

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Kailany Ferreira da Silva
Leonardo Ulle da Silva
Mayla Cristina Dinardi Canatto
Tamires Miranda de Oliveira

VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DO BIOGÁS DO ESGOTO PARA
GERAÇÃO DE ENERGIA ELETRICA

Fernandópolis
2019

Kailany Ferreira da Silva
Leonardo Ulle da Silva
Mayla Cristina Dinardi Canatto
Tamires Miranda de Oliveira

VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DO BIOGÁS DO ESGOTO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELETRICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional de Nível **Técnico em Açúcar e Álcool**, no Eixo Tecnológico de **Produção Industrial**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor **Ricardo Henrique Del Grossi**.

Fernandópolis
2019

Kailany Ferreira da Silva
Leonardo Ulle da Silva
Mayla Cristina Dinardi Canatto
Tamires Miranda de Oliveira

VIABILIDADE E SUSTENTABILIDADE DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DO BIOGÁS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Nível Técnico em **Açúcar e Álcool**, no Eixo Tecnológico de **Produção Industrial**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor **Ricardo Henrique Del Grossi**.

Examinadores:

Joel Gouveia Baptista

Midian Nikel Alves de Sousa

Ricardo Henrique Del Grossi

Fernandópolis
2019

DEDICATÓRIA

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização do trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus; aos nossos pais, amigos e professores, que contribuíram para a realização de nossos estudos e para a nossa formação como seres humanos.

EPÍGRAFE

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna”

John Ruskin

VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DO BIOGÁS DO ESGOTO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELETRICA

Kailany Ferreira da Silva
Leonardo Ulle da Silva
Mayla Cristina Dinardi Canatto
Tamires Miranda de Oliveira

RESUMO: É possível observar, por meio do presente trabalho, a importância da devida atenção a uma problemática existente no cotidiano brasileiro, no caso, a poluição ambiental pelo descarte indevido de dejetos orgânicos na natureza sem nenhuma fiscalização. Portanto, é necessário recorrer a meios que diminuam drasticamente tal prática de descarte, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida humana e do meio que vive. Para isso, viu-se a necessidade de implantação de usinas de alta tecnologia que, por meio da captação desses dejetos, transforma em um produto muito importante para a humanidade, a energia elétrica. Tal fenômeno ocorre por meio do biogás, gerado desses resíduos. O intuito do trabalho é mostrar as grandes vantagens para utilização de tal técnica, tanto social, quanto econômica e ambiental.

Palavras-chave: Poluição. Biogás. Energia. Usina.

ABSTRACT: It is possible to observe through this work the importance of due attention to a problem existing in Brazilian daily life, in this case, the environmental pollution by the improper disposal of organic waste in nature without any supervision or concern. Therefore, it is necessary to resort to means that drastically reduce this practice of disposal, contributing to the improvement of human and natural quality of life. For this, we saw the need to implement high technology industries that, through the capture of these wastes, turns into a very important product for human life, electric energy. Such phenomenon occurs through the biogas generated from these wastes. The purpose of this paper is to show the great advantages for using this technique, both socially, economically and environmentally.

Keywords: Pollution. Biogas. Energy. Industry.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	14
CAPITULO I	15
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
1.1. DESCARTE: MEIOS CORRETOS, INCORRETOS E CONSEQUÊNCIAS.....	16
1.2. FUNÇÃO E FUNCIONAMENTO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO (ETE'S)	17
1.2.1. <i>Matéria orgânica e sua utilização</i>	18
1.3. COMPARAÇÃO DA RENDA DA POPULAÇÃO QUE VIVE COM SANEAMENTO PRECÁRIO E DA POPULAÇÃO COM BOAS CONDIÇÕES DESSE SERVIÇO.	18
1.4. BENEFÍCIOS DA REUTILIZAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA	19
CAPITULO II	19
2. SISTEMA DE BIODIGESTÃO.....	19
2.1. <i>Fases da Biodigestão anaeróbica</i>	20
2.1.1 <i>Fatores que influenciam na produção do biogás</i>	21
2.1.2 <i>Entrada de matéria orgânica.</i>	22
2.1.3 <i>Processo de produção</i>	22
2.1.4 <i>Processo de geração de energia</i>	22
2.1.5 <i>Transformação do chorume em biofertilizante</i>	23
CAPITULO III	23
3. COMPARAÇÃO ENTRE USINAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA: EÓLICA, HIDRELÉTRICA E BIOGÁS.....	23
3.1. USINA DE ENERGIA EÓLICA	23
3.1.1. <i>Aspectos positivos</i>	23
3.1.2. <i>Aspectos negativos</i>	24
3.1.3. <i>Funcionamento</i>	24
3.1.4 <i>Custo e capacidade de funcionamento</i>	25
3.2. USINA HIDRELÉTRICA.....	25
3.2.1. <i>Processo de geração de energia</i>	25
3.2.2. <i>Vantagens da usina Hidrelétrica</i>	26
3.2.3. <i>Desvantagens da Hidrelétrica</i>	27
3.2.4. <i>Custos e capacidade de funcionamento</i>	27
3.3. USINA DE BIOGÁS.....	27

3.3.1.	<i>Geração de Biogás</i>	27
3.3.2.	<i>Vantagens</i>	28
3.3.3.	<i>Desvantagens</i>	28
3.3.4.	<i>Funcionamento</i>	28
3.3.5.	<i>Custos e capacidade de funcionamento</i>	30
4. TRANSFORMAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM ENERGIA ELÉTRICA		30
4.1.	TRAJETÓRIA DA MATÉRIA-PRIMA (ESGOTO)	30
4.1.2.	<i>Encanamento das cidades</i>	31
4.2.	TRANSFORMAÇÃO DO ESGOTO EM ENERGIA	31
4.2.1.	<i>Esquema da transformação do esgoto em energia</i>	31
4.2.2.	<i>Processos de tratamento físico e biológico</i>	32
4.3.	A USINA.....	32
4.3.1.	<i>Capacidade de produção</i>	33
4.3.2.	<i>Como a matéria-prima será obtida?</i>	33
4.3.3.	<i>Desvantagem</i>	34
4.3.4.	<i>Vantagens</i>	34
CAPÍTULO V		34
5. VIABILIDADE ECONÔMICA		34
5.1.	QUESTÃO SUSTENTÁVEL.....	35
METODOLOGIA		35
RESULTADOS.....		36
•	GRÁFICOS.....	36
CONCLUSÃO		39

1.INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial foi um fator de extrema importância que corroborou com o processo de urbanização, acelerado por meio do êxodo rural, gerando um aumento populacional em massa. A superlotação das cidades e o constante crescimento industrial sobrecarregou o sistema de descarte de resíduos urbanos.

Segundo pesquisas feitas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, quase 100 milhões de brasileiros nas cem maiores cidades do país despejam esgoto irregularmente, mesmo que tenham sistemas de coleta. Dados mostram que a região com menor índice de pessoas com acesso aos serviços de esgoto é o Norte, com apenas 10,24% da população. Evidencia-se que a taxa de descarte incorreto dos dejetos torna-se maior gradativamente.

O destino inadequado do lixo que gera poluição nas cidades é uma ameaça à saúde pública, de forma que a ocorrência de inúmeras doenças se proliferam devido ao precário acesso aos programas de coleta e tratamento de lixo e esgoto. Dados da OMS indicam que 88% das mortes por diarreia no mundo são causadas pelo saneamento básico inadequado. Dessa porcentagem, 84% são crianças.

Os efluentes não tratados que são despejados em rios, lagos e córregos, causam sério desequilíbrio ao ecossistema aquático. Por exemplo, o esgoto residencial consome oxigênio em seu processo de decomposição, causando a morte de peixes e a proliferação de algas. Fatores como esses são grandes causadores da extinção de espécies aquáticas.

Em 2010, uma solução para o problema foi colocada em prática na cidade de Didcot (primeiro município do Reino Unido a utilizar energia a partir de dejetos). A "solução" é baseada na queima do esgoto e na produção de gás para geração de energia elétrica. O Brasil, por sua vez, ganhará a primeira usina de geração de energia por meio do lixo e esgoto. A instalação será feita no Paraná e terá capacidade de produzir 2,8 megawatts de eletricidade, podendo fornecer luz para aproximadamente 2 mil residências.

Essa prática contribuirá com a diminuição da poluição e um decaimento no índice de mortes causadas por doenças - contraídas pela exposição excessiva a

locais contaminados. Por outro lado, os lucros e melhorias socioambientais serão a longo prazo, não obtendo resultados elevados instantaneamente, pois, para que isso possa ocorrer, deve contar com a implantação de coleta de lixo e esgoto nas cidades, o que não será financeiramente "barato". Porém, futuramente os lucros e melhorias da qualidade de vida serão notados e vivenciados pela população que vive em áreas de risco.

O presente trabalho tem como objetivo sugerir a redução do acúmulo de dejetos poluentes no mundo, gerando custo e benefício para a sociedade e ao meio ambiente, diminuindo a proliferação de doenças que ocasionam mortes e a queda do valor dos imóveis localizados próximos a regiões contaminadas. Avaliando os pontos negativos e positivos da geração de energia elétrica a partir de resíduos orgânicos e inorgânicos.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O aumento populacional depois da Revolução Industrial aumentou a quantidade de lixo urbano produzido, transformando o meio simples em complexo, pois as estruturas de coleta e tratamento dos dejetos já não comportavam a demanda de descarte. O excesso, tornou-se preocupante quando os descartes começaram a ser irregulares, por exemplo, esgotos despejados a céu aberto nas cidades, sem nenhum tratamento, causando, dessa maneira, o contágio de doenças e poluição ambiental.

É possível exemplificar com base nos dados de saneamento atuais do Brasil, por meio de pesquisas publicadas segundo o site G1 (2019), a falta de saneamento no país tem como consequência a baixa renda e altos gastos com internações da população. O Instituto Trata Brasil conclui que os residentes de locais, que não possuem acesso a condições dignas de saneamento básico, ganham menos e estão mais vulneráveis a contrair doenças, dentre elas, a Febre Tifóide, Hepatite A, Cólera, Leptospirose, entre outras, que na maioria dos casos chega a ser fatal.

A solução para essa problemática seria maiores investimentos financeiros no setor, contribuindo, assim, para o aumento de empregos e um menor índice de gastos com a saúde pública.

Com base no projeto supracitado, os benefícios irão recair sobre o meio ambiente e a população, pois a contaminação das cidades será menor, conseqüentemente, haverá melhorias na qualidade de vida humana. Entretanto, tais benefícios serão conquistados em longo prazo, por ser um grande investimento financeiro. Em resposta a isso, projetos que acarretam desenvolvimento socioeconômico podem ser desenvolvidos, como por exemplo, a geração de energia elétrica por meio das redes de esgotos que serão coletadas.

1.1. Descarte: Meios corretos, incorretos e conseqüências.

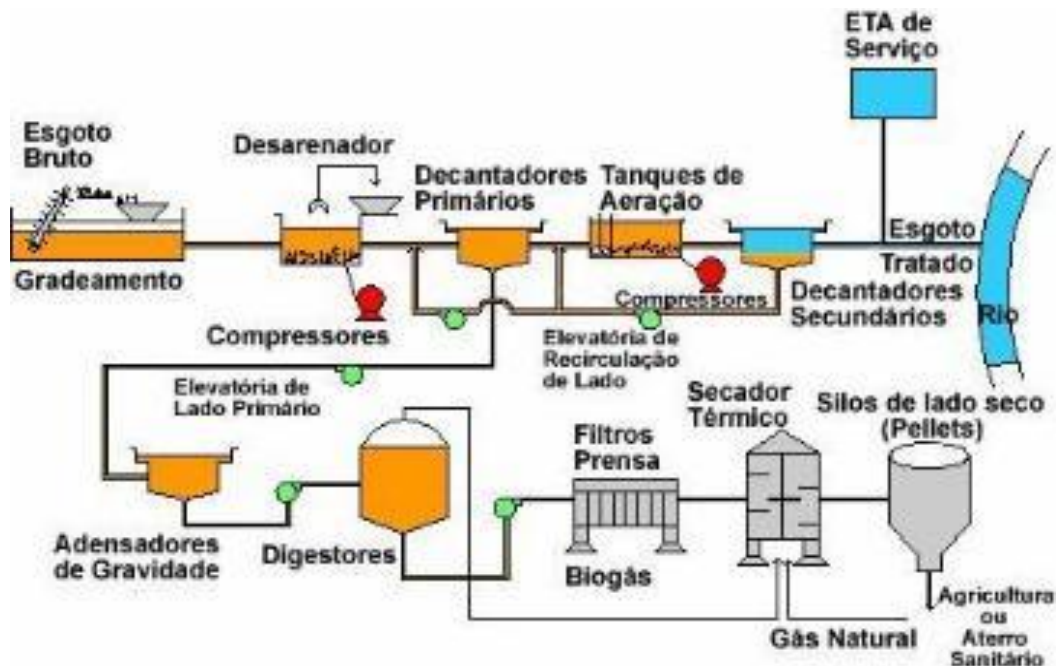
Todo o material orgânico que é produzido pelas deve ser destinado a seus respectivos locais de tratamento e/ou reutilização, seja ele doméstica, industrial, etc. Como meio de reuso doméstico, é visto algumas vezes o reaproveitamento de sobras de alimentos ou até mesmo folhas de árvores, como adubos ou fertilizantes orgânicos, técnica denominada de Compostagem, além do processo conhecido como biodigestão (prática que se baseia na degradação de resíduos na ausência de oxigênio). Porém, a realidade atual do país se encontra bem diferente do que deve ser feito.

Segundo dados da ONG SOS Mata Atlântica, publicados pelo Site Terra Brasil, de todos os rios brasileiros que foram analisados, apenas 11% eram considerados de boa qualidade. O estudo também indica que os piores índices são encontrados em centros urbanos, visto que a falta de sistemas de esgotos adequados, a emissão de efluentes industriais irregulares e o desmatamento são os principais veículos para a poluição hídrica.

As moradias que estão próximas às áreas poluídas, principalmente rios e lagos, são desvalorizadas, causando de tal maneira um retrocesso econômico, além de gerar índices elevados de mortes, por conta de doenças contraídas por esses meios, como por exemplo, a ingestão de água ou alimento que possuem determinados agentes patogênicos.

1.2. Função e funcionamento das Estações de Tratamento (ETE's)

Figura 1: Processo de tratamento do esgoto



Fonte: .sabesp.com.br (20/11/2019)

De acordo com o site Tera Ambiental (18/01/2018) as ETE's (Estações de tratamento de Esgoto) são unidades operacionais do sistema de saneamento que recebem os poluentes do esgoto e devolvem o efluente tratado aos corpos d'água, como rios, reduzindo os eventuais impactos ambientais que poderiam acontecer sem o devido tratamento.

O fluxograma acima representa o processo simplificado do tratamento dos efluente, os quais são:

- **Gradeamento:** Os resíduos sólidos maiores e menores são retidos;
- **Desaneração:** a areia do esgoto fica ao fundo do tanque, enquanto a matéria orgânica encontra-se na camada superior;
- **Decantador:** etapa na qual o material sólido é sedimentado, formando o lodo;
- **Digestão:** o objetivo é neutralizar bactérias e gases nocivos;

- Aeração: os resíduos orgânicos são transformados em gás carbônico, servindo de alimento aos microrganismos que ajudam na decomposição da matéria;
 - **Secador térmico:** há exposição á altas temperaturas, forçando a evaporação de qualquer resquício de água.

1.2.1. Matéria orgânica e sua utilização

O lodo gerado pelas residências e pelas indústrias são ricas fontes de matéria orgânica, o que contribui para um amplo processo de geração de energia elétrica. Todos os resíduos orgânicos, juntamente com sobras de frutas, legumes e outros alimentos que são descartados nas próprias moradias e/ou restaurantes são meios sustentáveis de gerar energia, que pode ser revertida em uso da população. Dessa maneira, haverá redução de agentes poluentes urbanos e a proliferação de doenças por locais contaminados será quase mínima, visto que a grande parte das ocorrências de internações por contaminação é consequência do saneamento precário em diversas regiões.

1.3. Comparação da renda da população que vive com saneamento precário e da população com boas condições desse serviço.

Figura 2: Imagem do gráfico de renda populacional



Fonte: Instituto Trata Brasil

O gráfico a cima mostra a diferença entre as rendas de pessoas com acesso ao saneamento básico e pessoas com carência desse serviço. É possível observar que a maior diferença está na região de São Paulo, onde pessoas que vivem com esse sistema tem a renda com diferença de R\$2.237,45 relacionados à população do mesmo local, mas que não possui acesso ao serviço.

1.4. Benefícios da reutilização de matéria orgânica

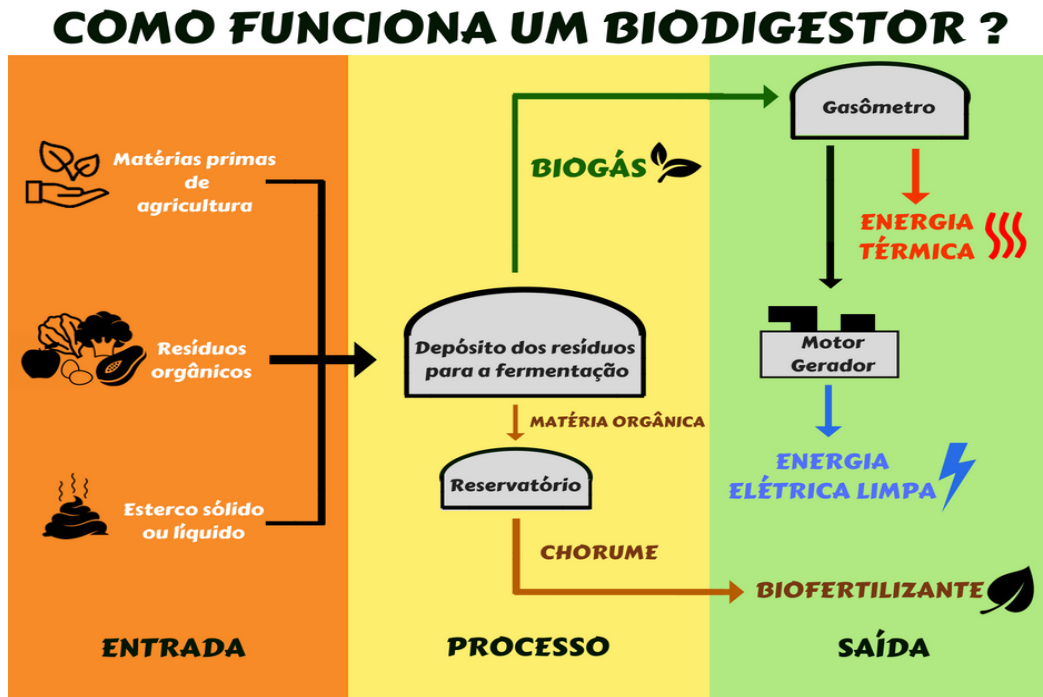
A disposição inadequada de resíduos orgânicos gera chorume, emissão de metano na atmosfera e favorece a proliferação de vetores de doenças, acarretando diversos problemas socioambientais. Portanto, uma forma de reduzir tais malefícios é a geração de energia elétrica por meio desses recursos. Esse procedimento passou a ser utilizado há algum tempo no continente europeu e agora por sua vez começou a ser instalado em Curitiba-BR. Como já foi citado, os custos para a prática dessa técnica não são financeiramente viáveis, por conta das grandes reformas que haverão de ocorrer para que todos os efluentes sejam direcionados à usina. Entretanto, os impactos causados pelos dejetos serão menores a cada vez, sendo assim uma solução sustentável e viável em longo prazo.

CAPITULO II

2. SISTEMA DE BIODIGESTÃO.

A biodigestão é um processo de decomposição da matéria orgânica, resultante da ação de bactérias anaeróbicas na qual se libera o biogás (gás metano e dióxido de carbono) que tem como subprodutos o biofertilizante (produto que ajuda no enriquecimento do solo para plantios posteriores, de tal maneira não prejudicial à natureza). Outro elemento final são as energias geradas, a térmica por meio do gasômetro que passa pelo motor gerador transformando-se em energia elétrica. (Fonte: Portal do Biogás 04/07/2013)

Figura 3: Funcionamento do biodigestor



Fonte: ciclusconsultoria.com (20/11/2019)

2.1. Fases da Biodigestão anaeróbica

A biodigestão anaeróbia acontece em 4 etapas: Hidrólise, Acidogênese, Acetogênese e a Metanogênese.

- **Hidrólise:** Nesse processo os polímeros(carboidratos, proteínas e gorduras) são quebrados por enzimas liberadas por um grupo de bactérias e dão origem a monômeros(composto orgânico simples, como, aminoácidos, ácidos graxos e açúcares)

- **Acidogênese:** As bactérias fermentativas transformam as substancias obtidas na hidrólise em diferentes tipos de álcoois, como também, gás carbônico e hidrogênio. Nessa fase, a formação de produtos depende da quantidade

de hidrogênio dissolvido na mistura, pois quando a concentração é elevada, a eficiência da acidogênese torna-se negativa, causando acúmulo de ácidos orgânicos. Em consequências desses fatos, o pH (Potencial Hidrogênionico) da mistura diminui e o processo é comprometido.

- **Acetogênese:** É o material resultante do processo anterior e são transformados em ácido etanoico, hidrogênio e gás carbônico pelo trabalho das bactérias acetogênicas. É a etapa mais delicada do processo, pois tem-se a necessidade de manter o equilíbrio da quantidade de hidrogênio obtido para que seja consumido pelas bactérias Archeas, responsáveis pela próxima etapa.

- **Metanogênese:** Acontece por meio de diferentes grupos de bactérias e por duas reações. A primeira reação é a geração de metano e CO_2 (derivado do ácido acético). Na segunda parte, o Hidrogênio e o CO_2 dão origem ao metano e a água. (Fonte: Portal do biogás 02/07/2013)

2.1.1 Fatores que influenciam na produção do biogás

Segundo a Engenheira Química, Caroline Faria, a produção do biogás pode conter diversos fatores que influenciam na eficiência do processo, dentre eles pode-se citar:

- **Temperatura:** Cada grupo de bactéria existente na biodigestão possui uma temperatura ideal para trabalhar, tornando a eficiência maior. A maioria das bactérias da Metanogênese tem a característica mesófila (37° a 42°C). Se houver variação nessa temperatura pode ocorrer o anulamento quase que completo da produção do biogás.

- **Acidez:** Possui o mesmo princípio da temperatura. Na fase da hidrólise e da acidogênese o pH ideal fica em torno de 5,2 à 6,3. Já na acetogênese e metanogênese o ideal é de 6,5 à 8.

- **Homogeneidade do substrato:** Os substratos não misturados geralmente formam camadas de acordo com a densidade da mistura, de forma que quando as bactérias se aglomerarem no fundo do fermentador, haverá diminuição no contato do substrato que fica na parte de cima com as bactérias, obtendo decaimento na geração de biogás.

- **Concentração de Oxigênio:** As bactérias de Metanogênese atuam na completa ausência de oxigênio, o menor índice de presença desse gás pode reduzir a ação desses seres. Daí a importância de um perfeito isolamento dos fermentadores. (Fonte: InfoEscola)

2.1.2 Entrada de matéria orgânica.

No estágio inicial de entrada conforme mostrado na figura 3 coloca-se a matéria orgânica (dejetos animais, dejetos industriais, residenciais e materiais de composição semelhante).

2.1.3 Processo de produção

Quando o material está num processo avançado de decomposição começa-se a liberar vários gases, dentre esses, gás metano e dióxido de carbono, sendo gerado o chorume (líquido derivado da degradação da matéria orgânica).

2.1.4 Processo de geração de energia

O biogás formado no processo é captado pelo gasômetro transformando-se em energia térmica, tal energia é direcionada ao motor gerador passado por um processo de modificação, resultando em energia elétrica.

2.1.5 Transformação do chorume em biofertilizante

O chorume residual da decomposição é colocado em um tanque de armazenamento, para ser tratado quimicamente podendo ser dessa forma utilizado no meio agrícola como biofertilizante.

CAPITULO III

3. COMPARAÇÃO ENTRE USINAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA: EÓLICA, HIDRELÉTRICA E BIOGÁS.

3.1. Usina de energia eólica

O processo para reaproveitamento da energia eólica depende dos aerogeradores, que são os equipamentos utilizados para, a partir do contato com o vento, rotacionarem e gerarem outras formas de energia, como exemplo, a energia elétrica.

3.1.1. Aspectos positivos

A energia eólica é utilizada há mais de 3 mil anos, porém era por meio de moinhos, que serviam para o bombeamento ou drenagem de água e outras

atividades que necessitavam de força mecânica. Com o avanço da tecnologia, os aerogeradores tornaram-se aptos a captar uma maior quantidade de energia, surgindo então as primeiras usinas.

Dentre os pontos positivos, pode-se citar que não há emissão de poluentes na atmosfera terrestre, é uma fonte de energia barata (em comparação a estrutura de uma usina hidrelétrica) e pelo trabalho ser realizado pela força dos ventos é inesgotável, portanto é uma fonte de energia renovável.

3.1.2. Aspectos negativos

Mesmo que seja uma forma de energia limpa e renovável, possuindo diversos aspectos positivos, é perceptível a existência de pontos negativos. Pode-se apresentar a poluição sonora e visual, causada pelos aerogeradores, o principal é a irregularidade dos ventos que podem comprometer a geração do produto desejado, por fim tem-se a modificação de migração das aves e o choque dos mesmos contra as pás dos geradores.

3.1.3. Funcionamento

O sistema eólico pode ser aplicado de duas formas, a primeira por meio de sistemas isolados que armazenam a energia em baterias, geralmente utilizado em fins residenciais e de menor escala. A segunda maneira é a partir de sistemas integrados à rede, que distribuem a energia direto para a rede elétrica, normalmente em larga escala e com fins comerciais.

Ademais, existe também uma aplicação chamada *Off-Shore*, que consiste num sistema instalado no mar, portanto aproveitando os ventos fora da costa e utilizando redes elétricas para transmitir a energia para o continente.

Figura 4: Transformação de energia



Fonte: (blog.bluesol.com)

3.1.4 Custo e capacidade de funcionamento

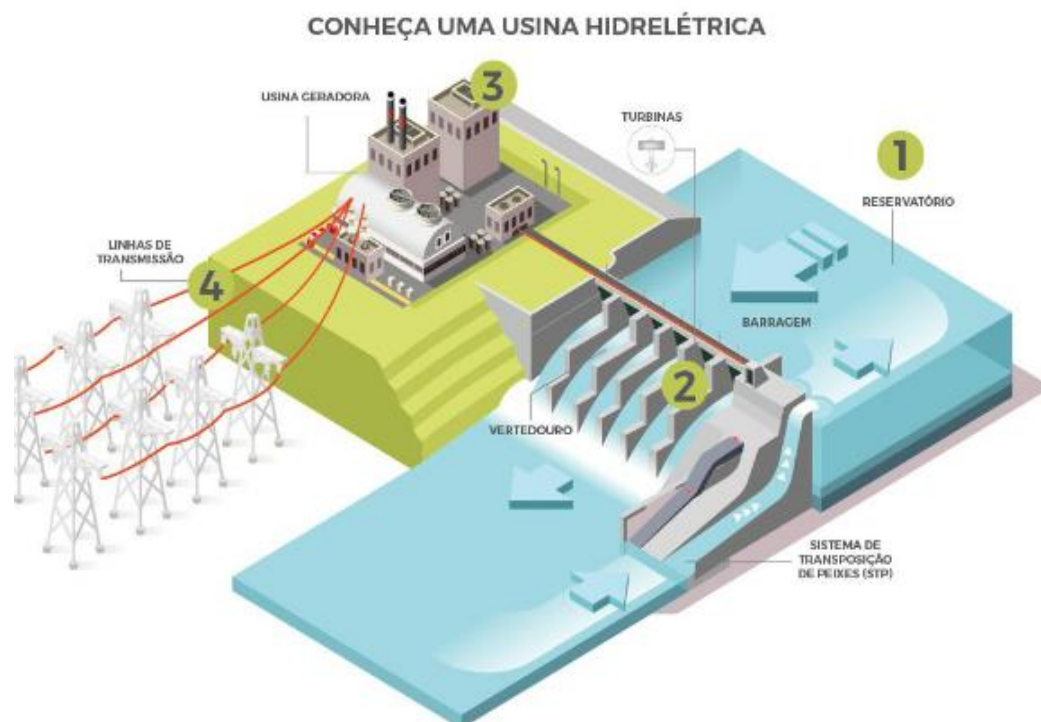
Conforme estudos da Eletrobrás, analisando os recursos eólicos medidos em vários locais do Brasil, mostram a possibilidade de geração de energia elétrica com custos da ordem de US\$ 70 - US\$ 80 por MWh.

3.2. Usina Hidrelétrica

Conforme uma pesquisa publicada pela professora de Matemática e Física e gestora do site “ Estudar em Portugal”, Rosimar Gouveia, a energia gerada por meio das águas é utilizada desde a antiguidade, quando quedas d’água eram usadas para produzir energia mecânica em moinhos. A usina Hidrelétrica/Hidroelétrica de imensas obras e equipamentos, aproveitando de tal forma o potencial hidráulico latente num rio. O processo de geração dessa energia pode ser observado no esboço da figura 5.

3.2.1. Processo de geração de energia

Figura 5: Processo de geração de energia



fonte: todamatéria.com.br

1. A energia potencial gravitacional é convertida em energia cinética, sendo obtida pelo represamento da água dos rios;
2. Esse represamento provoca a pressão que transforma a energia hidráulica em mecânica;
3. Essa energia é transferida para a turbina hidráulica, sendo convertida para elétrica;
4. A energia elétrica produzida é dispersada para uma ou mais linhas de transmissão, interligadas com a rede de distribuição;
5. Todavia, parte dela é dissipada/perdida sob a forma de calor que aquece a linha de transmissão. (Fonte: TodaMatéria)

3.2.2. Vantagens da usina Hidrelétrica

As usinas hidrelétricas são menos agressivas ao meio ambiente em relação as termoelétricas, que têm como base o uso de carvão mineral e petróleo. Além do mais, por sua vez, o custo também é menor comparado à termoelétrica.

3.2.3. Desvantagens da Hidrelétrica

Mesmo que as hidrelétricas utilizem a água como fonte de energia renovável, não são uma alternativa “limpa” para a produção de energia. A instalação da estrutura da usina representa um intenso impacto na fauna e flora local, devido a sua grande estruturação e modificação do fluxo do rio.

Além do mais, podem elevar a temperatura do ambiente localizado ao redor da indústria, aumentar o nível dos rios, gerando assim o alagamento e desalojamento da população que vivem próxima à obra. (Fonte: TodaMatéria)

3.2.4. Custos e capacidade de funcionamento

Pode-se ter como exemplo a Usina Itaipu: Custo de construção: U\$19,6 bilhões aproximadamente 81,67 bilhões de reais. Em 2018, a usina produziu 96,5 milhões de Megawatts-hora (MWh)

Segundo o diretor-geral da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), Nelson Hübner, “o custo para operar e manter uma hidrelétrica que já foi devidamente quitada é de 4,00 reais por megawatt-hora (MWh)”.

3.3. Usina de Biogás

3.3.1. Geração de Biogás

O biogás é um composto inflamável, obtido por meio da mistura de dióxido de carbono e metano, que ocorre a partir da atuação de microrganismos que fermentam

a matéria orgânica. Esse processo pode ser feito por um equipamento chamado biodigestor anaeróbico. O biogás em si, é uma fonte de energia renovável e considerado um biocombustível.

A utilização dessa fonte de energia é favorável em relação a diminuição de lixo, que está atribuída, na maior parte, com a poluição ambiental. Portanto, a energia gerada pela tecnologia da transformação do biogás não causa tantos impactos ambientais – em comparação com as demais fontes de energia existentes.

Nesse processo ocorre a conversão de energia química em energia mecânica por meio de um processo de combustão. Após essa etapa, a energia mecânica ativa um gerador que produz energia elétrica. (Fonte: eCycle.com)

3.3.2. Vantagens

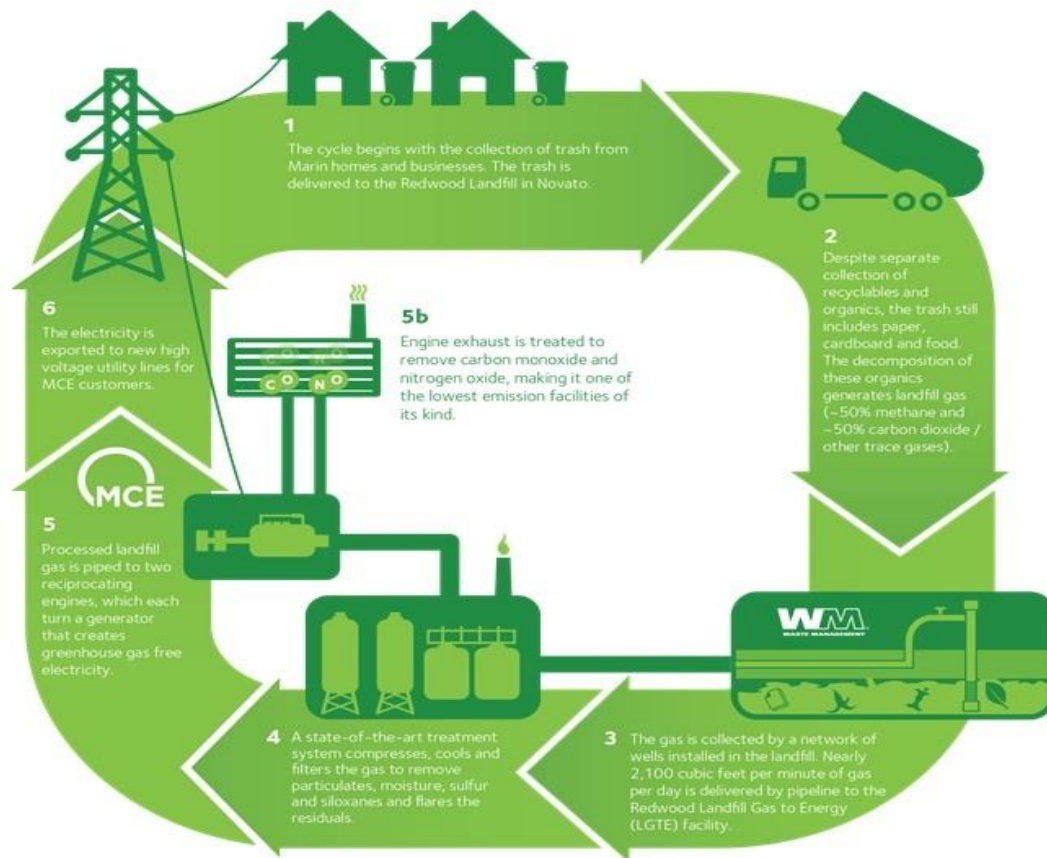
A maior vantagem dessa usina é a utilização de mais de 300 toneladas de resíduos orgânicos descartados diariamente no meio ambiente. Além do biogás, com o que sobra dos resíduos serão produzidos biofertilizantes e o plástico que chega à indústria juntamente ao lixo será reciclado para a produção de sacolas.

3.3.3. Desvantagens

A queima dos resíduos conseqüentemente gera gás carbônico e metano, que mesmo ao passar por um exaustor de gás(com a função de purificar os gases residuais) ainda conterão partículas malélicas que afetarão o ambiente, porém em menores quantidades.

3.3.4. Funcionamento

Figura 6: resumo do funcionamento da usina



(Fonte: Waste Management world)

A imagem a cima resume o processo de geração de energia por meio dos esgotos. O ciclo se inicia com a coleta de lixo/esgoto nas residências ou indústrias que são encaminhados ao aterro sanitário apropriado, sendo assim, tem-se a coleta seletiva dos materiais recicláveis e orgânicos. A decomposição desses produtos orgânicos geram o gás metano, dióxido de carbono, entre outros gases, que são coletados por poços instalados no aterro.

Os gases do processo anterior são resfriados e filtrados para a remoção de partículas, umidade, enxofre e siloxanos e a queima dos resíduos. Adiante o gás é processado e canalizado para dois motores que giram, formando uma eletricidade livre do efeito estufa (o “escapamento” do motor é tratado para remover o monóxido de carbono e óxido de nitrogênio, tornando-o uma das instalações de menor emissão). Por fim a eletricidade produzida é exportada para as linhas de alta tensão das companhias de energia.

3.3.5. Custos e capacidade de funcionamento

Segundo a empresa, a usina tem capacidade para produzir 2,8 megawatts/h de eletricidade por meio de lixo, que abastecerá cerca de duas mil residências do Estado.

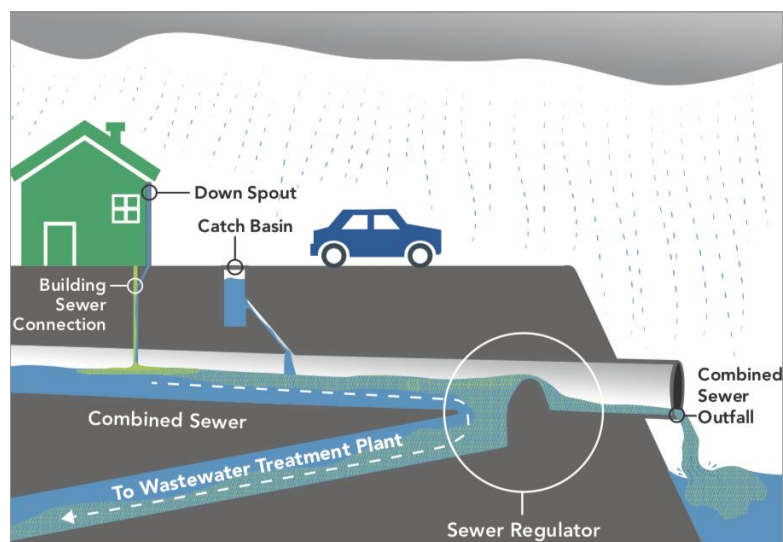
Estima-se que com a iniciativa o Estado do Paraná deixe de descartar, todos os dias, mil m³ de lodo de esgoto e 300 toneladas de lixo orgânico em aterros.

CAPITULO IV

4. Transformação de matéria orgânica em energia elétrica

4.1. Trajetória da matéria-prima (esgoto)

Figura 7: Esquema de Esgoto combinado



(Fonte: NYC Environmental Protection)

4.1.2. Encanamento das cidades

Para a maioria das cidades, o sistema de esgoto também transportará uma proporção de efluente industrial para a estação de tratamento de esgoto, que geralmente recebe pré-tratamento nas próprias fábricas para reduzir a carga de poluentes.

Se o sistema de esgoto for um esgoto combinado (quando é projetado para coletar simultaneamente o escoamento superficial e a água de esgoto em um sistema compartilhado), ele também levará o escoamento urbano (águas pluviais) para a estação de tratamento de esgoto.

A água de esgoto pode viajar para as estações de tratamento por meio de tubulações e em um fluxo auxiliado por gravidade e bombas. A primeira parte da filtração de esgoto normalmente inclui uma tela de barras para filtrar sólidos e objetos grandes que são então coletados em lixeiras e descartados em aterros sanitários. Gordura e graxa também são removidas antes do tratamento primário de esgoto.

4.2. Transformação do esgoto em energia

O tratamento de esgoto é o processo de remoção de contaminantes das águas residuais municipais, contendo principalmente esgoto doméstico e algumas águas industriais. Processos físicos, químicos e biológicos são usados para remover contaminantes e produzir águas residuais tratadas.

4.2.1. Esquema da transformação do esgoto em energia

- ❖ Separação dos resíduos – lixo e lodo - da água (processo feito nas ETE's, e que seriam mandados para os aterros);

- ❖ **O lodo do esgoto passa por:**

- ❖ Processos de tratamento físico e biológico, sendo então utilizado para produção de biodiesel, biogás;
- ❖ Um subproduto do tratamento de esgoto é um resíduo ou chorume semi-sólido, chamado lodo de esgoto;
- ❖ O lodo obtido no processo gera biogás e espuma (gordura), onde uma parte serve para mover as usinas da ETE e a outra parte, é então enviada às centrífugas e unidades de secagem (remove 70% da umidade);
- ❖ Posteriormente, esse lodo é condensado em pellets, formando um resíduo seco, livre de patógenos, o qual pode ser utilizado como fertilizante ou transformado em carvão.

4.2.2. Processos de tratamento físico e biológico

- ❖ O lodo de esgoto é carregado em grandes tanques herméticos (impedem a passagem do ar), também chamados digestores anaeróbicos;
- ❖ É mantido a 35 ° C e misturado com bactérias para quebrá-lo;
- ❖ As bactérias digerem o metano do esgoto (um gás natural) é produzido, bem como um fertilizante subproduto;
- ❖ O metano é canalizado para grandes motores que produzem calor e eletricidade. A eletricidade pode ser usada no local ou exportada.

4.3. A Usina

A usina utiliza o lodo de esgoto e resíduos orgânicos em eletricidade como matéria prima para a produção de energia.

Segundo dados de uma usina no Paraná – a CS Bioenergia - Ao todo, 1000 m³ de lodo de esgoto e 300 toneladas de resíduos orgânicos, que eram descartados diariamente no meio ambiente, serão totalmente aproveitados na usina. Além do biogás, com o que sobra dos resíduos orgânicos serão produzidos

biofertilizantes. Já o plástico que chega à indústria junto com o lixo será reciclado para a produção de sacolas.

Figura 8: Foto Usina de Biogás



(Fonte: Portal EcoDebate-Imagem: SkyscraperCity / Photobucket)

4.3.1. Capacidade de produção

Segundo a empresa, a usina tem capacidade para produzir 2,8 megawatts/h de eletricidade por meio de lixo, que abastecerá cerca de duas mil residências do Estado.

Estima-se que com a iniciativa o Estado do Paraná deixe de descartar, todos os dias, mil m³ de lodo de esgoto e 300 toneladas de lixo orgânico em aterros.

4.3.2. Como a matéria-prima será obtida?

A matéria-prima -proveniente de residências e indústrias- para geração de energia virá de estações de tratamento de esgoto e de concessionárias de coleta de resíduos.

4.3.3. Desvantagem

A queima gera o gás carbônico e metano (um dos CFHs mais agravantes) irá passar por um exaustor de gás, mas mesmo assim partículas maléficas a atmosfera sempre acabará passando para o ambiente.

4.3.4. Vantagens

A utilização do biogás como fonte de energia trará resultados positivos para a preservação e diminuição de danos ao meio ambiente, pois irá reduzir a quantidade de lixos e esgotos descartados à céu aberto que são principais agentes causadores de poluição, proliferação de doenças e desvalorização econômica no país.

CAPÍTULO V

5. Viabilidade econômica

No Brasil a coleta de esgoto é inexistente em diversas regiões, conseqüentemente aumentando a poluição, proliferação de doenças e contaminações e causando a desvalorização econômica desses ambientes.

Dados do Instituto Trata Brasil-Saneamento é Saúde apontam que aproximadamente 100 milhões de pessoas não têm acesso a coleta de esgoto, sendo que, nas 100 maiores cidades do país, menos de 60% da população dispõe desse serviço. Dados alarmantes mostram que na região norte brasileira apenas 10,24% de toda a população tem acesso aos esgotos canalizados. Fatores como esses revelam o descaso com a sociedade e a precariedade sanitária que milhares de pessoas vivem, que poderiam ser evitadas por meio de investimentos econômicos e empatia com tais pessoas.

Como solução para a problemática apresentada, a usina de biogás seria um vetor importante, com o propósito de reduzir a quase zero esses

problemas, pois todo o lixo e esgoto que não detém da devida atenção terá um fim que contribui com a melhoria de vida e beneficiará o país economicamente.

Entretanto, a dificuldade para a obtenção desse serviço é o investimento necessário para que seja implantado. Como dados comprovaram a inexistência de coleta de esgoto em milhares de locais, a implantação de sistemas de encanamento para coleta da matéria-prima não é economicamente viável, por conta da grande demanda.

Por outro lado, o lucro com a utilização desse sistema, seria obtido à longo prazo, pois com a redução desses inconvenientes, o gasto com a grande procura por médicos, a desvalorização imobiliária e a redução da poluição ambiental, reduzirá os gastos financeiros, que poderão ser revertidos para outras necessidades(exemplo: educação e cultura).

5.1. Questão Sustentável

Como apresentado anteriormente, o biogás que será usado para produzir energia elétrica é considerado uma fonte de energia limpa e renovável, que possui poucos impactos ambientais-com relação à outras fontes de energia-. Portanto é vista a importância de se utilizar tal tecnologia, visando reduzir impactos ambientais, como o desmatamento para a implantação de hidrelétricas, pôr em risco a vida de animais com as usinas de energia eólica e decrescer os casos de moléstia que ocorrem por contaminações, consequente das más condições de saneamento.

METODOLOGIA

A pesquisa do referente Trabalho de Conclusão de Curso iniciou-se no mês de agosto, no ano de 2019, na Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, localizada na região noroeste do estado de São Paulo, no município de Fernandópolis.

Deu-se início por meio de pesquisas bibliográficas, consulta em sites, livros e artigos. Estas serviram como base para o desenvolvimento do indicado trabalho.

Teve-se a necessidade de desenvolver uma pesquisa de campo que foi realizada na mesma instituição- com todos os alunos e os professores, presentes em sala no período noturno totalizando aproximadamente 300 pessoas, por meio da aplicação de questionário. O intuito foi observar e analisar a quantidade de informação que as pessoas têm sobre a importância de atentar-se para a questão de saneamento básico.

DESENVOLVIMENTO

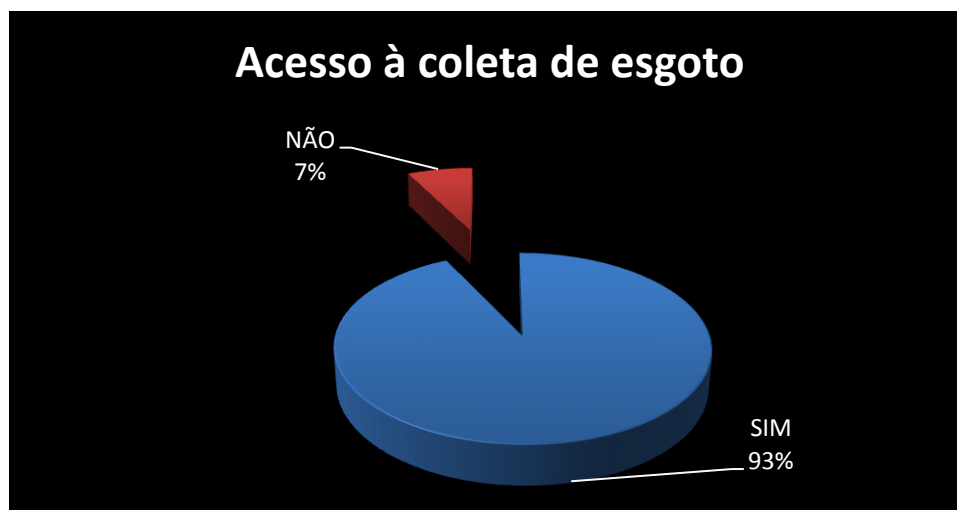
Questionário

1. Você tem acesso a coleta e tratamento de esgoto no local em que mora?
2. Você sabe quais os riscos causados pelos esgotos não tratados descartados incorretamente? Se sim cite um exemplo.
3. Você acha que seria viável a instalação de usinas que utilizam os esgotos para gerar energia elétrica ?
4. Você acredita que beneficiaria o meio ambiente?

RESULTADOS

- **Gráficos**

Gráfico 1: Porcentual de pessoas que possuem acesso à coleta de esgoto



Fonte: (Dos próprios autores , 2019).

No gráfico acima apresentado é perceptível que a minoria dos entrevistados não possuem acesso ao sistema de coleta de esgoto (7%), enquanto a maioria (93%) são beneficiados por esse serviço, mas mesmo assim, este é um número grande em razão do desenvolvimento das cidades.

Gráfico 2: Percentagem de pessoas que conhecem os riscos causados pelo esgoto descartado incorretamente



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

No presente gráfico demonstrado acima, é possível observar relevante percentual (33%) de falta ou baixo conhecimento sobre os riscos da existência de descarte incorreto de esgoto. Enquanto o percentual de pessoas que possuem conhecimento manteve-se elevado (67%).

Gráfico 3: Viabilidade econômica da implantação de usinas de biogás

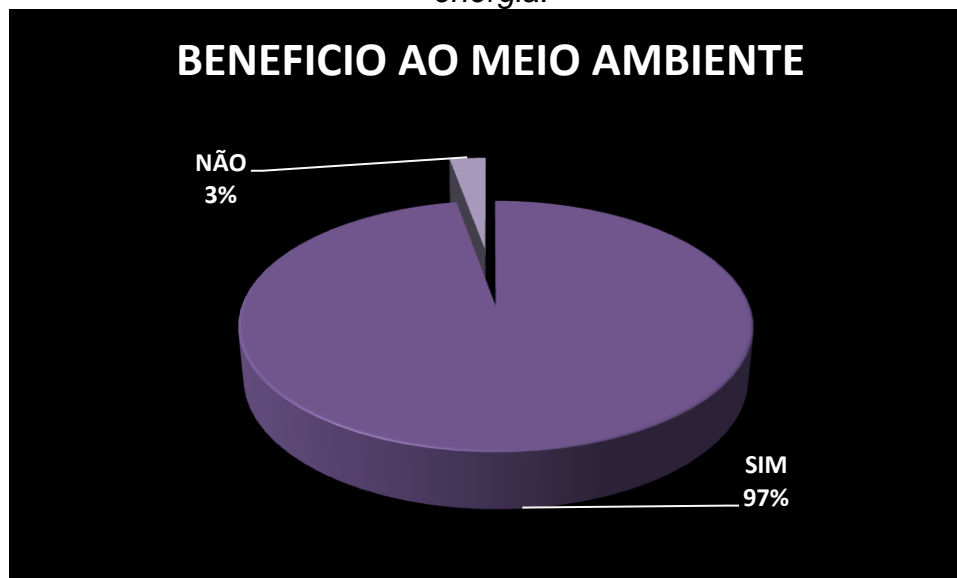


Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

É observado que uma baixa porcentagem(4%) de pessoas não consideram viável a implantação de usinas que utilizam o biogás para gerar energia

elétrica e uma maior porcentagem (96%) consideram viável a utilização de tal procedimento.

Gráfico 4: Benefício ao meio ambiente pela utilização do biogás como fonte de energia.



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

Com base no estudo realizado, apenas uma pequena porcentagem (3%) de entrevistados não consideram benéfico a utilização de biogás como fonte de energia, mesmo que seja renovável. Assim, a maior porcentagem (97%) consideram seus benefícios ao meio ambiente.

CONCLUSÃO

A partir do presente trabalho, concluiu-se que seria de grande benefício ao meio ambiente o investimento em usinas que produzam energia a partir do esgoto que saem das residências, porém, o maior problema seria seus custos de instalação e a pequena parcela de gases que seriam mandados para a atmosfera.

A metodologia de pesquisa utilizou o enriquecimento do trabalho, contribuindo com diversas informações que propiciaram o melhor desenvolvimento do mesmo. Foi possível obter todas as respostas necessárias por

meio das pesquisas de campo e bibliográfica, que foram fatores importantes para melhor conhecimento daquilo que se encontra no cotidiano atualmente.

Propõe-se que prossiga com o trabalho, com uma proposta que maximize a viabilidade econômica da usina de biogás, visto que esse seria o único empecilho para a corroborar o modelo de usina pelo mundo, dado aos seus muitos benefícios para o meio ambiente e sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DRUMOND, F. **“Paraná terá a 1ª usina do Brasil a gerar energia por meio de esgoto e lixo”**. Disponível em: < <https://casacor.abril.com.br/noticias/parana-sera-1a-usina-do-brasil-a-gerar-energia-atraves-de-esgoto-e-lixo/> >. Acesso em: 07/05/2019 – 20hr 25min.

ARCADIS T. S.A. **“Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável”**. PNUD, 2010. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao_10012011033201.pdf>. Acesso em: 14/05/2019 - 22h 36min.

CORTEZ, L. A. B; Gómez E. O; LORA E.E.S. **“Biomassa para energia”**. Campinas/SP: Editora da UNICAMP, 2008.

HAMMES V. S. **“Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável: Agir Percepção da gestão ambiental”**. 3ª edição. Volume 5. Brasília, DF: Editora Embrapa, 2012.

FERREIRA, H. S.; LEITE, J. R. M. **“Biocombustíveis: fonte de energia sustentável?”**. Considerações jurídicas, técnicas e éticas. São Paulo/SP: Editora Saraiva, 2010.

GERPEN, J. V.; KNOTHE, G.; KRAHL, J. et al. **“Manual de biodiesel”**. 1ª edição. Curitiba, PR: Editora Blucher, 2006.

NOGUEIRA, L. A. H. **“Biodigestão, a alternativa energética”**. Editora Nobel, p.1-93. São Paulo, 1986.

CARVALHO, M. J. **“Resíduos sólidos”**. 2ª edição. São Paulo: Editora do Governo do Estado de São Paulo - Secretaria do Meio Ambiente, 2013.

SOUZA, R. A. “**Idea News: atualizando executivos**”: Plástico verde. Ano 8, nº 94. Agosto de 2008.

ABREU, Y. V.; COSTA, I. P. “**Estudo sobre a possibilidade de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo, esgoto)**”. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/download/4843/12667/>>. Acesso em 14/05/2019 – 22h 36min.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB: CGA - COMISSÃO DE GESTÃO AMBIENTAL. “**Brasil terá 1ª usina de geração de energia por meio de esgoto e lixo orgânico**”. Disponível em: <<https://www.ufpb.br/cga/contents/menu/noticias-gerais/brasil-tera-1a-usina-de-geracao-de-energia-por-meio-de-esgoto-e-lixo-organico>>. Acesso em 21/05/2019 - 19h 32min.

GRUPO FRAGMAQ. “**Saiba como transformar o lixo em energia**”. Disponível em: <<https://www.agmaq.com.br/blog/saiba-como-transformar-o-lixo-em-energia/>>. Acesso em 21/05/2019 - 19h 59min.

PARANÁ NO AR. “**Fábrica transforma esgoto e lixo orgânico em combustível**”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fRb04BXflo0>> Acesso em 06/08/2019 - 22h 40min.

LINHARES, E. “**Geração de energia a partir dos resíduos urbanos**”. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/1233648/>>. Acesso em 27/08/2019 - 21h 38min.

GLEYSSON, A. “**Biodigestão anaeróbica**”. Disponível em: <<https://www.portaldobiogas.com/biodigestao-anaerobia>>. Acesso em 27/08/2019 – 21h 56min.

MORGAN, A. “**Vantagens da utilização de um biodigestor**”. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/noticias/identifique-as-vantagens-da-utilizacao-de-um-biodigestor>> Acesso em 27/08/2019 22h 08min.

ÉMILIN, C. S. “**É possível gerar Energia Elétrica a partir do Esgoto?** ” Disponível em: <<https://2engenheiros.com/2018/07/10/energia-a-partir-do-esgoto/>>. Acesso em 3/09/2019 - 19h 27min.

FANTIN, E. “**Brasil já produz energia elétrica a partir de resíduos de esgoto**”. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/boletins-setoriais/8/especial/brasil-ja-produz-energia-eletrica-a-partir-de-residuos-de-esgoto-2-32024-384511.shtml>>. Acesso em 3/09/2019 - 19h 57min.

EQUIPE ECYCLE. “**Biogás: o que é e como ele é transformado em energia**”. Disponível em: < <https://www.ecycle.com.br/2972-biogas>>. Acesso em 24/09/2019 - 19h 40min.

GOUVEIA, R. “**Usina hidrelétrica**”. Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br/usina-hidreletrica/>>. Acesso em 24/09/2019 - 20h 22min.

JUNIOR, J. S. S. “**O que é energia eólica?**”; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-energia-eolica.htm>>. Acesso em 1/10/2019 - 21h 37min.

ROSA, L.G. B. **Estação de Tratamento de Esgoto: conheça as principais etapas**. Disponível em: < <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/estacao-de-tratamento-de-esgoto-etapas-dos-tratamentos> >. Acesso em 5/11/2019 – 21h 11min.