



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO
DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ELABORAÇÃO E GERENCIAMENTO
DE PROJETOS PARA A GESTÃO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

JOSIANE AMARA LEITE DA SILVA

**APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS NO ATERRO SANITÁRIO DE
GOIÂNIA, GOIÁS**

FORTALEZA – CE

2018

JOSIANE AMARA LEITE DA SILVA

APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS NO ATERRO SANITÁRIO DE
GOIÂNIA, GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Especialização em Elaboração e gerenciamento de projetos para a gestão municipal de recursos hídricos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Fortaleza, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Ms. Joyce Costa Gomes de Santana

FORTALEZA – CE

2018

JOSIANE AMARA LEITE DA SILVA

APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS NO ATERRO SANITÁRIO DE
GOIÂNIA, GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Especialização em Elaboração e gerenciamento de projetos para a gestão municipal de recursos hídricos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Fortaleza, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista.

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profa . Ms. Joyce Costa Gomes de Santana
Faculdade Cisne

Prof. XXXXXXXXX XXXXXXXX

Prof. . XXXXXXXXX XXXXXXXX
Universidade

DEDICATÓRIA

A Deus, pai todo poderoso, criador do céu e da terra que iluminou o meu caminho durante toda essa trajetória e me concedeu saúde e sabedoria para seguir.

Aos meus pais, Irair Inácio Ferreira da Silva e Joaquim Gonçalves da Silva, por creditar e investir em mim, mamãe, pelo amor e dedicação, em diversos momentos foi à esperança para continuar, papai, pelo seu cuidado e presença que significou a segurança e a certeza de que eu não estou sozinha nessa caminhada, vocês dois são meu porto seguro, obrigada por enumeras vezes se anular e largar tudo para me acompanhar.

A minha Maninha linda Joycy Kelly Gonçalves Ferreira da Silva e meu afilhado Jhonattan Fellype Gonçalves de Santana, pelo carinho compreensão e apoio que sempre me deram aguentando os meus enjoos e cansaços.

A Neuza Zacarias Bueno e sua filha Rayara Bueno de Melo que me acolheu com todo carinho em seus lares durante todos os encontros em Brasília, DF e fez com que essa caminhada fosse possível e agradável.

Dedico esse Projeto a vocês, pois foram essenciais para o sucesso e realização de mais essa conquista e etapa vencida na minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Agência Nacional de Águas – ANA e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, que em parceria nos proporcionou uma rica experiência com a Especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos.

Ao Prof. Dr. Bruno Fagundes Ferreira e amigo, pelo incentivo e auxílio na elaboração da minha carta proposta, com suas valiosas colaborações e sugestões.

A Profa. Ana Cristina de Oliveira Santos Pereira, que muito contribuiu e auxiliou com todas as demandas e dúvidas no decorrer do curso Aproveitamento Energético de Biogás de Aterros Sanitários, sendo o produto de estudo desse Projeto.

Aos Colegas da Especialização em especial a Daniella Ferreira Costa Moraes, Ana Carolina Mazei Silva e a Mônica Rodrigues da Silva Medeiros pela ajuda durante os módulos e por compartilhar das minhas aflições e me acalmar durante todo o período de “desespero” que as dúvidas me proporcionaram.

À minha família e amigos, pela colaboração, compreensão e sacrifícios para entender e apoiar esse Projeto que representa mais uma realização na minha vida pessoal e profissional.

“Na natureza nada se cria e nada se perde, tudo se transforma.” (Químico francês Antoine Lavoisier, XVIII), Aplicável perfeitamente à realidade da produção de energia elétrica a partir do biogás.

RESUMO

Atualmente a disposição irregular dos resíduos sólidos é um dos maiores desafios enfrentados pela maioria dos municípios brasileiros e uma das alternativas sustentáveis para a destinação final dos rejeitos são os aterros sanitários, sendo mais eficaz e ambientalmente corretos, porém se não geridos de forma adequada podem trazer inúmeros problemas ambientais, entre eles à contaminação por chorume do lençol freático. Nesse contexto, o presente trabalho traz uma proposta para a gestão dos rejeitos, tendo em vista o perfil econômico e ambiental que estão associados à captação do biogás e o seu aproveitamento a partir dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários. Serão apresentadas as vantagens relacionadas à geração de energia renovável e acima de tudo limpa que visa reduzir os impactos provocados no processo de tratamento. Através de uma revisão bibliográfica este trabalho buscou ilustrar as etapas de concepção de um aterro sanitário, assim como a captação do biogás para posteriormente ser utilizado como fonte de energia. O estudo tem como principal objetivo minimizar os impactos ambientais causados pela má destinação dos rejeitos buscando a recuperação e preservação do ambiente, bem como viabilizar, através dos aterros sanitários, a correta geração de energia através do Biogás.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, energia renovável, alternativas sustentáveis.

ABSTRACT

Currently, the irregular disposition of solid wastes is one of the greatest challenges faced by most Brazilian municipalities, and one of the sustainable alternatives for the final destination of the wastes is landfills, being more efficient and environmentally correct, but if not managed properly can environmental problems, among them is the slurry contamination of the water table. In this context, the present work presents a proposal for the management of the tailings, considering the economic and environmental profile associated to the biogas collection and its use from municipal solid waste in landfills. The advantages related to the generation of renewable and above all clean energy will be presented, which aims to reduce the impacts caused in the treatment process. Through a bibliographical review this work tried to illustrate the stages of conception of a sanitary landfill, as well as the capture of biogas to later be used as an energy source. The main objective of the study is to minimize the environmental impacts caused by the bad destination of the wastes seeking the recovery and preservation of the environment as well as to enable the correct generation of energy through Biogas through the sanitary landfills.

Keywords: Solid waste, renewable energy, sustainable alternatives.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura de um Aterro Sanitário.....	16
Figura 2	Mapa de Goiânia, GO.	18
Figura 3	Localização do Aterro Sanitário de Goiânia.....	18
Figura 4	Sistema Integrado de Captação e conversão do Biogás em energia elétrica.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Orçamento Estimativa de Investimentos e Custos.....	21
Tabela 2	Cronograma da Implantação do Projeto de Intervenção.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Problematização.....	12
1.2. Justificativa.....	12
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral.....	13
2.2. Objetivos Específicos.....	13
3. METODOLOGIA	14
4. REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1. Aterro Sanitário.....	15
4.2. Chorume.....	16
4.3. Biogás.....	17
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
6. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	19
6.1. Identificação do Problema.....	19
6.2. Justificativa.....	19
6.3. Objetivos.....	20
6.4. Resultados e impactos esperados.....	20
6.5. Ações de intervenção.....	20
6.6. Atores envolvidos.....	21
6.7. Recursos necessários.....	21
6.8. Orçamento.....	21
6.9. Viabilidade.....	22
6.10. Riscos e dificuldades.....	22
6.11. Cronograma.....	23
6.12. Gestão, acompanhamento e Avaliação.....	23
7. TERMO DE REFERÊNCIA	24
7.1. Objeto.....	24
7.2. Justificativa.....	24
7.3. Descrição do Objeto.....	25
7.4. Fundamentação Legal.....	25
7.5. Estimativa de Custos.....	26
7.6. Critérios de julgamento.....	26
7.7. Prazo, local e condições de entrega.....	27
7.8. Obrigação das partes.....	27
7.9. Acompanhamento e fiscalização.....	28
7.10. Pagamento.....	28
7.11. Subcontratação.....	28
7.12. Sanções.....	29
7.13. Informações complementares.....	32
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34

1.0 INTRODUÇÃO

1.1 Problematização

O município de Goiânia utiliza desde 1979 uma área para depósito de resíduos sólidos, estando ela localizada na GO-060 - km 3, Chácara São Joaquim, saída para Trindade, GO. No início um lixão a céu aberto, mas que a partir de março de 1994, com a implantação de um projeto de recuperação de área já degradada, antigo lixão, o Município e a Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG) viabilizaram a instalação de um aterro sanitário, com objetivo de adequar as instalações às normas sanitárias e ambientais.

Em razão da ampliação do quantitativo de resíduos que eram encaminhados ao aterro, e sem o aumento de investimentos nos sistemas de drenagem e dos tratamentos de efluentes líquidos, em 2006, segundo o Núcleo de Defesa do Meio Ambiente de Goiânia – 15ª Promotoria de Justiça, o bombeamento de chorume estava sendo lançado no Córrego Caveirinha, sem qualquer tipo de tratamento causando danos ambientais. No mais, constatou-se ainda que o deliberado lançamento de chorume, sem tratamento adequado diretamente no solo, estava produzindo problemas facilmente identificáveis. Assim, o aterro sanitário de Goiânia, retrocedeu de uma situação de regularidade ambiental.

O tratamento do chorume era realizado no próprio aterro sanitário até 2011, ano em que o mesmo perdeu a licença ambiental, uma vez que existiam outras irregularidades, como os problemas encontrados nos lagos de decantação da estação de tratamento. Hoje acrescenta-se a esse fato a pactuação de um acordo entre a Companhia de Urbanização de Goiânia – COMURG e Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia – AMMA, juntamente com a empresa SANEAMENTO DE GOIÁS S.A – SANEAGO para despejar o chorume na rede de esgoto da referida empresa de saneamento.

1.2 Justificativa

O aproveitamento do biogás gerado nos aterros sanitários para a produção de energia elétrica é uma alternativa viável para se equacionar o problema relacionado à disposição inadequada de resíduos sólidos, sendo uma prática já realizada em algumas cidades do País que aproveitam o metano produzido nos aterros sanitários e o converte em energia útil.

Assim, além de solucionar os impactos ambientais gerados pelo aterro sanitário, o aproveitamento do Biogás proveniente dos resíduos urbanos possui um custo inferior à

energia gerada por hidrelétrica e surge como sendo uma das soluções para o chorume que por sua vez também é responsável pela liberação do gás metano (CH₄) na atmosfera.

Portanto, o biogás é um tipo de energia limpa e renovável que apresenta muitas vantagens tanto para o meio ambiente quanto para a saúde das pessoas, uma vez que existe uma baixa emissão de gases poluentes e não há geração de resíduos, além de proporcionar uma finalidade útil e nobre ao aterro sanitário.

Implantando no aterro sanitário de Goiânia a técnica de aproveitamento energético de biogás, estaremos não apenas utilizando o potencial gerador de energia naquele ambiente, mas também minimizando os impactos ao meio ambiente bem como oportunizando benefício de natureza econômica para esse município.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar um Plano de Intervenção que favoreça a implementação do aproveitamento energético do biogás no aterro sanitário de Goiânia, GO convertendo o mesmo em fonte de energia renovável.

2.2 Objetivos Específicos

- Expor as vantagens do aproveitamento do biogás originado em aterros sanitários.
- Apresentar os benefícios da eficiência da tomada do biogás;
- Mostrar a redução na emissão de gases poluentes na atmosfera, bem como a diminuição do impacto ambiental, através do processo de aproveitamento do Biogás;
- Confirmar a viabilidade econômica, técnica e ambiental da geração de energia elétrica por meio da Outorga ONEROSA do uso do biogás produzido no Aterro Sanitário do município de Goiânia, GO, mediante licitação.

3.0 METODOLOGIA

Para escrita desse trabalho, utilizamos de pesquisas bibliográficas, através de material publicado e disponível nas bases de dados à Scientific Electronic Library Online (SCIELO) publicados no período de 1999 a 2018 com o intuito de obtermos uma fundação teórica segura sobre a temática abordada.

Utilizamos como método de investigação a pesquisa descritiva, do tipo bibliográfica, de caráter qualitativo. De acordo com Rampazzo (2002) a pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona atos ou fenômenos do mundo físico e, especialmente, do mundo humano, sem a interferência do pesquisador. Sobre as pesquisas descritivas, ainda asseveram Lakatos e Marconi.

[“...] a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras” (LAKATOS; MARCONI, 2006, p. 185).

O levantamento bibliográfico permitiu trazer a esta produção científica uma visão a respeito do tema com base na literatura atual permitindo evidenciar a viabilidade da implantação de um sistema de geração de energia a partir do biogás como alternativa apropriada para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos que será apresentada no Projeto de intervenção, apenso a este trabalho atrelado ao Termo de Referência com descrição dos objetos de contratação para consecução do objetivo almejado

4.0 REFERÊNCIA TEÓRICO

4.1 Aterro Sanitário

Levando-se em consideração os estudos de D´Almeida & Vilhena, 2000 podemos conceituar aterro sanitário como sendo todo processo utilizado para a disposição adequada de resíduos sólidos no solo, em especial o lixo domiciliar, fundamentado em critérios de engenharia e nas normas operacionais específicas. Esses locais permitem a confinamento segura de modo a evitar os danos e os riscos à saúde pública, minimizando os impactos ambientais.

A forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo segue as normas pré-estabelecidas pela Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos cuja finalidade é minimizar os riscos e problemas ambientais. Nessa perspectiva a localização do aterro deve ser criteriosamente selecionada, planejada e preparada.

Para projeção de um aterro sanitário, são necessários estudos geológicos e topográficos para seleção da área a ser destinada a instalação de forma que não haja possibilidade de comprometimento ao meio ambiente. Para tanto, inicia-se com a impermeabilização do solo, que são as combinações de argila e da lona plástica de impermeabilização (PEAD), com o intuito de evitar as infiltrações dos líquidos percolados, no solo, os quais são captados (drenados) por meio de tubulações e escoados para a lagoa de tratamento.

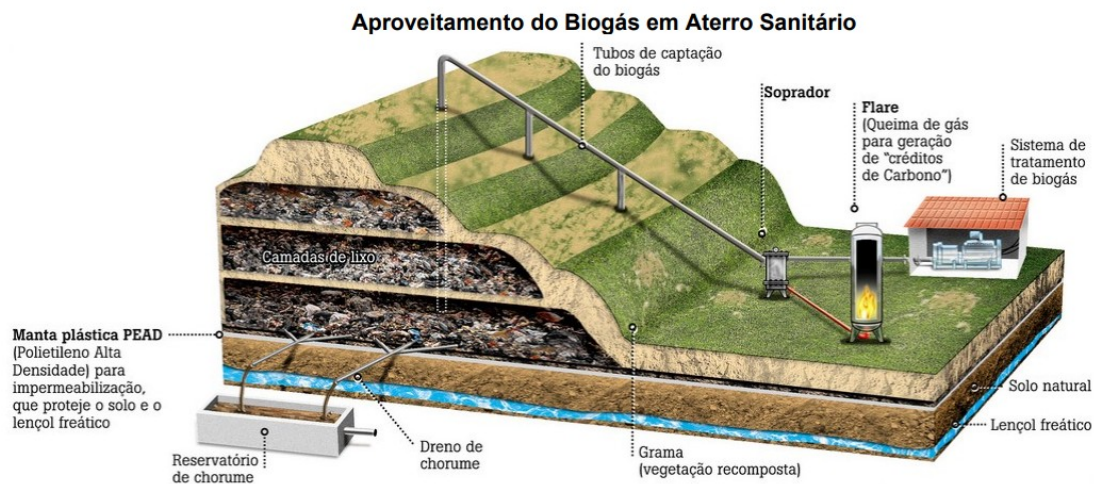
De acordo com a Norma Técnica NBR 8419 (ABNT, 1984), os aterros sanitários não devem ser construídos em áreas que estão sujeitas à inundação, entre a superfície inferior do aterro sanitário e o mais alto nível do lençol freático. É necessário possuir uma camada de espessura mínima de 1,5 m de solo insaturado além do mais o nível do solo deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região.

Deve o aterro ser de fácil acesso e estar localizado há uma distância mínima de 200 (duzentos) metros de qualquer curso d'água, possuir arborização adequada nas redondezas para evitar erosões. O solo precisa ser argiloso, de baixa permeabilidade e a quantidade de lixo depositado deve ser controlado na entrada do aterro, por meio da pesagem em balança. Já os gases que são liberados durante a decomposição dos resíduos, são captados e podem ser queimados com sistema de purificação de ar ou transformados em fonte de energia (AMBIENTE BRASIL, 2018).

Os aterros sanitários apresentam vantagens quando se trata da problemática dos resíduos sólidos urbanos tais como o baixo custo de manutenção e operação, a coleta de biogás produzido durante a fermentação que pode ser utilizada como fonte de energia, o controle de percolado gerado pela atividade microbiana (chorume) e reutilização dos locais de aterramento para a população (construção de parques, campos esportivos etc.) (VILLAS-BÔAS, 1990).

Considera-se, pois, aterro sanitário como estratégia de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, de acordo com normas operacionais específicas, objetivando evitar danos ou riscos à saúde pública, além de minimizar os impactos ambientais.

Figura 1: Estrutura de um Aterro Sanitário



Fonte: CEPEA (2004)

4.2 Chorume

Um dos problemas comuns no gerenciamento dos aterros sanitários de resíduos urbanos está na produção e ao tratamento do chorume produzido, em especial quando o aterro sanitário situa em áreas com altas pluviosidades. Com isso a produção de chorume é abundante, e conseqüentemente maximiza o risco de contaminação dos solos, das águas subterrâneas e dos leitos de rios, podendo assim gerar um forte impacto ambiental.

A composição do chorume pode conter metais pesados, provenientes da decomposição e das características do próprio solo de cobertura ou decorrentes de embalagens metálicas, das pilhas entre outros resíduos. Chorume de aterros sanitários em sua maioria apresenta também altas concentrações de compostos orgânicos, nitrogênio amoniacal (GARCÍA, 1997).

Normalmente em um aterro sanitário a disposição dos resíduos sólidos é planejada e o chorume é canalizado para um tanque a céu aberto, passivo de um pré-tratamento, ou não,

após chegar nesse reservatório, o líquido é enviado para as ETE (Estação de Tratamento de Esgoto). O chorume através da poluição das águas pode provocar as endemias e as intoxicações, quando existe a presença acima dos níveis permissível de organismos patogênicos e das substâncias tóxicas (SISINNO & ROSÁLIA, 2000).

4.2 Biogás

Segundo Costa, Barros e Falcão (2015), o Biogás obtido pela degradação de compostos orgânicos, é uma mistura gasosa combustível, sendo o resultado da degradação de matéria orgânica por bactérias anaeróbias.

Os resíduos sólidos urbanos, após dispostos nos aterros sanitários, apresentam significativa parcela de matéria orgânica biodegradável, com o processo de digestão anaeróbia. As ações de microrganismos transformam a matéria orgânica no gás metano sendo este denominado Biogás (FARIA, 2010).

O Boletim do Ministério das Cidades (2008) conceitua que

O biogás é uma mistura gasosa, produzida naturalmente em meio anaeróbico pela ação de bactérias em matérias orgânicas que são fermentadas dentro de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez, composta basicamente pelos gases metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), hidrogênio (H₂), oxigênio (O₂) e gás sulfídrico (H₂S). Pelas características dos resíduos sólidos do Brasil, o biogás apresenta elevadas concentrações de metano, acima de 55%, e de dióxido de carbono acima de 30% (...).

O biogás é considerado um bicomcombustível, pois é uma fonte energética renovável, e por ser sua matéria prima orgânica, é considerada uma fonte inesgotável, podendo minimizar o uso dos combustíveis fósseis e não renováveis tais como o petróleo, o gás natural e o carvão mineral, e pode ser utilizado como combustível para fogões, para caldeiras, para motores e na geração de energia elétrica.

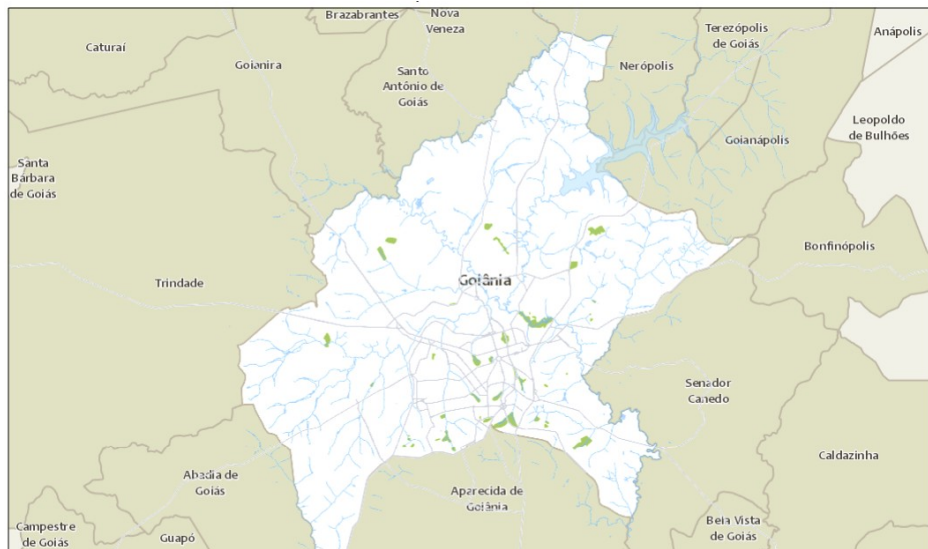
Corroborando com as ideias de Costa, 2015 reputamos que a solução para o grande volume de resíduos orgânicos produzidos nos aterros sanitários é sua conversão energética em biogás visto que reduz o potencial tóxico das emissões de metano ao mesmo tempo em que produz energia elétrica agregando, desta forma, ganho ambiental e redução de custos.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O aterro sanitário objeto de intervenção desse trabalho, descrito na Figura 3 é o que está localizado na Estrada GO-060, km 03, Chácara São Joaquim, Goiânia, GO.

Goiânia, capital do estado de Goiás, gera em torno de 34 mil toneladas de resíduos domiciliares mensalmente o que equivale aproximadamente de 1.130 toneladas por dia o que totalizando uma média per capita de 1,0 kg / dia, demonstrando um alto índice de geração de resíduos requerendo, assim, intervenção para minimizar os problemas ambientais provenientes dessa prática.

Figura 2: Mapa de Goiânia, GO.



Fonte: SEDETEC, 2018

Figura 3: Localização do Aterro Sanitário de Goiânia



Fonte: Google Maps, 2018

6. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

6.1 Identificação do Problema

A problemática não é só sobre lixo, e sim sobre a gestão dos Resíduos Sólidos, pois se não for bem operado o aterro sanitário, ocasiona diversos problemas ambientais, onde podemos destacar as poluições hídricas tanto superficiais quanto as subterrâneas, ocasionadas pela percolação vertical do lixiviado que chega ao lençol freático; pelo carreamento dos resíduos do aterro sanitário para rios e lagos (águas superficiais); e pela transferência de gases gerados pela decomposição dos resíduos sólidos que são solúveis na água (MOTA, 2011).

Diante dessa situação, o chorume deve ser captado e tratado em processos biológicos, entre eles; as lagoas de estabilização, os reatores anaeróbios, os filtros biológicos ou ainda podem ser recirculados para infiltração no aterro sanitário, apresentando a vantagem de interferir positivamente no aumento da produção de biogás.

Devido aos problemas encontrados nos lagos de decantação da estação de tratamento no Aterro Sanitário de Goiânia, GO, atualmente existe uma pactuação para despejar o chorume na rede de esgoto da empresa de saneamento de Goiás (SANEAGO), uma vez que o bombeamento de chorume estava sendo lançado no Córrego Caveirinha, sem qualquer tipo de tratamento causando danos ambientais.

6.2 Justificativa

O controle da emissão de biogás, em especial o metano, reduz a instabilidade dos aterros sanitários, provocados pelo acúmulo de bolsões de gases no seu interior, também minimiza a migração dos gases para as regiões próximas, evitando assim problemas ambientais, além de possibilitar o aproveitamento potencial energético dos aterros sanitários (FERNANDES, 2009).

O uso de biogás em aterros sanitários vem sendo apontado como uma das alternativas para desenvolver o potencial da energia, a fim de serem também obtidos resultados significativos quanto às questões ambientais, econômicas, entre outros aspectos (COELHO et al., 2006).

6.3 Objetivo

Apresentar possibilidades do aproveitamento energético do biogás proveniente do

aterro sanitário de Goiânia, GO, convertendo o mesmo em fonte de energia renovável.

6.4 Resultados e Impactos esperados

Esperamos como resultado do projeto, a implementação da técnica de aproveitamento energético de biogás, cujos impactos dizem respeito à conversão do aterro sanitário de Goiânia, GO, em fonte de energia renovável.

6.5 Ações de intervenção

O escopo do Projeto de intervenção para o aproveitamento energético de biogás no aterro sanitário de Goiânia-GO contempla as seguintes entregas:

- ✓ Projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL);
- ✓ Implantação e / ou adequação da Rede de Captação do Biogás;
- ✓ Implantação e / ou adequação da Unidade de Transporte do Biogás;
- ✓ Implantação e / ou adequação da Unidade de Queima Enclausurada (Flare);
- ✓ Implantação de Unidade Moto Geradora Modular e Biogás;
- ✓ Implantação de Unidade de Elevação de tensão;
- ✓ Implantação da Linha de Transmissão.

Figura 4: Sistema Integrado de Captação e Conversão do Biogás em Energia Elétrica



Fonte: BRASMETANO (2007)

Segundo Instrução Normativa da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, IN nº 04/10 (SLTI/MP) os atores envolvidos no processo são o Gestor do Contrato, o Fiscal

Técnico do Contrato, o Fiscal Administrativo do Contrato, o Fiscal Requisitante do Contrato e o Preposto.

6.7 Recursos necessários

O plano de intervenção para a sua aplicabilidade faz se necessárias minimamente (03) três equipes sendo uma de campo (técnicos e assistentes), outra técnica (engenheiros e projetistas) e a equipe operacional, constituídas por profissionais com experiência em tratamento de RSU e análise técnica de projetos de captação de biogás em aterros sanitários.

6.8 Orçamento

Os investimentos previstos para o Plano de Intervenção estão detalhados na planilha abaixo que apresenta a estimativa de investimento e custos.

Tabela 1: Orçamento Estimativa de Investimentos e Custos

ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS	
Projetos (Engenharia e MDL)	R\$ 152.000,00
Equipamentos	R\$ 802.365,00
Tubos e conexões	R\$ 234.123,00
Montagem	R\$ 38.000,00
Obras Cívicas	R\$ 16.900,00
Contingencia 10%	R\$ 124.338,80
TOTAL	R\$ 1.367.726,80
ESTIMATIVA DE CUSTOS	
Manutenção	R\$ 1.641.272,16
Supervisor	R\$ 1.260.000,00
Operador	R\$ 360.000,00
Servente	R\$ 180.000,00
Monitoramento	R\$ 225.000,00
Contingencia 10%	R\$ 366.627,22
TOTAL	R\$ 4.032.899,38
TOTAL – R\$ 5.400.626,18	

Fonte: Adaptação Secretaria Municipal de Administração do Município de Bauru, SP

6.9 Viabilidade

Levando em consideração que a energia elétrica gerada a partir do biogás oferece a possibilidade de descentralização e proximidade aos pontos de carga, que são as fontes renováveis e dada a alta capacidade de geração de energia elétrica através dos resíduos sólidos, a proposta desse plano de intervenção é considerada viável, uma vez que a geração a partir de biogás pode apresentar uma solução para diminuir sobrecarga das concessionárias, podendo ser considerada como investimento do poder público que visa solucionar problemas não somente energéticos, mas também ambientais, já que através do aproveitamento dos RSU na produção de biogás, ocorrerá uma redução significativa da poluição, principalmente dos gases de efeito estufa, além da preservação de águas subterrâneas e superficiais e promover a criação de empregos e geração de riquezas para o município.

De acordo com Barros et al. (2014) um das barreiras encontradas para o aproveitamento energético de aterros sanitários ainda é a viabilidade econômica, porém os autores estimam que este aproveitamento se torna economicamente atrativo para cidades superiores a 200.000 habitantes, e por Goiânia está aproximando a 1,5 milhão de habitantes julgamos ser atrativo o aproveitamento energético do biogás.

Acrescente-se os ganhos da venda da geração de energia elétrica para a ENEL, a partir de uma fonte renovável, viabilizando economicamente o projeto e contribuindo para uma diminuição significativa do impacto ambiental causado pelo aterro sanitário na região Metropolitana de Goiânia, GO.

6.10 Riscos e Dificuldades

No Brasil, existem 02 (dois) grandes projetos de aproveitamento de biogás: um no aterro Bandeirantes, com uma área de 140 hectares e outro no aterro São João, com 84 hectares, ambos no município de São Paulo que já produzem energia elétrica.

A captação do biogás nestes aterros iniciou em 2003 e 2005, respectivamente, e contam ambos com um potencial já instalado de 20 MW em cada um, e com motores de combustão interna importados, porém por se tratar de projetos de empresas privadas, os dados e os resultados não são divulgados, o que impossibilita um estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental, sendo uma das barreiras existentes para as análises da geração de energia elétrica proveniente do Biogás. (FIGUEIREDO, 2011).

6.11 Cronograma

O cronograma da implantação do projeto de intervenção estima que as entregas de todas as atividades de trabalho sejam projetadas para ocorrer dentro dos 10 (dez) meses a contar da assinatura do contrato.

Tabela 2: Cronograma da Implantação do Projeto de Intervenção

DETALHAMENTO DAS TAREFAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Apresentação do pedido de LP do projeto do MDL	X	X								
Apresentação do DCP (Documento de Concepção do Projeto)	X	X	X							
Obras de implantação do sistema de captação e destruição do Biogás					X	X	X	X	X	X
Início da operação do respectivo sistema					X	X	X	X	X	X

Fonte:
Da

Autora

6.12 Gestão, acompanhamento e avaliação

O monitoramento do Projeto de intervenção visa acompanhar o comportamento e o desempenho do aproveitamento energético do Biogás do aterro sanitário de Goiânia, GO, de forma a permitir a identificação, e possibilitar tomadas de decisões em tempo hábil, quando da identificação de alterações no padrão de comportamento previsto e a proposição de medidas preventivas e corretivas, sendo orientando os trabalhos na sua totalidade.

A gestão, o acompanhamento e a avaliação dos principais monitoramentos é um processo obrigatório. Além de complexo, é dinâmico e extenso. Para sua efetividade deve envolver os profissionais de diversos campos de atuação, que são responsáveis pela execução e manutenção dos sistemas, uma vez que se pode identificar e prevenir problemas, possibilitando a adoção de medidas corretivas a tempo.

7. TERMO DE REFERÊNCIA

7.1 Objeto

Contratação de serviços para realização da técnica de aproveitamento dos resíduos sólidos do aterro sanitário de Goiânia, GO, de forma a transformá-los em fonte de energia renovável.

7.2 Justificativa

No Aterro Sanitário de Goiânia as principais atividades desenvolvidas habitualmente são o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e também dos resíduos de serviço de saúde (RSS) e em fase de adequação o tratamento preliminar de líquido percolado (chorume) e de gases.

Os resíduos confinados em aterro sanitário geram um processo de decomposição que ocorrem em fase definidas sendo elas aeróbica, acidogênese e metanogênese. A fase metanogênese apresenta intensa geração de gases, entre eles destaca-se o CH₄, CO₂ e H₂S com emissão de odores. O metano (CH₄) é um gás inflamável e de alto impacto, também causador do efeito estufa, e corresponde a aproximadamente 55% da composição total do biogás que é gerado em aterro sanitário.

Atualmente o número de aterros sanitários vem crescendo no Brasil e em consequência desse aumento, amplia-se o potencial de produção de biogás, sendo esse um gás combustível utilizado para diversas finalidades; entre elas a geração de energia elétrica em modo descentralizado e o uso deste gás com fins energéticos. Ações essas que colaboram com a redução do consumo de combustíveis fósseis, e minimiza as emissões de gases de efeito estufa (GEE), (SANTOS et al., 2015).

Com o Projeto de intervenção, ora apresentado, o Município de Goiânia, GO terá grandes vantagens, tais como: a redução das emissões ao meio ambiente, a utilização de matéria-prima energética produzida pelo “lixo” e também a obtenção de recursos financeiros oriundos da comercialização do RCE, sendo o retorno tanto de natureza ecológica em relação ao meio ambiente como também de natureza financeira gerando assim um bem-estar coletivo.

7.3 Descrição do objeto

Estudo de viabilidade técnica do aproveitamento de biogás para o aterro de Goiânia e geração de energia limpa, em especial a energia elétrica que abrangerá as instalações do aterro sanitário já existente, localizado na Rodovia GO-060, Km 3, Chácara São Joaquim, Goiânia, GO; com a área total de 253.000 m² referenciada pelas coordenadas Geográficas 16°38'43''S / 49°21'54''O, sendo o Proprietário do Aterro a Prefeitura Municipal de Goiânia.

A Outorga ONEROSA do uso do biogás produzido no Aterro Sanitário do município de Goiânia, GO, mediante licitação, na modalidade de concorrência com a finalidade de projetar, licenciar, implantar, operar, manter e monitorar Atividade do Projeto de Intervenção de aproveitamento Energético de Biogás e empregar o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para redução de emissões de metano através de queima e produção de energia elétrica com obtenção de Reduções Certificadas de Emissão (RCEs) e a sua respectiva comercialização.

7.4 Fundamentação legal

Para a produção e uso de biogás no Brasil existem Políticas de incentivo ao biogás / biometano sendo elas as seguintes leis:

A Lei nº 10.483/2002 que criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), cujo objetivo é o incentivo a participação de produtores independentes no setor elétrico brasileiro a utilizar pequenas centrais hidrelétricas, geradores eólicos e biomassa.

Há ainda a institucionalização da Lei federal nº 12.187/2009 que instituiu a Política Nacional de Mudanças Climáticas, com o objetivo de minimizar as emissões de gases de efeito estufa e a Lei Federal nº 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecendo entre outras diretrizes, a utilização de tecnologias que visa à recuperação energética dos RSU, com comprovada viabilidade técnica e ambiental, além da implantação de programa de monitoramento das emissões de gases tóxicos aprovados pelo Órgão Ambiental.

O presente instrumento é regido pelas respectivas Leis que normatizam a respectiva ação, bem como pelas disposições contidas no edital e seus anexos da licitação que versará sobre a contratação de serviços para execução da proposta, em conformidade com a Lei Federal nº 8.666/93 e suas alterações, decorrente também da Lei Federal nº 8.987/95 e alterações e, subsidiariamente, pelos princípios de Direito Público e, ainda, no que couber, pelos dispositivos de Direito Privado.

7.5 Estimativa de custos

Os investimentos e custos para a implantação do Projeto de intervenção foram estimados e estão detalhados na tabela 1, o total dos valores orçados é de R\$ 5.400.626,18, sendo distribuídos da seguinte forma:

- ✓ Estimativa de Investimentos R\$ 1.367.726,80;
- ✓ Estimativa de Custos R\$ 124.338,80.

Vale destacar que todos os investimentos tanto os físicos e os operacionais imprescindíveis para a implementação do Projeto de Intervenção serão de encargo da concessionária ganhadora da licitação.

7.6 Critérios de julgamento

O julgamento será realizado pela Comissão Geral de Licitação, conforme dispõe o art. 45 da Lei federal nº 8.666/1993 e Lei Complementar nº 123/2006.

Será realizado com base na melhor técnica e na menor oferta, com a concessão de bem de uso público.

Será levado em consideração o melhor percentual oferecido que deverá compreender obrigatoriamente a remuneração para a Concedente como contrapartida dos RCE's comercializados, bem como pela exploração econômica e valorização por qualquer forma do biogás obtido no Aterro.

Será desclassificada as propostas, em que as especificações estiverem incompatível com o(s) objeto(s) detalhados nos anexos requerido neste edital, ou aquelas que omitirem as especificações mínimas solicitadas.

Não será considerada qualquer oferta de vantagem não prevista no edital.

Caso a licitante vencedora não firmar o contrato no prazo estabelecido, a Administração Pública poderá convocar as licitantes remanescentes observadas à ordem de classificação, de acordo com os termos do §2º, do Art. 64 da Lei 8.666/1993 e alterações posteriores, em igual prazo e nas mesmas condições da primeira classificada.

O julgamento das propostas ocorrerá dentro do prazo de validade das mesmas, dando-se conhecimento do resultado no quadro próprio de avisos e publicado no Diário Oficial do Município e / ou em jornal de grande circulação, para intimação e conhecimento dos interessados.

7.7 Prazo, local e condições de entrega

O prazo Concessão dos serviços é de 10 (dez) anos a contar da assinatura do Contrato de Concessão e prorrogável na forma da Lei, a execução dos serviços seguir o cronograma previsto no Edital.

7.8 Obrigação das partes

A CONCESSIONÁRIA terá como obrigações:

- a) Elaborar os projetos de implantação, de instalação e de operação dos equipamentos e as instalações necessários para a desgaseificação do aterro como uma das atividades do Projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para redução de emissões de metano e para a produção de energia elétrica com obtenção de Reduções Certificadas de Emissão (RCEs) e a respectiva comercializações;
- b) Usar o biogás produzido no Aterro Sanitário de Goiânia, GO para queima e geração de energia elétrica;
- c) Realizar todos os trâmites que se fazem necessários para a obtenção das licenças e das aprovações da Autoridade Nacional Designada – AMD – para o desenvolvimento de um Projeto MDL no Aterro de Goiânia, GO;
- d) Realizar todos os licenciamentos ambientais necessários, tais como (LP, LI e LO), entre outras;
- e) Operar a unidade durante o período de certificação, período estimado de 10 (dez) anos (2019 a 2029);
- f) Ser responsável pela comercialização das RCEs emitidas;
- g) Garantir ao município de Goiânia, GO os rendimentos de uma quantia definida através de contrato, em reais, por m³ de biogás extraído e destruído;
- h) Arcar com todos os investimentos tanto os físicos e os operacionais necessários para a implementação do projeto de Intervenção;
- i) Ser responsável por estabelecer o sistema elétrico complementar para abastecimento da estação.

O CONCEDENTE terá como obrigações:

- a) Garantir a assistência à CONCESSIONÁRIA em todos os trâmites que forem requeridos e que visem à obtenção da classificação MDL do Projeto e das licenças ambientais necessárias, tais como informações e documentações obrigatórias;
- b) Garantir que após outorgados e em reconhecimento da qualificação MDL do Projeto os créditos de carbono sejam de propriedade exclusiva da CONCESSIONÁRIA, cabendo o repasse devido ao município, sendo o valor correspondente ao volume de biogás extraído e destruído, o que deve ser definido em contrato e tendo como base o Edital Público do processo de Concessão;
- c) Fiscalizar visando manter inalterados os padrões de tratamento e a disposição final de resíduos sólidos no aterro sanitário do Município de Goiânia, GO.

7.9 Acompanhamento e fiscalização

A fiscalização da concessão será exercida por técnicos da Prefeitura Municipal de Goiânia, GO.

A CONTRATADA tem a obrigatoriedade de permitir aos Técnicos de Fiscalização do Município o acesso as dependências, a todas se necessário e caso solicitado, permitindo a realização de auditorias e possibilitando o exame das instalações e bem como também das anotações relativas às máquinas, ao pessoal e ao material, além de fornecer os dados e todos os elementos referentes ao cumprimento do Contrato.

7.10 Pagamento

A CONTRATADA será remunerada por valor correspondente ao volume de biogás extraído e destruído, definido em contrato e deverá repassar um percentual, igual ou superior a 5% (cinco por cento) sobre as quantidades de RCEs prevista na Planilha de Cálculo no contrato firmado.

7.11 Subcontratação

A subcontratação integral dos serviços não será permitida, a dação em garantia e a cessão ou transferência, apenas com a ressalva do disposto no Art. 6º, do Decreto Estadual nº 7.466/11.

A CONTRATADA caso opte por subcontratar parte da obra a ME ou EPP, observando o limite de 30% (trinta por cento) do valor do contrato, poderá fazê-la nos termos do art. 6º do Decreto Estadual 7.466/11, com a ressalva de indicá-las no momento da habilitação.

Caso haja a subcontratação de qualquer parte do item do CONTRATO a CONTRATADA é responsável pelas suas subcontratações, inclusive aquelas referentes à atuação e condutas de suas subcontratadas.

Se houver descumprimento das condições de subcontratação estabelecidas neste documento, o mesmo ensejará na rescisão do Contrato, bem como, sujeitará a CONTRATADA às sanções cabíveis.

7.12 Sanções

O atraso não justificado na prestação dos serviços o Município poderá sujeitar o LICITANTE VENCEDOR à advertência, aplicando multa de mora de 0,5% (meio por cento) sobre os valores adjudicado;

Administração pode rescindir unilateralmente o contrato e aplicar as outras sanções previstas na Lei nº 8.666/93 e Lei nº 10.520/02;

Após regular o processo administrativo, a multa aplicada será descontada da garantia do contrato respectivo;

Caso a multa for com o valor superior ao valor da garantia prestada, terá que responder o contratado pela sua diferença, além da perda desta, e será descontada dos pagamentos eventualmente devidos pela Administração, e se for o caso, será cobrada judicialmente;

A inexecução total ou parcial dos serviços a Administração poderá, garantida a prévia defesa, aplicar ao LICITANTE VENCEDOR as seguintes sanções:

- I. Advertência;
- II. Multa de não inferior a 2% (dois por cento), nem superior a 5% (cinco por cento) do valor do contrato licitado;
- III. Suspensão temporária de participação em licitação e impedimento de contratar com a Administração, por prazo não superior a 02 (dois) anos;

As sanções previstas nos incisos I, III poderão ser aplicadas acompanhada a do inciso II, sendo facultada a defesa prévia do interessado, no respectivo processo, no prazo de 5 (cinco) dias úteis.

Segundo conformidade com o artigo 7º da Lei nº 10.520/2002 também ficará impedido de licitar e contratar com a União, Estados, Distrito Federal ou Municípios e será

descredenciado no cadastro de fornecedores deste Município pelo prazo de até 05 (cinco) anos, sem prejuízo das multas previstas neste Edital e no contrato e das demais cominações legais o licitante que:

- I. Convocado dentro do prazo de validade da sua proposta não celebrar o contrato;
- II. Não entregar documentação exigida pelo certame dentro do prazo estabelecido no Edital;
- III. Prestar informação e ou documentação falsa exigida pelo certame;
- IV. Comportar-se de modo inidôneo ou cometer fraude fiscal;
- V. Ensejar retardamento da execução de seu objeto;
- VI. Não sustentar a proposta;
- VII. Fraudar ou falhar na execução do contrato.

Caso haja descumprimento das demais obrigações assumidas, a licitante estará sujeita às penalidades previstas na Lei n.º 8.666/1993 e demais legislações aplicáveis à espécie.

As infrações a quaisquer outras cláusulas contratuais, serão aplicadas multa de até 2% (dois por cento) sobre o valor total do Contrato atualizado, cumuláveis com as demais sanções, se for o caso inclusive com rescisão contratual.

O valor da multa, caso não for pago, ou depositado, será automaticamente descontado da primeira parcela do preço a que fizer jus, em situação de inexistência ou insuficiência de crédito da Contratada, o valor devido será cobrado administrativamente e / ou inscrito como Dívida Ativa do Município de Goiânia e cobrado judicialmente.

Reserva-se o direito de reter o valor contra qualquer crédito gerado pela CONTRATADA, a fim de garantir o fiel pagamento da multa, independentemente de notificação judicial ou extrajudicial.

7.13 Informações complementares

A contratada deverá apresentar no primeiro relatório parcial a contextualização do Cenário dos Aterros Sanitários Brasileiro apresentando exemplos de aterros sanitários com aproveitamento de biogás para geração de energia elétrica, e conter em números os projetos de créditos de carbono que foram desenvolvidos no Brasil em referente aos aterros sanitários.

Apresentar os estudos de Viabilidade Técnica, contendo diagnóstico e estudos de casos semelhantes no Brasil, contendo alternativas técnicas para o aterro sanitário de Goiânia, além

de incluir cálculos iniciais tanto de dimensionamento, quanto de desenhos esquemáticos e plantas.

Deverá, ainda, indicar a melhor alternativa com base nas características locais e realizar estudo de Viabilidade Financeira com as alternativas selecionadas, apresentando as estimativas de investimentos, os custos operacionais tanto o de Operação quanto o da Manutenção, as retenções de impostos, as depreciações, as amortizações, entre outros componentes, concluindo a análise combinada dos quesitos técnicos e financeiros.

Haverá, ainda, que descrever os benefícios econômicos e socioambientais evidenciando os casos de sucesso e a estimativa de redução de emissões de GEE.

8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos principais desafios dos centros urbanos é a disposição final de resíduos sólidos que constitui em um dos principais problemas ambientais haja vista que as administrações, para destinação de seus resíduos, recorrerem aos aterros sanitários, que em sua técnica realiza o aterramento dos RSU produzindo o biogás que é o produto resultante do processo de digestão anaeróbia da matéria orgânica, realizada pela ação das bactérias.

A geração de biogás em aterros sanitários inicia-se normalmente nos primeiros 03 (três) meses seguintes à disposição dos RSU e pode continuar a ser produzido durante o período de 30 anos ou mais. Ademais, sua distribuição e concentração variam de acordo com a composição, a idade e a umidade dos resíduos, as condições de temperatura e de pH.

O biogás contém uma alta concentração de metano que deve ser considerado nos cálculos dos gases do efeito estufa. Diante disso, o aproveitamento do biogás proveniente de aterro sanitário representa uma destinação mais “sustentável” e inteligente dos RSU impedindo que o metano proveniente da decomposição da matéria orgânica seja liberado para a atmosfera, bem como a preservação das águas subterrâneas e superficiais, também promove a criação de empregos e geração de riquezas. No mais, representa uma alternativa de geração de energia elétrica entre outras, sendo indicado para suprir as demandas energéticas do aterro sanitário de Goiânia, GO.

REFERÊNCIAS

AMBIENTEBRASIL, **Portal**, disponível em <<http://www.ambientebrasil.com.br>> Acesso em: 02 Jun. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT – Nbr 8419 – **Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro, 1984.

Aproveitamento do Biogás, Compreendendo Projetos, disponível em <http://www.bauru.sp.gov.br/arquivos2/sist_licitacoes/2011/860/860_Edital_1.pdf> Acesso em: 20 Maio. 2018.

Aproveitamento Energético do Biogás a Partir de Resíduos Sólidos, disponível em <<http://educacaopublica.cederj.edu.br/revista/artigos/aproveitamento-energetico-do-biogas-a-partir-de-residuos-solidos>> Acesso em: 20 Maio. 2018.

Aproveitamento Energético do Biogás do Aterro Sanitário do Oeste, disponível em <<https://www.tpf.pt/pt/aproveitamento-energetico-do-biogas-do-aterro-sanitario-do-oeste-c-1117-5-165---6.html>> Acesso em: 20 Maio. 2018.

Aterro Sanitário de Goiânia: Altos Investimentos, Pouca Eficiência. disponível em <<https://www.ecoinovaambiental.com.br/singlepost/2017/05/03/Aterro-Sanit%C3%A1rio-deGoi%C3%A2nia-Altos-investimentos-pouca-efici%C3%Aancia>>> Acesso em: 25 Jan. 2018.

BARROS, R. M. et al. The electric energy potential of landfill biogas in Brazil. *Energy Policy*. V. 65, p. 150-164, 2014.

Biogás Produzido em Aterro Sanitário Como Fonte de Energia – Uma Revisão Bibliográfica, disponível em <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/biogás_produzido_em_aterro_sanitário_como_fonte_de_energia.pdf> Acesso em: 20 Maio. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos** – 2008. Brasília.

COELHO, Suani Teixeira; VELÁZQUEZ, Sílvia Maria Stortini González; MARTINS, Osvaldo Stella; ABREU, Fernando Castro de. **A conversão da fonte renovável biogás em energia Políticas públicas para a Energia**. In: V Congresso Brasileiro de Planejamento Estratégico, 2006, Brasília.

COSTA, S.; BARROS, S. L. P.; FALCÃO, V. **A Utilização energética do biogás produzido em aterros sanitários**. Anuário de produções acadêmico-científicas dos discentes da faculdade Araguaia. V. 3, P. 326-332, 2015.

D' ALMEIDA, M. O., & VILHENA, A. **Manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT / CEMPRE, 2000

FARIA, M. **Aterro Sanitário: Biogás produzido em aterros sanitários, aspectos ambientais e aproveitamento do potencial energético.** Monografia (Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético do Instituto de Eletrotécnica e Energia) IEE da Universidade de São Paulo, 2010.

FERNANDES, J. G. **Estudo da emissão de biogás em um aterro sanitário experimental.** 2009. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2009, 101f.

FIGUEIREDO, N. J. V. **Utilização de biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica – Estudo de caso.** 2011. 147P. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Orientações técnicas para a operação de aterros sanitários.** Belo Horizonte: FEAM, 2006.

GARCÍA, H. R. **Comparison of anaerobic treatment of Leachates from an Urban-Solid-Waste Landfill at Ambient Temperature and at 35 oC.** Bioresource Technology , pp. 273-27, 1997.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Guidelines for National Greenhouse Inventories: Reference Manual.** v. 3, 1996.

LAKATOS, E. M. & MARCONI, M. A. **Metodologia científica.** 4ª ed. São Paulo: Atlas., 2006.

MAZO-NIX, S. **Conceitos Básicos sobre Biogás de Aterro e as Tecnologias para o seu Aproveitamento Energético.** SCS Engineers: Global Methane Initiative, 2013.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS, Núcleo de Defesa do Meio Ambiente de Goiânia – 15ª Promotoria de Justiça, disponível em <http://www.mp.go.gov.br/portal/arquivos/2015/03/09/16_43_02_173_ACP_ATERRO_SANIT%C3%81RIO_GOI%C3%82NIA.pdf> Acesso em: 01 Jun. 2018.

Meio Ambiente Análise de Risco do Aproveitamento Energético do Biogás de Aterros Sanitários para a Geração de Eletricidade, disponível em <<https://revistas.ifg.edu.br/tecnia/article/download/73/29>> Acesso em: 20 Maio. 2018.

MENDES, L. G. G.; MAGALHÃES SOBRINHO, P. **Comparação entre métodos de estimativa de geração de biogás em aterro sanitário.** Revista Bioociências. Taubaté, v.13, n.3-4, p.134-142, jul./dez., 2007.

MENDES, L. G. G.; MAGALHÃES SOBRINHO, P. **Métodos de estimativa de geração de biogás em aterro sanitário.** Revista Ciências Exatas. Taubaté, v. 11, n. 2, p.71-76, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Módulo Específico: Licenciamento Ambiental de Estações de Tratamento de Esgoto e Aterros Sanitários.** Brasília, 2009.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente.** 4ª Edição, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Rio de Janeiro-Fortaleza, 380 p., 2011.

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia científica para alunos de graduação e pós-graduação**. São Paulo. Edições Layola, 2002.

SANTOS, I. F. S. et al. The XI Latin-American Congress Electricity Generation And Transmission - Clagtee 2015 "**Bioenergy For Electricity Generation And Ecological Issues In Power Plants**", 2015.

TARTARI, L. C. **Avaliação do processo de tratamento do chorume do aterro sanitário de Novo Hamburgo. Dissertação de Mestrado**. ULBRA - Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia, 2003.

SISINNO, C., & ROSÁLIA, M. **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. . Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000.

VILLAS-BÔAS, D. M. F. **Estudo da microbiota anaeróbia hidrolítica fermentativa em aterro sanitário**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1990.