade possui ruas largas e portanto entrada para carros, seria possível que o botijão fosse transportado pelo carro da família ou por meio de um rodízio com os carros disponíveis.

A segunda opção da retenção da produção de biogás é financeiramente inviável, pois necessita da implantação da coleta de esgoto e do tanque séptico.

5.2.4 Banheiro Seco

O tecnologia de banheiro seco é efetiva e é comportada pelo espaço disponível nas comunidades.

O investimento no primeiro ano seria de R\$ 16,38 mensais por família e nos anos seguintes de R\$ 9,87 por mês. O que representa o investimento salarial mensal de 3,39% e 2,04% respectivamente. No caso da diluição do custo de implantação por dois anos, o custo por família seria de R\$ 13,13 mensais e R\$ 9,87

nos meses seguintes. Representado 2,72% do investimento salarial mensal por dois anos e 2,04% de investimento nos anos seguintes.

Essa tecnologia de saneamento é a de maior custo de manutenção, sendo necessário R\$ 31.283,32 por ano devido aos custos de serragem e dos trabalhadores.

Outro ponto é a distribuição do composto final, pois se faz necessário algum local para sua destinação. Como a localização das comunidades fica em uma área bem conservada com bastante vegetação é possível a disposição do composto.

O tratamento seria para excrementos e resíduos sólidos, diminuindo o descarte dos mesmos nos solo acima do lençol freático e, portanto, a chance de contaminação por doenças feco-orais. O banheiro seco não trataria a urina da população, nem efluentes domésticos provenientes de outras atividades, que continuariam a ser despejadas nas fossas.

Dos moradores, 94% usam fossa como forma de descarte das fezes, a aceitação para banheiros secos pode ser mais fácil, entretanto os baldes devem ser levados para o centro de compostagem pelos moradores e na Vila Moraes alguns moradores teriam que andar mais de 1 quilômetro em um terreno pedregoso com um composto que libera um odor desagradável.

A população das comunidades provavelmente teriam alta resistência a implantação dessas tecnologias devido ao cansaço físico e mal estar causados pelo contato e transporte dos resíduos. Culturalmente o banheiro seco é de difícil implantação.

5.3 Participação das comunidades

Para a aplicação de qualquer tecnologia será necessário a participação das famílias, pois não há pretensão atual da prefeitura em regularizar os terrenos nas comunidades e portanto não há projetos para as comunidades. A formação da comunidade Grilo foi em 1981 e após 35 anos não houve intervenções sanitárias. Assim como as comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros que tiveram o começo de sua formação em 1991 e até hoje não houve intervenções.

Desta forma, a participação se faz essencial na escolha, instalação e manutenção da tecnologia de tratamento de esgoto, porque deve ser financiada pelos

usuários. Além disso é uma forma de habilitar os moradores sobre a importância do meio ambiente e do saneamento básico criando um senso de coletividade.

Uma outra forma de aumentar o senso de coletividade e conscientizar os moradores além de diminuir o custo de implantação é a realização de mutirões para instalação das tecnologias. Os mutirões são comuns em nas comunidades que o TETO trabalha e são normalmente realizadas pela junção de voluntários e moradores.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho dimensionou e avaliou a implantação de tecnologias de tratamento de esgoto para comunidades carentes de centros urbanos, almejando a melhora de qualidade de vida para moradores da comunidade pela garantia da saúde e do meio ambiente equilibrado.

As tecnologias escolhidas para avaliação não são convencionais e buscam a melhor adaptação e aplicação em comunidades. As quatro formas de tratamento de esgoto avaliadas: tanque séptico, filtro anaeróbio, biodigestor e banheiro seco, podem ser aplicadas em comunidades.

No caso da comunidade Grilo, a tecnologia que melhor se adapta na comunidade é o tanque séptico e se a comunidade quiser, o tanque de retenção do biogás. O tanque séptico é a tecnologia demanda menos manutenção, apesar do custo alto de instalação. Este custo pode ser diluído da melhor forma para os moradores e ser parcialmente financiado por qualquer entidade que tenha interesse. No caso de não haver financiamento por terceiros o recomendado é diluir o custo de implantação por 2 anos.

O tanque séptico proporciona o tratamento total de efluentes da comunidade diferentemente do banheiro seco. Apesar de não ser tão eficaz na diminuição da DQO e na remoção dos sólidos sedimentáveis como seria a sua junção com o filtro anaeróbio, após o tempo de construção e adaptação, há a possibilidade de aumentar a eficiência com a instalação do filtro.

Uma consideração essencial é que a instalação do tanque séptico perto dos corpos d'água é ilegal assim como a própria comunidade e desta forma a construção do tanque não estaria de acordo com a legislação.

Em relação ao tanque de retenção do biogás, sua execução é a única com retorno financeiro, o que pode motivar a comunidade à investir em outras formas de saneamento, como o filtro anaeróbio com fluxo ascendente.

Entretanto, é essencial que a comunidade tenha interesse na instalação do tanque de retenção, pois serão as famílias que irão recolher o biogás produzido carregando o botijão por um caminho de até 400 metros o que dificulta a possibilidade de instalação.

O espaço livre da comunidade Grilo comporta a instalação do tanque séptico e do tanque de retenção do biogás e por ser em uma área de baixa altitude facilita a coleta de esgoto (por gravidade).

No caso das comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros a tecnologia mais recomendada seria o banheiro seco, por poder ser implantado prontamente sem a necessidade da implantação da coleta de esgoto. Entretanto, devido a dificuldade de transporte dos baldes com resíduos e provável difícil adaptação dos moradores, este tratamento tornasse inviável.

O biodigestor convencional apesar de ser financeiramente viável, dependeria do transporte diário das fezes feito pelos moradores. Entretanto, não se sabe se há essa disponibilidade diária, o que poderia acarretar no acúmulo de fezes nas casas. Além disso, recolher o biogás sem a alternativa de um transporte automotivo seria desgastante e inviável.

Os múltiplos tanques sépticos representam a solução mais aceitável, entretanto é inviável devido ao alto orçamento. Uma forma de resolver esta questão seria legalizar os terrenos das casas e desta forma exigir da prefeitura de São Bernardo a instalação de um tratamento ou coleta de esgoto doméstico.

Embora este trabalho faça recomendações, qualquer tecnologia de saneamento deve ser co-criada e aprovada pela população. Para que se crie um senso de coletividade, dando pertencimento da tecnologia de saneamento e portanto, assegurando sua manutenção e empoderando-os na execução de novos projetos.

REFERÊNCIAS

ABNT, **NBR 12.209**: projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 12.655**: concreto de cimento portland: preparo, controle e recebimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 13.969**: tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 7.229**: procedimento projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 8.160**: sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1999. ADAMS, L. **Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto doméstico através de tanque séptico de câmara única: estudo de caso**. Ijuí, 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

ALMEIDA, F. B.; LEITE, H. C. M.; SILVA, J. R. **Banheiro seco: uma alternativa ao saneamento em comunidade rurais e tradicionais**. Viçosa, 2010. Projeto apresentado ao Departamento de Engenharia Civil como parte das exigências da disciplina CIV 496 - (Graduação em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa.

ALVEZ, B. S. Q. **Banheiro seco: análise da eficiência de protótipos em funcionamento**. Florianópolis, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharel em Ciências Biológicas). Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

AMATUZI, B.; BOTEGA, J. L.; CELANTE, L. S. **Implementação de banheiro seco como proposta de saneamento ecológico**. Medianeira, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental). Diretoria de Graduação e Educação Profissional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ASMARE, M. **Design of Cylindrical Fixed dome Bio Digester in the Condominium Houses for Cooking Purpose at Dibiza Site**, East Gojjam, Ethiopia. American Journal of Energy Engineering. Vol. 2, No. 1, 2014, pp. 16-22.

ÁVILA, R. O. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte**. Rio de Janeiro, 2005. Mestrado (Mestre em Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BIOGAS TRAINING CENTER. **Design of biogas plant**. Chendu, Sichuan China, 2006.

BERNARDES, R. S.; NETTO, O. C. M.; SOARES, S. R. A. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6 p. 1713-1724. 2002.

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

BRISCOE, J. **Evaluating water supply and other health programs: short-run vs long-run mortality effects**. Public Health, v.99, n.3, p.142-145, 1985.

CAVALCANTI, M. P. **Tratamento de esgoto doméstico em reator híbrido de fibra de Vidro tipo UASB e filtro anaeróbio para comunidades de pequeno porte**. Recife, 2005. Pós Graduação (Pós Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco.

CONAMA Resolução. 430, de 13 de maio de 2011. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** - CONAMA. v. 430, 2011.

FAEDO, A. F. **Tecnologias convencionais e novas alternativas para o tratamento de efluentes domésticos**. Florianópolis, 2010. Trabalho de conclusão de especialização (Especialização em Engenharia do Controle da Poluição Ambiental). Universidade do Sul de Santa Catarina.

FARIAS, V. S. **Análise da viabilidade de filtro anaeróbio de chicanas no pós-tratamento de esgotos sanitário**. Campina Grande, 2005. Mestrado (Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba.

FEDERAL, Governo. Estatuto da Criança e do Adolescente. **Lei Federal**, v. 8, 1990.

FURIGO, R. F. R.; SILVA, C. C. A. **Avaliação de desempenho e parâmetros para projetos de redes de favelas de esgoto**. Revista emancipação v.4, n.1 (2004). Disponível em <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/emancipacao/article/view/51>>.

GLOBO.COM. **Preço do gás de cozinha aumentará em 8% a partir do mês de setembro.** Disponível em <<http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2015/08/preco-do-botijao-do-gas-aumentara-em-8-partir-do-mes-de-setembro.html>>. Acesso em: 11 de nov. de 2016.

HERRERO, J. M. **Biodigestores familiares: guía de disenõ y manual de instalación.** Bolívia: cooperación técnica alemana, 2008.

IBGE. **Atlas de saneamento 2011.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <<http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=245351>>.

JUNIOR, A. P. M, NETO, H. F. R. **SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO DE ESGOTO: FOSSA SÉPTICA, FILTRO ANAERÓBIO E SUMIDOURO.** Uma alternativa para o tratamento sanitário em comunidade de baixa renda do município de Belém. Belém, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade da Amazônia.

KRONEMBERGER, D. M. P.; JÚNIOR, J. C. **Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população.** São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2010.

LERMONTOV, A.; GOMES, M. S. **SANEAMENTO SUSTENTÁVEL EM COMUNIDADES COM USO DE BIOSISTEMAS.**

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Módulo específico licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgoto e aterros sanitário.** Brasília, 2009. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/dai_pnc/_publicacao/76_publicacao19042011110356.pdf>.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO ORÇAMENTO E GESTÃO. **Atlas de saneamento 2011.** Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.sht>.

MODJINO, M. **Design of biogas septic tanks for treating domestic sewage.** Kumasi, 2014. Mestrado (Mestre em Ciências em Tecnologias de Energia Renováveis). Departamento de Engenharia Mecânica, Kwame Nkrumah University of Science and Technology.

NASCIMENTO, P. S. C.; ACÁCIO L. C. **Soluções em energia - Projeto de Biodigestor Residencial**. Minas Gerais, 2014. Projeto Integrador. 2014. Relatório apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Projeto Integrador em Energia. Universidade Federal de Juiz De Fora.

NISHIMURA P. Y., MOSCHINI-CARLOS V. & POMPEO M. Trabalho apresentado no II Congresso Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas 2010. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **OMS: Para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-para-cada-dolar-investido-em-agua-e-saneamento-economizase-43-dolares-em-saude-global>>. Data de acesso: 02 de julho 2016.

OSORIO, R. G.. et al. **Perfil da pobreza no Brasil e sua evolução no período 2004-2009**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea 2011

PERMINIO, G. B. **Viabilidade do uso de biodigestor como tratamento de efluentes domésticos descentralizados**. Lavras, 2013. Monografia como parte das exigências do Curso de Pós Graduação (Pós Graduação em Especialista em Formas Alternativas de Energia). Universidade Federal de Lavras.

PIMENTEL, C. E. B. & CORDEIRO NETTO, O. M. **Proposta Metodológica de Classificação e Avaliação Ambiental de Projetos de Saneamento**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1998,.

PIMENTEL, A. J.; PAULA, D. M. M.; BORGES. D. M. **Soluções de saneamento básico para comunidades isoladas: estudo de caso no bairro jardim emburá - SP**. 2014, São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PORTO, L. O. S.; SIMÕES, L. G. S. R. **Banheiro seco como solução para comunidades de extrema pobreza: um estudo de caso de jardim gramacho**. Rio de Janeiro, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PORTAL BRASIL. **Lei do Saneamento Básico garante direitos aos usuários de serviços de água e esgoto**. 2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2012/04/lei-do-saneamento-basico-garante-direitos-aos-usuarios-de-servicos-de-agua-e-esgoto>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

PRADO, P. I. L. A. et al. Viabilidade no IFTM Campus Cuiabá Bela Vista. In: **III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**, 2012, Goiânia.

SABEI, T. R.; BASSETTI, F. J. **Alternativas ecoeficientes para tratamento de efluentes em comunidades rurais**. Fórum Ambiental da Alta Paulista. 2013.

SANTOS, G. B. D.; GIGLIO, P. H.M. **Estudo da viabilidade econômica e construtiva de um tanque séptico pré-moldado para residências unifamiliares**. Curitiba, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Produção Civil). Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO GOVERNO DA BAHIA. **Municípios do Portal do Sertão terão Plano de Saneamento Básico Saneamento**. Bahia, 2015. Disponível em: <<http://www.sih.ba.gov.br/2015/10/139/Municipios-do-Portal-do-Sertao-terao-Plano-de-Saneamento-Basico.html>>. Acesso em: 7 ag. 2016.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Relações entre Saneamento, Saúde Pública e Meio Ambiente: elementos para a formulação de um modelo de planejamento em saneamento**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, vol. 18, nº 06, pp. 1713-1724, 2002.

TABELA DE PREÇOS. **Base saneago: Relatório sintético de composições unitárias (construção civil)**. Goiás, 2012.

TCHOBANOGLIOUS, G. & SCHROEDER, E. D., 1985. **Water Quality: Characteristics, Modeling and Modification**. New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1985.

TETO Brasil. Disponível em <<http://www.techo.org/>> . Acesso em: 3/03/23. 2016.

TORRES, A.; PEDROSA, J. F.; MOURA, J. P. **Fundamentos de implantação de biodigestores em propriedades rurais**. Educação Ambiental em Ação, n. 40, ano XI, jun.-ago. 2012. Disponível em <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1248>>.

TRATA BRASIL. **Pesquisa Saneamento Básico em Áreas Irregulares do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2015. Disponível <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-em-areas-irregulares-no-estado-de-sao-paulo>>.

TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento – Instituto Trata Brasil: nova metodologia e resultados.** Ago, 2016. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-4>>. Acesso em: 20 set. 2016.

UNICAMP. **A Importância do Tratamento de Esgoto Sanitários.** Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais, Módulo Saneamento Ambiental, 2005
Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/importancia.html>>. Acesso em: 18 nov.. 2016.



Termo de Compromisso de Utilização de Dados

Eu, Juliana Porto Sampaio, Brasileira, 35.378.979-3, doravante denominado 'PESQUISADOR', abaixo assinado, envolvido no projeto de título Trabalho de Conclusão de Curso – Avaliação de Tecnologias Sanitárias para Comunidades Carentes me comprometo a:

- Manter a confidencialidade sobre os dados coletados nos arquivos disponibilizados pela ONG Teto Brasil, bem como a privacidade de seus conteúdos;
- Não usar os dados disponibilizados pelo Teto Brasil para fins lucrativos;
- Nunca expor a identidade dos moradores que figuram nos dados concedidos pelo Teto Brasil;
- Indicar / citar sempre a fonte quando os dados compartilhados forem utilizados;

Os dados a serem concedidos ao PESQUISADOR dizem respeito a (escolher dentre as opções):

- Enquete(s) socioeconômica(s) aplicada(s) no(s) ano(s) de 2016 na(s) comunidade(s) Grilo, Malvinas, Murão, Pernilongo, Portelinha, Porto de Areia e Vila Moraes, localizada(s) no(s) município (s) de São Paulo/SP.

Anexo A.2

□ Mapa(s) de casas elaborado(s) no(s) ano(s) de 2016 na(s) comunidade(s) Grilo, Malvinas, Murão, Pernilongo, Portelinha, Porto de Areia e Vila Moraes, localizada(s) no(s) município(s) de São Paulo/SP.

O PESQUISADOR está consciente de que os dados espaciais concedidos pela ONG Teto Brasil são aproximativos, e de que Teto não se responsabiliza por eventuais imprecisões métricas que constem nos documentos concedidos. O PESQUISADOR também se compromete a não publicar nenhum mapa, ou outro dado espacial concedido pelo Teto Brasil, sem a autorização deste último.

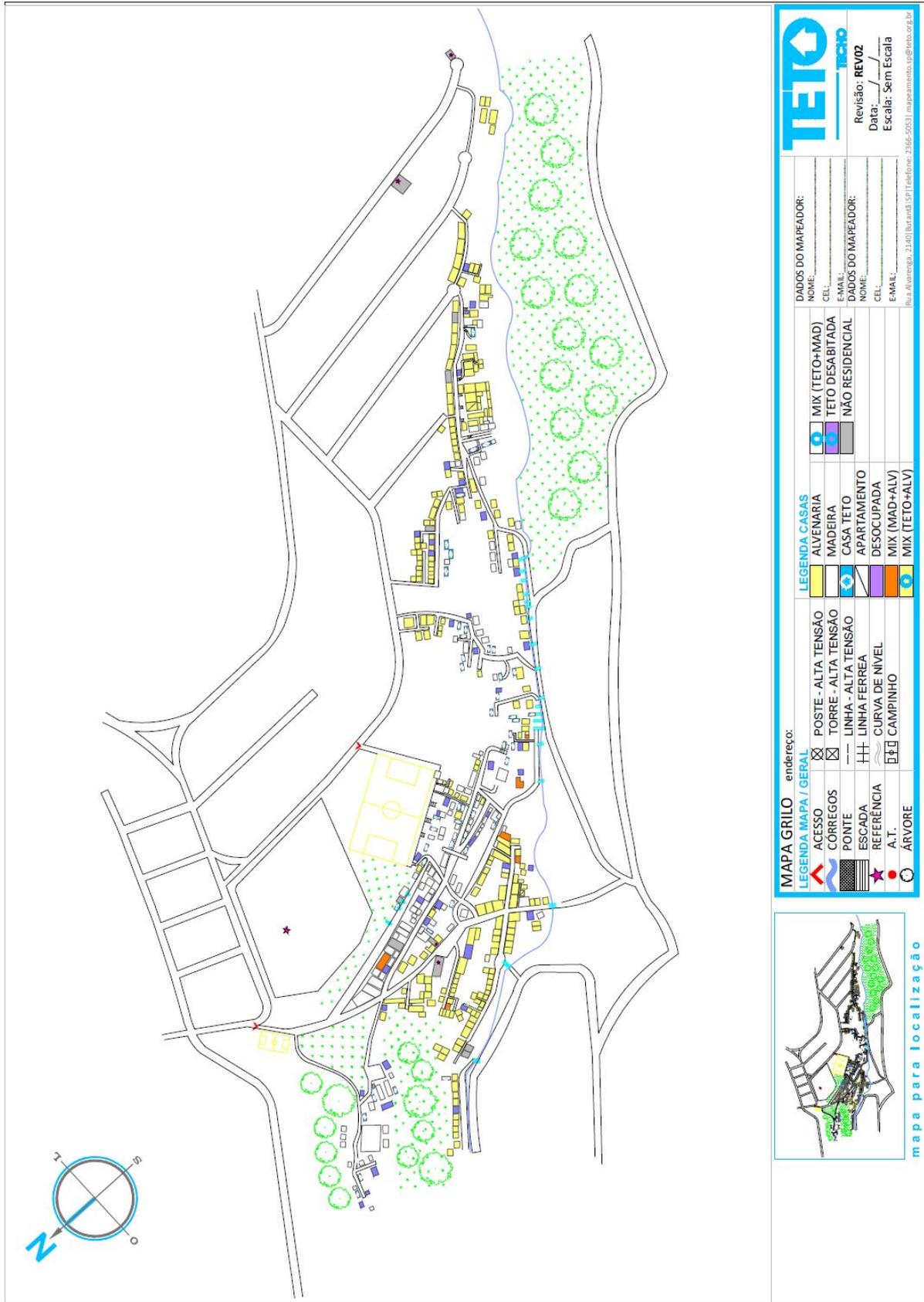
São Paulo, 02 de novembro de 2016.



Handwritten signature of Juliana Porto Sampaio, written in black ink over a horizontal line.

Juliana Porto Sampaio

Anexo B - Mapa Comunidade Grilo.



Anexo C - Mapa Comunidades Vila Moraes e Vila Medeiros.

