

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO – UNIGRANRIO
CAMPPUS DUQUE DE CAXIAS – RJ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ARIANE GONZAGA GONÇALVES
MATRÍCULA: 6101742

APROVEITAMENTO DO BIOGÁS COMO
FONTE DE ENERGIA PARA O
MUNICÍPIO DE DUQUE DE CAXIAS

DUQUE DE CAXIAS

2020

Ariane Gonzaga Gonçalves – ariane.gonzaga@unigranrio.br
Universidade do Grande Rio - Unigranrio
Rua Professor José de Souza Herdy, 1160 – Jardim 25 de Agosto
CEP 25071-202 – Duque de Caxias– Rio de Janeiro

Rachel S. de Oliveira – rachelsam@unigranrio.edu.br
Universidade do Grande Rio - Unigranrio
Rua Professor José de Souza Herdy, 1160 – Jardim 25 de Agosto
CEP 25071-202 – Duque de Caxias– Rio de Janeiro

Resumo: *A Revolução Industrial, século XIX, com a implantação de fábricas de produções de consumo, marcou o início de novos tempos para a população e, contribuiu significativamente no volume de resíduos nas cidades urbanas. A questão do aquecimento global, descongelamento das geleiras e a conscientização maior da sociedade com o meio ambiente, cada vez mais proeminente sendo discutido no mundo, impulsionou a questão do resíduo sólido ser transformado em solução energética. O problema do resíduo sólido tem virado uma solução energética em grande parte do mundo. A geração de energia elétrica renovável e limpa por meio do biogás do resíduo em aterros sanitários reduz o impacto global provocado pela queima dos resíduos. O desenvolvimento desse projeto possibilita a aquisição de incentivos financeiros para obtenção de metas de eficiência energética e sustentável.*

Palavras-chave: *Energia elétrica, Sustentabilidade, Crédito de carbono.*

1. INTRODUÇÃO

Na época atual, a produção e a destinação dos resíduos atingem todos no mundo, não diferencia nível de desenvolvimento socio econômico ou cultural. É uma grande preocupação relacionada com a produção dos resíduos é o que seus impactos podem gerar na saúde humana e na qualidade do meio ambiente.

Durante o período do Império (1822-1889), o lixo era basicamente orgânico, material de origem biológica proveniente da vida animal ou vegetal e, eles eram depositados na areia das praias sem muitos problemas. Com o passar dos anos, houve o aumento acelerado da população após a revolução industrial e, conseqüentemente, do volume de resíduo produzido diariamente por pessoa, dificultando assim, o seu gerenciamento. (GARCIA, 2011).

A fim de buscar uma solução para o desafio da destinação dos resíduos, durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) foi criada a embalagem plástica que substituiu as sacolas de papel ou papelão, cuja suas vantagens eram a resistência à impermeabilidade, degradação do tempo e baixo custo. A partir das décadas de 60 e 70 foram criadas novas embalagens das mais variadas características e, essas embalagens passaram a ser jogadas em depósitos de lixos. (GARCIA, 2011).

Nos dias atuais, o desafio é reduzir a quantidade de sacolas plásticas no mundo, já que é um grande vilão ambiental, e acabar com os depósitos de lixos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída por meio da Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, e regulamentada pelo Decreto n. 7. 404, de 23 de dezembro de 2010. A Lei define resíduo sólido como material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água. (FILHO; SOLER, 2012, p. 4).

Além dessa definição, a PNRS trouxe um novo conceito, que denominou de rejeitos. Os rejeitos são resíduos sólidos que depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por meio de processos tecnológicos, não apresentem outra solução que não a disposição final ambientalmente adequada que são os aterros sanitários. (FILHO; SOLER, 2012, p. 4).

Nos aterros sanitários, a decomposição das matérias orgânicas com a ausência do oxigênio produz o biogás, uma mistura gasosa composta por aproximadamente 50% de metano, 35% de

dióxido de carbono, 1/2% de oxigênio e o resto são gases pequenos como nitrogênio, hidrogênio, gás sulfídrico, monóxido de carbono, amônia e aminas voláteis.

O biogás foi descoberto e estudado por volta de 1600, porém teve uma utilização maior em meados de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, quando a escassez e dificuldade de acesso a fontes fósseis de combustível reacenderam o interesse pela utilização do biogás, tanto para o cozimento e aquecimento de casas, como para a alimentação de motores de combustão interna. No Brasil, a história do biogás teve início com a crise do petróleo da década de 70. Em 1979, foi construído um dos primeiros biodigestores, compartimentos fechados nos quais ocorre decomposição de matéria orgânica, produzindo biogás e biofertilizante.

O biogás é o responsável pela geração de energia elétrica renovável, ou seja, a degradação de matéria orgânica é inesgotável, o que além de contribuir ambientalmente, reduz o efeito estufa que tem o gás metano como seu principal causador. Ainda convém lembrar que muitos países desenvolvidos comercializam créditos de carbono, que são certificados de emissão da redução de gases geradores do efeito estufa. Ao deixarem de emitir a atmosfera ou reduzir uma tonelada de CO₂, eles ganham um crédito de carbono. No entanto, os países que não conseguem atingir a meta estabelecida pelo Protocolo de Kyoto preferem comprar os certificados de outros países.

2. JUSTIFICATIVA

A implementação do projeto conceitual para o aproveitamento do biogás para o município de Duque de Caxias é de fundamental importância, vez que possibilitará realizar validações para solução da necessidade de utilização do biogás como fonte de energia, gerando assim, uma melhoria na saúde humana e na qualidade do meio ambiente.

A crise econômica de 2015 interrompeu um período de sete anos de crescimento do setor de serviços e influenciou o desempenho negativo do consumo das famílias. Porém, graças à recuperação da economia desde o final de 2018, houve um aumento na produção de resíduos, o que ocasionou uma média de 500 toneladas por dia. Uma usina com tratamento térmico de resíduos em média, gera 600 kWh de energia elétrica por tonelada de resíduos sólidos urbanos, e o aterro sanitário com captação de biogás extrai uma média 65 kWh por tonelada. (LISBOA, 2017; SCHIMTKE, 2019)

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

Desenvolver um projeto conceitual para aproveitamento do biogás para o município de Duque de Caxias.

Objetivos específicos

- Explicitar os benefícios da geração de biogás para mitigar custos com a iluminação pública.
- Apresentar a mitigação dos impactos ambientais com a adoção do sistema.

4. METODOLOGIA

Para obter as informações necessárias para o estudo foram feitas pesquisas bibliográficas, buscando analisar a viabilidade do aproveitamento do biogás como fonte energética no município de Duque de Caxias. A fim de aprofundar o desenvolvimento da prática sobre a produção do biogás como fonte de energia elétrica, foi realizada uma visita técnica em uma Usina Termelétrica. Com esses parâmetros foram coletados dados para a verificação e contribuição nas pesquisas do aproveitamento da conversão energética do biogás de forma sustentável para aplicação dos métodos no projeto conceitual.

5. ESTUDO DE CASO

É necessário frisar, por outro lado, que o “lixão” é uma forma inadequada de disposição final que se dá pela simples descarga do “lixo”, sem proteção a saúde pública e ao meio ambiente. Enquanto no lixão, os resíduos são depositados a céu aberto, no aterro sanitário, o solo é impermeabilizado. Os lixões não possuem licenciamento e nem controle dos tipos de “lixo”, ou seja, todos os rejeitos são lançados no “lixão” não havendo nenhum critério de proteção ao meio ambiente, o que gera contaminação da água, ar, solo, lençol freático, degradação da paisagem e atrai catadores de “lixo”.

O Ministério Público do Saneamento Básico determinou o prazo para acabar com os “lixões” em 2014, porém mais de 60% dos municípios não deixaram de utilizar os “lixões”, por isso, o prazo para serem descomissionados, isto é, para o município tomar todas as providências necessárias para sua desativação buscando todos os cuidados para proteger a saúde e a segurança das pessoas e do meio ambiente, passou a ser 2021.

Figura 1: Lixão do Gramacho



Fonte: Google Earth (2012)

O “lixão” de Gramacho operou durante 34 anos, de 1978 até 2012 e fica localizado no município de Duque de Caxias, no bairro de Jardim Gramacho, a margem da Baía de Guanabara, ao lado da foz de dois rios pequenos e poluídos, o Sarapuí e o Iguaçu. Além do próprio Rio de Janeiro, acolheu resíduos de Niterói, Nova Iguaçu, Queimados, Mesquita, São João de Meriti, Duque de Caxias, Teresópolis, Petrópolis e Nilópolis. Em 1996, com a intenção de melhorar, foi criada uma estrada de 5km e barreiras para segurar o lixo, os resíduos passaram a ser classificados, limitados e cobertos com terra, uma espécie de aterro controlado. O aterro chegou a receber 9 mil toneladas por dia. Com seu grande abastecimento, ao longo dos anos, os resíduos vertiam para a Baía de Guanabara, causando um grande impacto ambiental, pois houve a percolação do chorume para o rio, situação que não ocorreria se fosse um aterro sanitário devido à manta de impermeabilização. Isso contribuiu também para o fechamento determinado pela Lei 12.305/10, em 12 de junho de 2012. Com o fechamento do “lixão”, o resíduo passou a ser jogado em galpões localizados próximos ao antigo local de despejo.

O aterro foi desativado em 2012 devido à grande quantidade de resíduo exceder o limite da capacidade causando contaminação do solo e rios e, além disso, gerou uma situação precária para a população daquele bairro. No seu fechamento, houve a promessa de que o sub-bairro seria revitalizado, haveria saneamento para as pessoas que moravam no entorno do “lixão” e para os catadores de “lixo” que trabalhavam lá, muitos por mais de 3 décadas, receberiam a indenização e um curso de capacitação para trabalharem nas fábricas de reciclagem que operavam no entorno do local, já que a maioria dos catadores viviam unicamente da renda do “lixão”. Porém, após 6 anos do fechamento do “lixão”, a promessa ainda não havia sido cumprida, boa parte dos catadores por não terem documento de identidade, não conseguiram receber a indenização e vivem atualmente em uma situação desumana. De acordo com a Lei

12.305/10, que determinou o fechamento dos lixões e instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, está prevista a inclusão social dos catadores.

Antigo Lixão de Gramacho como se encontra após 8 anos do seu fechamento

Figura 2: Antigo Lixão de Gramacho



Fonte: Aluno da Unigranrio (2020)

Figura 3: Antigo Lixão de Gramacho



Fonte: Aluno da Unigranrio (2020)

6. DESENVOLVIMENTO

6.1 Impactos ambientais gerados pela disposição final dos resíduos em locais inapropriados

Figura 4: Lixão de Itariri



Fonte: CENED (2008)

A disposição final dos resíduos de maneira inadequada gera poluição dos gases na atmosfera, contaminação do solo e do ar, presença de catadores de lixo e de animais.

Figura 5: Lixão



Fonte: Escola de Educação (2007)

Essa destinação dos resíduos em locais inapropriados também gera contaminação da água por meio do chorume, vetores de doenças e conflitos com a população estabelecida no local.

6.2 Locais adequados de disposição final dos resíduos

Os aterros sanitários são locais destinados a receberem todo o resíduo descartado pelas atividades humanas com o objetivo de reduzir o impacto do “lixo” no mundo, sobretudo da contaminação do solo, água e ar.

Os aterros em todo o mundo, produzem cerca de 20 a 60 milhões de toneladas de metano por ano, resultado direto da decomposição orgânica dos componentes do lixo. Já o aterro controlado de Gramacho, o principal aterro da região metropolitana do Rio de Janeiro produz cerca de 42000 toneladas de metano por ano. (MORAIS, 2015)

Essa grande quantidade de resíduos produzidos diariamente acarretou o processo de industrialização; a migração do campo para as cidades; o crescimento populacional, entre outros fatores. Segundo a PNRS, são classificados como resíduos da construção civil os relacionados às construções propriamente ditas, reformas, reparos, demolições, além da preparação e escavação de terrenos. Esses itens representam em média 90% de todos os resíduos gerados em obras e a construção civil é responsável por produzir 50% dos resíduos sólidos do país. (FILHO; SOLER, 2012).

Para a construção da criação de aterros sanitários devem ser elaborados de acordo com as normas indicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

6.3 Classificação dos aterros

Aterro de Classe I

Destina-se a resíduos industriais perigosos, podem apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente. Exemplos: borra de tinta, latas de tinta, óleos minerais e lubrificantes, resíduos com thinner, serragem contaminadas com óleo, graxas ou produtos químicos, EPI's contaminadas (luvas e botas de couro), resíduos de sais provenientes de tratamento térmico de metais, estopas, borra de chumbo, lodo da rampa de lavagem, lona de freio, filtro de ar, pastilhas de freio, lodo gerado no corte, filtros de óleo, papéis e plásticos contaminados com graxa/óleo e varreduras.

Aterro de Classe II

Destina-se a resíduos não perigosos. Exemplos: restos orgânicos da indústria alimentícia (restos de alimentos), restos de madeira, materiais têxteis, fibras de vidro, lodo vindo de filtros, limalha de ferro, lama proveniente de sistemas de tratamento de água, poliuretano (presente em espumas, adesivos, preservativos, vedações, carpetes, tintas e mais), gessos, lixas, discos de corte, equipamentos de Proteção Individual, desde que não contaminado (inclui uniformes e botas de borracha, prensas, vidros e outros).

No caso dos aterros de classe II, os classificados como não perigosos, a norma a ser seguida é NBR 8419/ NB 843 que consta a impermeabilização da base e impermeabilização superior, monitoramento ambiental e geotécnico, sistema de drenagem de lixiviados e de gases, entre outros itens. Na norma ainda descreve a obrigatoriedade de constituir memorial descritivo, memorial técnico, apresentação da estimativa de custos e do cronograma, plantas e desenhos técnicos. Esses procedimentos não podem ser executados sem a licença do órgão.

O projeto de um aterro consiste nos estudos preliminares e na escolha da área adequada levando em consideração os critérios técnicos, ambientais, operacionais e sociais. O projeto deve prever a instalação de elementos de captação, armazenamento e tratamento dos lixiviados e biogás, além de sistemas de impermeabilização superior e inferior.

De acordo com o relatório do Banco Mundial, (Agência especializada independente do Sistema das Nações Unidas, é a maior fonte global de assistência para o desenvolvimento, concedendo empréstimos e doações aos 187 países-membros), para que seja possível a recuperação energética do biogás, o aterro sanitário deve contar com os seguintes sistemas: (PEREIRA, 2007, p.34).

Sistema de impermeabilização superior – Destinado a evitar a fuga do biogás à atmosfera. Normalmente a impermeabilização superior é feita com argila compactada e ajuda a impedir a infiltração das águas pluviais. (PEREIRA, 2007, p.34).

Poços de drenagem de biogás – Obrigatórios em aterros sanitários. Deverá ser dada atenção especial para obtenção da otimização da coleta e tratamento dos gases. (PEREIRA, 2007, p.34).

Rede de coleta e bombas de vácuo – A rede de coleta leva o biogás drenado dos poços para a unidade de geração de energia elétrica. Geralmente, a rede é constituída por tubos de polietileno de alta densidade e devem ser aterrados para evitar acidentes. Já as bombas de vácuo são responsáveis por compensar as perdas de carga nas tubulações e garantir uma vazão de biogás regular na unidade de geração de energia elétrica. (PEREIRA, 2007, p.34).

Grupos geradores – São equipamentos com motores de combustão interna, desenvolvidos especialmente para funcionar utilizando o biogás como combustível. (PEREIRA, 2007, p.34).

6.4 Destinação final dos resíduos do município de Duque de Caxias

Grande parte dos resíduos das cidades do Rio são levados para a Ciclus Ambiental do Brasil, empresa que administra o aterro sanitário de Seropédica. O aterro começou a operar em 2011 com a intenção de substituir o lixão de Gramacho, já que estava com data prevista para ser desativado e, atualmente, recebe 9000 toneladas de resíduos por dia das cidades do Rio de Janeiro, Seropédica e Itaguaí. (Ciclus, 2015)

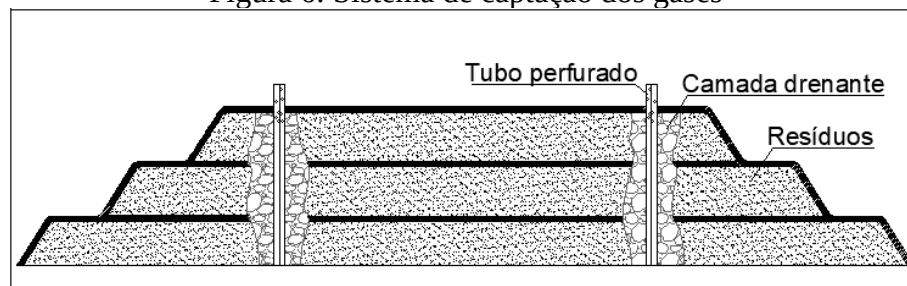
Porém, Próximos a “lixões” desativados no Rio de Janeiro, existem locais que estão sendo despejados “lixos” de forma irregular. Só na região metropolitana são mais de 100

lugares, são áreas entorno da Baía de Guanabara, como São Gonçalo, Itaboraí, Jardim Gramacho, Niterói, entre outros.

Além de Belford Roxo, na Baixada Fluminense, em outros municípios também foram flagrados crimes ambientais e domínio de tráfico de droga nas regiões, o que impede os agentes ambientais de fazerem a fiscalização. Como a insegurança impossibilita a atividade dos profissionais do Inea, o presidente do Instituto Estadual do Ambiente afirmou que uma saída seria monitorar remotamente os caminhões, pois seria possível verificar onde os caminhões estariam atuando, facilitando o planejamento do governo.

6.5 Captação do Biogás

Figura 6: Sistema de captação dos gases



Fonte: Autor (2020)

O resíduo que chega para o aterro sanitário passa por um sistema de drenagem de fundação, que é uma espécie de colchão grande de pedra britada, por onde atravessam os líquidos e gases liberados pelo lixo. A cada 5 metros de lixo é feita uma camada de argila para impermeabilização. Quando é feito o alteamento desse resíduo, no fim desse percurso do dreno vertical, o tubo tem que ser perfurado, justamente para o percolado entrar no tubo. Após chegar na área finalizada do aterro, o tubo perfurado deve ser substituído por um tubo liso, já que o oxigênio não pode ser puxado, pois ele contribui para a não geração de metano, pois as bactérias que formam o metano são anaeróbicas, por isso, quando uma operação é finalizada, o tubo é coberto com argila para selar a entrada de oxigênio.

Figura 7: Estação de regulação



Fonte: Haztec (2019)

Ao ser colocado o tubo liso, o gás já está preparado para ser captado por uns tubos mais finos de 90 mm que se direcionam as estações de regulagens. Há vários pontos de estação de regulação, que controla a pressão de saída, a medida do volume de gás que é fornecido para as redes de distribuição e a filtragem deste gás.

Figura 8: Coletores de entrada



Fonte: Haztec (2019)

Após passar pela estação de regulação, o gás é levado para o coletor de entrada que faz o monitoramento em cada linha específica de pressão, temperatura, vazão e composição.

Figura 9: Demister



Fonte: Haztec (2019)

Depois que passa pelas linhas de transmissão, o gás segue para o demister que separa gotas de líquidos de fluidos gasosos em circulação e são utilizados na filtragem de gás.

Figura 10: Sopradores



Fonte: Haztec (2019)

Após esses processos, o gás é conduzido para os sopradores que dão uma pressão negativa para o campo, um vácuo, eles puxam o gás do campo para ele e empurram o gás ou para o processo de geração de energia ou para o flaring.

6.6 Conversão do Biogás em energia

A implantação de unidades de geração de energia elétrica em aterros deve ser precedida de estudo de viabilidade técnica e econômica e, ainda deverá ser indicado o potencial do biogás no aterro sanitário em função da quantidade e da composição dos resíduos aterrados.

Figura 11: Processo da conversão do gás em energia



Fonte: Haztec (2019)

O gás que será aproveitado para geração de energia vai para o chiller, onde é feita a resfriamento do gás por meio da água, retirando ao máximo o condensado da mistura, evitando assim, leva-lo para os motores. Após, é conduzido para o filtro de siloxano, onde é retirada a sílica do gás com a finalidade de melhorar sua qualidade, pois o siloxano gruda na parede do pistão dos motores e acaba diminuindo seu desempenho. E, por fim, o biogás é conduzido para o motor gerador.

A qualidade do gás influencia na vida útil do motor, dependendo do material impregnado na cabeça do pistão no motor, ele começa a ter auto detonação que é a queima não controlada. Ou seja, quando a cabeça do pistão está muito suja, com o atrito e com a temperatura dos gases, ocorre a auto detonação, o pistão estoura no meio do processo devido à falta de manutenção, podendo ocasionar o desbalanceamento ou quebra do eixo, fazendo com que ocorra uma grande pancada/explosão.

Na realidade, o motor “explode” (combustão) dentro da camisa, porém na hora exata, pois o que gira o motor são essas explosões. Se a explosão ocorrer fora de sincronismo, há a quebra do eixo do pistão e, conseqüentemente, o motor gerador será condenado. A cada um pouco mais de um ano, é necessário abrir o motor para fazer a manutenção correta e, devido a esse longo tempo para a realização da limpeza, é extremamente relevante as etapas iniciais com o tratamento do biogás.

Os motores a combustão são mais adequados à geração de energia para capacidades pequenas e médias devido ao seu menor custo e maior eficiência, já os de capacidades maiores são recomendadas as turbinas a gás. Os motores de combustão interna de ciclos Otto ou Diesel são os mais eficientes para operação deste projeto, porém o Diesel trabalha com taxas de compressão mais elevada, o que seria necessário à operação com o biogás misturado ao diesel, sendo um insumo adicional para o aterro. Além disto, no mercado brasileiro, os motores de ciclo Otto podem ser mais facilmente adaptados para funcionar com biogás, tornando-se mais viável sua utilização. Os motores a combustão têm como vantagens o baixo custo de manutenção, pequeno tamanho de instalação, instalação rápida, modularidade do sistema, diversidade de fornecedores de equipamentos e eficiência em carga total e parcial.

6.7 Fluxograma dos processos de transformação do lixo em eletricidade

Fluxograma 1: Processos de transformação do lixo em eletricidade



Fonte: Autor (2020)

6.8 Situação atual do município de Duque de Caxias

Nove anos após Lei de Resíduos Sólidos, o sistema de coleta de lixo no município de Duque de Caxias não foi cumprido como deveria, o que gera prejuízo do meio ambiente e da saúde dos cidadãos.

A Prefeitura de Caxias foi condenada pela Justiça a construir um aterro sanitário, porém, no presente momento, os projetos e a licitação não foram apresentados, sendo assim, a obra não foi realizada. Por esse motivo, será apresentado neste trabalho o aproveitamento do biogás

como fonte energética para o município de Duque de Caxias na hipótese de uma construção futura do aterro de classe II, visto que, mesmo com a operação do aterro de Seropédica, a coleta de resíduos no município de Duque de Caxias ainda não se mostra totalmente eficiente.

Para este estudo de caso selecionou-se esta região, localizada na Estrada Cantão de Santa Cruz, Xerém, Duque de Caxias, com saída no km 102 da Rodovia Washington Luís, para uma possível construção da usina termelétrica. Tendo em vista que esse terreno tem uma área de 249,191m² e é um pouco afastado das moradias o que facilitaria o recebimento de resíduos diariamente.

Figura12: Terreno de Xerém



Fonte: LP BENS (2019)

Figura 13: Possível demonstração da usina no terreno de Xerém



Fonte: Autor (2020)

Atualmente, o município de Duque de Caxias produz cerca de 500 toneladas de resíduos por dia, o que permitiria que esse projeto conceitual atendesse todo o município.

A unidade recebendo os resíduos de Caxias e operando constantemente com aproximadamente 12 moto geradores, teria capacidade de produzir cerca de 105,6 m³ de biogás por hora. Tendo em vista que a densidade do biogás é 1,15kg/m³, seriam produzidos 121,44kg de biogás por hora. (IVAN, 2019)

Cada moto gerador inserido no processo de produção energética pode gerar 1.4 megawatt/hora, volume capaz de atender aproximadamente 778 mil residências de padrão médio de consumo de energia, o que quer dizer um consumo de 152,2 kwh/mês. (IVAN, 2019)

O investimento inicial para a construção e operação traz um investimento no vulto de 50 milhões. A usina venderia energia e créditos de carbono, permitindo assim, arcar com o investimento e ainda teria lucros. Para um investimento de 50 milhões num aterro de médio porte e com aproximadamente 12 moto-geradores, a usina conseguiria amortizar o investimento em cerca de 7 anos. Ela levaria no mínimo 4/5 anos para a sua construção, podendo alongar esse prazo, pois além da própria construção, é necessário solicitar o licenciamento ambiental com bases em estudos ambientais e de impactos, licença prévia das atividades de instalação e operação, manual para elaboração de estudos com avaliação de impacto ambiental entre outros documentos.

7. CONCLUSÃO

Como visto, com o fechamento definitivo do lixão de Gramacho em Duque de Caxias, foi construído o Centro de Tratamento de Resíduos de Seropédica, com a intenção de receber gradativamente os resíduos do município. Inicialmente a CTR recebia 1000 toneladas diárias de resíduos, incluindo o município de Caxias e com o tempo foi aumentando essa acolhida. O intuito era receber os despejos de Itaguaí, Seropédica e das Cidades do Rio, porém com a grande demanda recebida, a falta de fiscalização e até mesmo pela praticidade, ainda tem uma parcela de resíduos sendo despejados em locais inapropriados. O projeto conceitual proposto tem capacidade, a princípio, para receber todo resíduo de Caxias, visto que a produção de resíduos tem aumentado a cada dia e que não é permitido fazer uso de locais inapropriados para a destinação final dos resíduos.

O aproveitamento do biogás como fonte de energia no Centro de Tratamento dos Resíduos possibilita uma nova utilidade aos aterros sanitários, transformando os gases do material orgânico em energia, gera redução de custos ao produzir energia a partir de recursos próprios, é uma fonte de energia limpa e renovável, não é necessária a sua purificação, removendo apenas os líquidos condensados ao longo das linhas de captação, pode ser utilizado nas propriedades rurais, serve como alternativa ao GLP e ao gás de cozinha, entre outros fatores.

O investimento em biogás beneficia a saúde pública, o meio ambiente e o desenvolvimento econômico, sendo um fator positivo para o conceito das empresas que adotam métodos sustentáveis de gestão de resíduos e geração de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORAIS, Fabiana; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Mecânica. Biogás de lixo no aterro sanitário de Gramacho, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013773.pdf>>. Acesso em: 26 de out. de 2019.

PEREIRA, A. G. H. Redução de emissões na disposição final. **Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos**, 2007. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_publicacao/125_publicacao12032009023918.pdf>. Acesso em: 26 de out. de 2019.

FILHO, C. R. V. S.; SOLER, F. D. Gestão de resíduos sólidos – O que diz a lei. São Paulo. Trevisan Editora Universitária, 2012.

VIANA, Fábio; UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, Faculdade de Engenharia Mecânica. Análise de Viabilidade Técnica e Econômica da Geração de Energia. Disponível em: <<http://www.ppgem.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2009/DISSERTACAOPPG-EM-FabioVianadeAbreu.pdf>>. Acesso em: 30 de out. de 2019.

Biogás: o aproveitamento energético do gás metano gerado em aterros sanitários. **Brasil Escola**, 2018. Disponível em: <<https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/biologia/biogas-aproveitamento-energico-gas-metano-gerado-aterros-sanitarios.htm>>. Acesso em: 01 de nov. de 2019.

Apesar de fechado, Gramacho é uma história inacabada. **O eco**, 2012. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/reportagens/26063-apesar-de-fechado-gramacho-e-uma-historia-inacabada/>>. Acesso em: 02 de nov. de 2019.

De onde tirar recursos para pagar a limpeza pública. **Revista em discussão**, 2014. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/residuos->

solidos/materia.html?materia=de-onde-tirar-recursos-para-pagar-a-limpeza-publica.html>.

Acesso em: 02 de nov. de 2019.

A realidade de Gramacho seis anos depois. **Jornal da PUC**, 2018. Disponível em: <<http://jornaldapuc.vrc.puc-rio.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=7532&sid=29>>. Acesso em: 08 de nov. de 2019.

G1 relata abandono de moradores de Gramacho, 3 anos após lixão fechar. **G1**, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/06/g1-relata-abandono-de-moradores-de-gramacho-3-anos-apos-lixao-fechar.html>>. Acesso em: 08 de nov. de 2019.

Região Metropolitana do RJ tem mais de 100 lixões clandestinos. **G1**, 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/regiao-metropolitana-do-rj-tem-mais-de-100-lixoes-clandestinos.ghtml>>. Acesso em: 11 de mar. de 2020.

GARCIA, Guilherme; Análise e perspectivas de alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos: O caso da incineração e da disposição em aterros, 2011. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/GuilhermeGarciaDiasDosSantos.pdf>. Acesso em: 11 de abr. de 2020.

História do biogás. **BGS Equipamentos para biogás**, 2015. Disponível em: <<https://www.bgsequipamentos.com.br/historia-do-biogas/>>. Acesso em: 13 de abri. de 2020.

LISBOA, Vinicius; Crise econômica em 2015 interrompeu crescimento do setor de serviços. **Agência Brasil**, 2017. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/residuos-solidos>>. Acesso em: 13 de abr. de 2020.

SCHIMTKE, Yuri; Resíduos e energia. **Portal Saneamento Básico**, 2019. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/gerar-energia-atraves-lixo/>>. Acesso em: 13 de abr. de 2020.

Resíduos Sólidos. **Ministério do Meio Ambiente**, 2014 .Disponível em:
<<https://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/residuos-solidos>>. Acesso em: 21 de mai. de
2020.