

ÁREA TEMÁTICA: Reciclagem

AVALIAÇÃO PRELIMINAR PARA IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS WASTE-TO-ENERGY NA REGIÃO INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO

*Gleidson Oliveira da Silva*¹ (gleidson.oliveira.aol.com), *Francisco Javier Contreras Pineda*² (pineda@unb.br), *Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti*¹ (izabel.zaneti@yahoo.com)

1 Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável - Universidade de Brasília

2 Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos - Universidade de Brasília (UnB)

RESUMO

As tecnologias de geração de energia a partir de resíduos sólidos estão sendo cada vez mais utilizadas no mundo para o tratamento e geração de energia. No Brasil, se consideradas algumas legislações recentes, perceber-se-á que o país pretende abrir caminhos para a implementação de tais tecnologias. Dessa forma, o objetivo geral desse artigo é investigar se os municípios da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal possuem o perfil para a implantação de tecnologias voltadas à recuperação energética de resíduos. Para execução desse trabalho foi utilizada pesquisa documental, realizada a partir dos Planos Municipais e Distrital de Gerenciamento de Resíduos Sólidos dos municípios escolhidos e dos dados disponibilizados na plataforma do Ministério do Meio Ambiente, denominada Sistema Nacional de Resíduos Sólidos (SNIRS). Como conclusão, verifica-se que há certa viabilidade de implementação de tecnologias *waste-to-energy* no Distrito Federal e, parcialmente, nos municípios goianos de Luziânia e Formosa. Destaca-se também a necessidade de maior investimento na obtenção de informações para a gestão de resíduos sólidos no Brasil e o fomento a políticas públicas que trabalhem a redução de resíduos sólidos, como também a reciclagem no país.

Palavras-chave: Recuperação energética de resíduos; Waste-to-energy; Resíduos Sólidos.

PRELIMINARY EVALUATION FOR IMPLEMENTATION OF WASTE-TO-ENERGY TECHNOLOGIES IN THE INTEGRATED DEVELOPMENT REGION OF THE FEDERAL DISTRICT

ABSTRACT

Technologies for generating energy from solid waste are increasingly being used in the world for the treatment and generation of energy. In Brazil, if we consider some recent legislation, it is perceived that the country intends to open the way for the implementation of such technologies. Thus, the general objective of this article is to investigate whether the municipalities in the Integrated Development Region of the Federal District have the profile for the implementation of technologies aimed at the energy recovery of waste. To carry out this article, documentary research was used, carried out from the Municipal and District Solid Waste Management Plans of the chosen municipalities and from the data made available on the Ministry of the Environment platform called the National Solid Waste System. In conclusion, it is verified that there is certain feasibility of implementing waste-to-energy technologies in the Federal District and, partially, in the municipalities of Luziânia and Formosa. It also highlights the need for greater investment in obtaining information for the management of solid waste in Brazil and the promotion of public policies that work on the reduction of solid waste, as well as recycling in the country.

Keywords: Energy recovery of waste; Waste to Energy; Solid Waste.

1. INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece metas para o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil; porém, o cenário brasileiro referente ao setor permanece estagnado em alguns aspectos há alguns anos. Como exemplo, pode-se citar a implementação da coleta seletiva e extinção dos lixões. Observa-se que a PNRS não tem sido suficiente para melhorar totalmente o cenário da gestão de resíduos no país. Segundo Teodósio et al. (2016), a extinção dos "lixões" não foi alcançada em 2014, nem tampouco várias outras ações de aprimoramento da gestão de resíduos sólidos urbanos, sobretudo a inclusão dos catadores na provisão desse serviço público ambiental. Apesar de o Brasil ter avançado na coleta dos resíduos sólidos urbanos (RSU), que atualmente possui índices de coleta similares aos países de alta renda, o tratamento e a destinação final não têm sido os mais adequados. Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE, 2019), foram geradas 79 milhões de toneladas e coletadas 72,7 milhões de toneladas de RSU, registrando um índice de cobertura de coleta de 92% para o país, o que evidencia que 6,3 milhões de toneladas de RSU não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio.

Segundo ABRELPE (2019), no que se refere à destinação final dada aos RSU, 59,5% foram destinados em aterros sanitários, enquanto que os 40,5% restantes dos resíduos foram destinados em locais inapropriados, que engloba 3.001 municípios brasileiros.

Para a consecução dessa avaliação preliminar, o uso de indicadores é útil. Segundo Ramos (2013, p.1), "os indicadores são ferramentas que instrumentalizam as análises da realidade, fornecendo subsídios à formulação de estratégias e ações que nos permitam transformá-la".

Os indicadores fornecem subsídios para o acompanhamento da sustentabilidade do padrão de desenvolvimento brasileiro nas dimensões ambiental, social, econômica e institucional, oferecendo um panorama abrangente de informações necessárias ao conhecimento da realidade do País, ao exercício da cidadania e ao planejamento e formulação de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável (IBGE, 2015).

Na gestão de resíduos sólidos, o uso de indicadores também é importante e necessário; nesse aspecto serão utilizados alguns indicadores para a presente análise. Assim como Contreras *et al.* (2010), a presente análise será baseada em quatro categorias de indicadores, que são: (i) os indicadores legais; (ii) desenvolvimento de tecnologia e indicadores institucionais; (iii) os indicadores regionais e internacionais; e (iv) indicadores socioeconômicos.

A presente avaliação engloba temas ligados à recuperação energética e tecnologias *waste-to-energy* (WTE).

Sendo assim, de acordo com Brasil (2019, p.1), entende-se como Usina de Recuperação Energética (URE) de Resíduos Sólidos Urbanos "qualquer unidade dedicada ao tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos com recuperação da energia térmica gerada pela combustão, com vistas à redução de volume e periculosidade, preferencialmente associada à geração de energia térmica ou elétrica". De forma geral, entende-se como *Waste-to-Energy*:

Grupo de tecnologias para tratar resíduos visando à recuperação energética na forma de calor, eletricidade ou combustíveis alternativos, como o biogás. O escopo do termo 'Waste-to-Energy' é amplo e engloba tecnologias de diversas escalas e complexidades. Estas incluem a produção de biogás a partir de resíduos orgânicos em biodigestores domésticos, a captação de gás metano de aterros sanitários, tratamento térmico de resíduos em plantas de dimensões industriais, coprocessamento de combustível derivado de resíduos (CDR) em usinas de cimento ou gaseificação (GIZ, 2017).

Já a RIDE-DF, objeto da presente avaliação, segundo o PDGIRS-DF (2018), ocupa uma área de 55.434,99 quilômetros quadrados, onde habitam aproximadamente 4 milhões de habitantes. A RIDE/DF é composta pelo Distrito Federal, municípios do Estado de Goiás: Abadiânia, Água Fria

de Goiás, Águas Lindas de Goiás, Alexânia, Cabeceiras, Cidade Ocidental, Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás, Cristalina, Formosa, Luziânia, Mimoso de Goiás, Novo Gama, Padre Bernardo, Pirenópolis, Planaltina, Santo Antônio do Descoberto, Valparaíso de Goiás e Vila Boa; e os Municípios do Estado de Minas Gerais: Buritis, Cabeceira Grande e Unai.

2. OBJETIVO

O objetivo geral deste artigo é investigar se os municípios da RIDE-DF possuem o perfil para a implantação de tecnologias voltadas à geração de energia a partir de resíduos.

3. METODOLOGIA

Como instrumento de pesquisa foi realizado um levantamento documental e bibliográfico, realizado a partir dos Planos Municipais e Distrital de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, disponibilizados no site da CORSAP-DF/GO. Porém, dados adicionais foram retirados da plataforma do Sistema Nacional de Resíduos Sólidos, abrigada no site do Ministério do Meio Ambiente. Adicionalmente, foi realizada uma análise qualitativa dos dados obtidos. Quanto à escolha dos municípios a serem analisados, foram estabelecidos os seguintes requisitos: a) Pertencer à RIDE-DF; e b) Possuir Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, disponibilizado no site do CORSAP – DF/GO ou outro site, pois tais documentos possuem dados de maior confiabilidade e podem ser facilmente acessados.

Os municípios escolhidos para a análise foram: Água Fria, Cocalzinho, Cristalina, Distrito Federal, Formosa, Luziânia, Mimoso de Goiás, Novo Gama, Padre Bernardo e Pirenópolis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Indicadores legais

Para suprir algumas das deficiências do tratamento dos RSU, o governo brasileiro vem construindo uma agenda para fomentar a recuperação energética dos resíduos brasileiros. Um exemplo desses incentivos foi a criação da Associação Brasileira de Recuperação Energética (ABREN) em 2019, com o intuito de fomentar as tecnologias de recuperação energética de RSU no país. O surgimento dessa instituição, juntamente com a legislação já existente e a que está sendo construída, está tornando possível o amadurecimento das tecnologias WTE no Brasil.

A seguir, na Tabela 1, mostra-se uma síntese das principais regulações brasileiras que versam sobre a recuperação energética no país, evidenciando que não se trata de um assunto recente, mas que vem sendo implementado e discutido em diferentes políticas públicas brasileiras ao longo do tempo. Nota-se também que nos últimos dois anos vêm surgindo políticas específicas sobre WTE, diferentemente de políticas mais antigas, tal como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que, apesar citar o tema, não traz um aprofundamento sobre recuperação energética.

Tabela 1. Legislações acerca de recuperação energética no Brasil

Legislação	
Resolução CONAMA nº 316/2002	Regulamentação do licenciamento de incineração de resíduos e índices de emissões
Lei nº 11.445/2007	Lei Nacional do Saneamento Básico
Lei nº 12.187/2009	Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC)
Lei nº 12.305/2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)
Decreto nº 7.404/2010	Regulamentação da PNRS
Portaria Interministerial nº 274/2019	Regulamentação de usinas WtE prevista (MME, MMA e MDR)

RESOLUÇÃO Nº 80, DE 21 DE AGOSTO DE 2019	Opina pela qualificação de projetos para ampliação da capacidade de recuperação energética de resíduos sólidos urbanos no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República
Projeto de Lei 513/2020	Dispõe sobre o incentivo a empresas de recuperação energética a partir de fontes alternativas.

Fonte: TISI (2019), com adaptações.

Dessa forma, nota-se que, atualmente no Brasil, pretende-se abrir caminhos para a promoção de recuperação energética por meio de legislações, apesar de as tecnologias de recuperação energética de RSU ainda não serem tão difundidas no país. Conforme ressalta Cardoso (2019), o uso energético de resíduos sólidos, amplamente utilizado em muitos países, é negligenciado no Brasil, com poucas exceções de aproveitamento de biogás de aterro.

Quanto às legislações que incidem sobre o tema, nota-se que há somente aquelas estabelecidas em âmbito federal, porém, ainda não há nenhum regulamento presente no Distrito Federal e municípios que compõem a RIDE-DF.

4.2 Desenvolvimento de tecnologia e indicadores institucionais

No contexto dos municípios brasileiros podemos destacar algumas das tecnologias presentes na tabela 2. Ressalta-se que o universo de tecnologias WTE abrange mais tecnologias, e, das tecnologias mais utilizadas ao redor do mundo, podemos citar:

Tabela 2. Principais tecnologias aplicadas a Municípios

	Descrição das tecnologias	Vantagens	Desvantagens
I n c i n e r t e	A incineração consiste na queima dos RS em processo controlado no interior de instalações construídas especificamente para tal. A meta principal da incineração é reduzir o volume e massa, além de tornar os resíduos inertes quimicamente, num processo de combustão sem a necessidade de combustível adicional (combustão autotérmica) (GIZ, 2017). A viabilidade técnica de implantação desse tipo de unidade varia de acordo com o poder calorífico do resíduo e é recomendável a queima bruta a partir de um Poder Calorífico Inferior (PCI) que seja superior a 2.000 kcal/kg (FADE, 2014).	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da massa e volume; - Necessidade de menor área para instalação; - Redução na emissão de odores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevados custos de implementação; - Necessidade de mão de obra qualificada para operação e monitoramento; - Inviabilidade no caso de umidade excessiva ou clorados; - Emissão de poluentes perigosos.
C o p r o c e s s a m e n t e	Coprocessamento é a utilização de materiais derivados de resíduos para substituir recursos naturais minerais (reciclagem de materiais) e/ou combustíveis fósseis tradicionais, como carvão, óleo combustível e gás natural (recuperação de energia) em processos industriais. O coprocessamento é aplicado principalmente na indústria de cimento e em usinas termelétricas no mundo todo (GIZ, 2017).	<ul style="list-style-type: none"> - Maior homogeneização físico-química; - Maior facilidade no armazenamento; - Facilidade no transporte; - Agregação de valor aos resíduos; - Redução na geração de poluentes e consumo de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode ser inflamável; - Exigência de segurança no acondicionamento e armazenamento.

D i g e s t ã o A n a e r ó b i a	Processo microbiológico em que a matéria orgânica é decomposta na ausência de oxigênio. Esse processo é comum a muitos ambientes naturais, como pântanos ou estômagos dos ruminantes. O processo é aplicado para processar a matéria orgânica biodegradável em tanques reatores herméticos, digestores direcionados para produzir biogás. Vários grupos de microrganismos estão envolvidos no processo de degradação anaeróbica que gera dois produtos principais: biogás com alto teor energético e um rico composto orgânico (VÖGELI et al., 2014).	<ul style="list-style-type: none"> - Redução dos odores e lixiviados; - Maior geração de biogás do que aterros sanitários; - Aproveitamento de todo biogás; - Recuperação do composto orgânico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de mão de obra qualificada; - A composição dos resíduos influencia na qualidade do gás gerado.
G á s d e A t e r r o	Objetivo do projeto de aproveitamento energético do biogás produzido pela degradação dos RS é convertê-lo em formas de energia útil, tais como: eletricidade, vapor, combustível para caldeiras ou fogões, combustível veicular ou para abastecer gasodutos com gás de qualidade (MMA, 2019).	<ul style="list-style-type: none"> - Menor custo de investimento; - O biogás pode ser utilizado para geração de energia elétrica ou térmica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer áreas grandes; - Explosões espontâneas devido ao metano acumulado; - Produz somente de 30% a 40% do gás gerado; - Possibilidade de ocorrência de maus odores.
P i r ó l i s e / G a s e i f i c ã o	A pirólise é a decomposição de resíduos em ambiente com pouco ou nenhum oxigênio, gerando gás de pirólise e coque sólido (GIZ, 2017). A gaseificação é um processo que se destina à conversão de combustíveis sólidos ou pastosos em gasosos por meio de reações termoquímicas, envolvendo vapor quente e ar, ou oxigênio, em quantidades inferiores à estequiométrica. O gás resultante é uma mistura de monóxido de carbono, hidrogênio, metano, dióxido de carbono e azoto, cujas proporções variam de acordo com as condições do processo, particularmente se está a ser usado ar ou oxigênio. Esse gás combustível pode ser usado para queima numa turbina, para uma célula de combustível ou como matéria-prima na indústria química (SANTOS et al., 2010).	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil utilização; - Recuperação do valor material da fração orgânica; - Redução do volume dos gases de combustão; - Produção de carvão e coque, que podem ser reaproveitados na indústria cimenteira ou de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Restrito a pequenas quantidades de resíduos; - Não recomendável para resíduos urbanos comuns; - Depende de um nível avançado de conhecimento dos resíduos a serem tratados.

Fontes: GIZ (2017); Moretto (2019); MMA (2019); Vögeli et al. (2014); e Santos et al. (2010).

4.3 Indicadores regionais e internacionais

O gerenciamento dos resíduos na RIDE-DF é realizado pelo Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos e das Águas Pluviais da Região Integrada do Distrito Federal e Goiás (CORSAP – DF/GO). A proposta do CORSAP é promover a gestão associada e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e das águas pluviais na região, além de viabilizar a coleta seletiva, a reciclagem e a destinação final dos resíduos não reciclados (PDIGRS, 2018).

A tabela a seguir mostra os dados compilados, retirados dos Planos Municipais e Distrital de Resíduos Sólidos.

Tabela 3. Dados referentes à gestão de resíduos dos municípios

Município	Tem estudos gravimétricos ?	Área (km ²)	Disposição Final	Massa de Resíduo da Construção e Demolição (per capita/ano) em relação à população urbana (kg/hab/ano)**	Fração de resíduos recicláveis (%)	Massa da porcentagem de resíduos orgânicos gerados	Kg de resíduos gerados por pessoa/dia	Quantidade total de resíduos domésticos-RDO e Resíduos Públicos coletado - ton/ano **	Tipo de coleta
Água Fria	sim	2.034,78	Lixão	sd	22,62	69	0,590	sd	convencional
Cocalzinho	sim	1.792,82	Lixão	37,38	18	69	0,851	2.775	convencional
Cristalina	sim	6.186,35	Aterro Controlado	150,86	sd	sd	sd	25.820	convencional
Distrito Federal	sim	5.780	Aterro Sanitário	532,34	28,67	48,34	0,888	1.495.204	seletiva
Formosa	sim	5.830,17	Aterro Controlado	sd	31,9	51,4	1,000	63.100	seletiva
Luziânia	sim	3.974,15	Lixão	sd	30,1	51,4	sd	75.600	seletiva
Mimoso de Goiás	sim	1.391,82	Aterro Sanitário	sd	14,24	*85,54	0,590	sd	convencional
Novo Gama	sim	194,73	Lixão	sd	6,26	*93,65	0,800	31.222	convencional
Padre Bernardo	sim	3.151,03	Aterro Sanitário	21,43	60,52	39,48	0,825	3.456	convencional
Pirenópolis	sim	2.235,28	Aterro Controlado	sd	33	45	sd	2.040	seletiva

Fonte: Elaborado pelo autor

*No PGMRS, o dado soma orgânicos e rejeitos, denominado lixo misturado

** O indicador e dados foram retirados do SNIR

sd= sem dados

Pode-se destacar o sistema de coleta seletiva e a disposição final dentro do sistema de gestão de RSU da região. No que se refere à coleta seletiva, o Distrito Federal e os municípios de Formosa, Luziânia e Pirenópolis são os únicos que a possuem. Entretanto, quando avaliada a disposição final, o padrão muda bastante. Dos 10 municípios analisados, seis dispõem os seus resíduos em aterro controlado ou sanitário. Vale salientar que, atualmente, a Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT, 1985) adota somente os termos "Aterro Sanitário" e "Lixão", pois a norma que discorria sobre aterros controlados foi cancelada sem substituição.

No que se refere à quantidade de resíduos da construção civil, ressalta-se que somente Cocalzinho, Cristalina, Distrito Federal e Padre Bernardo possuem dados sobre a construção civil, conforme a tabela 3. Por isso, tal variável não será levada em conta na presente análise. Porém, segundo GIZ (2017), o alto teor mineral de resíduos de construção, demolição, vidro, cinza, metal, água, resíduos de cozinha e jardim reduzem o poder calorífico. Um poder calorífico acima de 8 MJ/kg indica que todas as tecnologias de combustão são opções viáveis para projetos de WTE.

Quanto aos resíduos sólidos orgânicos gerados, alguns municípios, como Água Fria, Cocalzinho, Mimoso e Novo Gama, possuem taxas de geração de resíduos orgânicos bastante elevadas, o que torna inviável a implementação de um incinerador. Por outro lado, outras tecnologias poderiam ser interessantes, como, por exemplo, biodigestores. Entretanto, tal tecnologia possui custos de implementação e manutenção elevados. A utilização de biodigestores em consórcio pode ser uma opção para tal condição, de maneira similar ao modelo de consórcio, que a PNRS vem possibilitando desde a sua sanção para aterros sanitários.

Quanto à quantidade necessária de resíduos para adoção de tecnologias WTE, o Distrito Federal, que gera acima de 150 mil toneladas anuais sozinho, poderia adotar qualquer tecnologia WTE, segundo GIZ (2017). Para municípios que geram entre 50.000 e 150.000, representados por Formosa e Luziânia, deve-se avaliar com mais cautela o custo-benefício da adoção de tais tecnologias. No restante dos municípios, que geram menos de 50 mil toneladas de resíduos por ano, a adoção de tecnologias WTE seria demasiadamente cara, o que comprometeria a sustentabilidade econômica dos projetos. Para os municípios de Padre Bernardo, Pirenópolis e Cocalzinho, a única tecnologia recomendada seria a digestão anaeróbia.

Quanto à distância, todos os municípios analisados ficam localizados entre 100 e 150 Km do Distrito Federal, o que indicaria que, caso uma usina fosse instalada no DF, por exemplo, e os municípios vizinhos pudessem utilizá-la para disposição final na modalidade de consórcio, seriam viáveis apenas resíduos com alto teor energético, para ter viabilidade econômica e ambiental. Entretanto, alguns municípios são bem mais próximos, como Luziânia e Novo Gama, o que indicaria uma distância aceitável para o compartilhamento de tecnologias WTE.

Quanto à disposição final dos resíduos gerados por algumas tecnologias, entende-se que o DF e o município de Padre Bernardo possuem aterros sanitários, viabilizando, assim, a disposição final. Entretanto, há municípios da região que possuem atividades agrícolas, possibilitando o escoamento dos resíduos gerados, pelos biodigestores, por exemplo, para as atividades ligadas ao setor.

A disponibilidade contínua de recursos financeiros é essencial para a aplicação de tecnologias WTE em longo prazo, segundo GIZ (2017). Dos municípios analisados, poucos municípios possuem boas condições financeiras. Há municípios que, por exemplo, não possuem sequer caminhões de coleta de resíduos e precisam pedir emprestado a outros municípios, conforme relatado em alguns Planos Municipais de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PMGRS).

4.4 Indicadores socioeconômicos

A seguir, os dados socioeconômicos dos municípios escolhidos para a análise:

Tabela 4. Dados socioeconômicos dos municípios analisados

Município	UF	População (2010)	Renda per capita (2010)	IDHM (2010)
Água Fria	GO	5.090	R\$ 525,20	0,671 (médio)
Cocalzinho	GO	17.407	R\$ 450,47	0,657 (médio)
Cristalina	GO	46.580	R\$ 686,90	0,699 (médio)
Distrito Federal	DF	2.570.160	R\$ 1.715,11	0,824 (muito alto)
Formosa	GO	100.085	R\$ 732,24	0,744 (alto)
Luziânia	GO	174.531	R\$ 580,88	0,701 (alto)
Mimoso de Goiás	GO	2.685	R\$ 474,44	0,665 (médio)
Novo Gama	GO	95.018	R\$ 498,44	0,684 (médio)
Padre Bernardo	GO	27.671	R\$ 518,12	0,651 (médio)
Pirenópolis	GO	23.006	R\$ 544,78	0,693 (médio)

Fonte: PNUD et al. (2014).

Conforme demonstrado na Tabela 4, que se refere aos dados socioeconômicos dos municípios, podemos dividi-los em três grupos distintos. O primeiro grupo teria a característica de ser composto por municípios com mais de 100 mil habitantes, IDHM alto ou muito alto e extenso território; tal grupo seria formado pelo Distrito Federal, Formosa e Luziânia. Nesse grupo pode-se incluir o município Novo Gama, pois dados mais recentes mostram que o município possui mais de 100 mil habitantes, porém, com um território pequeno e IDHM médio. O segundo grupo seria composto por municípios com menos de 50 mil habitantes e IDHM médio, sendo composto por Cocalzinho, Cristalina, Padre Bernardo e Pirenópolis. O terceiro grupo de municípios seria formado por municípios que possuem menos de 10.000 habitantes e IDHM médio, composto pelos municípios de Água Fria e Mimoso de Goiás.

5. CONCLUSÃO

Neste artigo avaliou-se a viabilidade de tecnologias WTE com as informações disponíveis nos PMGRS e PDIGRS de alguns municípios que compõem a RIDE-DF.

Primeiramente, conclui-se que, para se ter uma visão mais acurada e direcionar as aplicações de recursos de forma mais efetiva, deve-se investir primeiro em obtenção de informações de qualidade e mais precisas para o setor de resíduos sólidos no Brasil. Nesta análise, que englobou 11 de 33 municípios que fazem parte da RIDE-DF, percebe-se que, mesmo em municípios que possuem PMGRS, há uma falta de uniformidade nos dados apresentados.

Observa-se que a viabilidade de tecnologias WTE é maior nos municípios elencados no grupo socioeconômico 1, pois cumprem com mais requisitos e possuem uma situação financeira melhor, viabilizando a compra e a manutenção dessas tecnologias que têm custos elevados na fase de implementação, principalmente. Nesse aspecto, destaca-se o Distrito Federal, que possui uma situação financeira melhor em relação aos outros municípios da região

Vale ressaltar que a PNRS estabelece a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos, e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos, o que faz com que se deva, sempre e acima de tudo, ser priorizada a não geração e a redução na quantidade de resíduos gerados. Porém, a mesma política permite a utilização de tecnologias de recuperação energética de resíduos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

De qualquer forma, deve-se avançar na coleta seletiva, pois ela é a, outrossim, chave para a implementação de várias tecnologias *waste-to-energy*.

Uma janela de oportunidades para a exploração de energia a partir de resíduos se encontra no antigo Aterro Controlado Jóquei, conhecido também como Lixão da Estrutural, localizado no DF.

Nota-se que o sistema de gestão ambiental brasileiro está sendo enfraquecido, o que tornaria difícil a fiscalização de empreendimentos de geração de energia a partir de resíduos. De qualquer forma, deve-se promover o fortalecimento dos órgãos ambientais, pois tais tecnologias podem expor a população e o meio ambiente a altas cargas de poluição, causando diversos efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana.

Outro fator importante é que, no Brasil, as tecnologias WTE não são tão difundidas. Portanto, para a sua implementação, seria necessário importar os equipamentos específicos, o que pode tornar caro o processo de implementação dessas tecnologias.

Deve-se, no entanto, primeiramente, fomentar políticas públicas que trabalhem a redução da quantidade de resíduos sólidos produzidos pela população, pois a própria PNRS estabelece como prioridade a redução da quantidade de resíduos sólidos, como também o fomento à reciclagem no país, já que, aqui, pouco se recicla.

REFERÊNCIAS

ÁGUA FRIA DE GOIÁS, Prefeitura de. Plano Distrital Integrada de Resíduos Sólidos, 2018. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/agua-fria/>>. Acesso em: 15/11/2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8849: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos. 2 ed. Rio de Janeiro, 1985. v. 1. (Cancelada em 06 de 2015)

BRASIL. Portaria Interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019. Disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305, de 2010 e no art. 37 do Decreto nº 7.404, de 2010. Portaria Interministerial Nº 274, de 30 de Abril de 2019. Brasília, DF, 02 maio 2019. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n%C2%BA-274-de-30-de-abril-de-2019-86235505>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Política Nacional de Resíduos Sólidos: legislação federal. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 07 dez. 2019.

BRASIL. PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2014. PNUD; IPEA, Fundação João Pinheiro. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 27 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Governo Federal. Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário: A Geração de Biogás nos Aterros Sanitários. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, 2015.

CARDOSO, Hélinah. Redução das emissões de GEE no setor de RSU no Brasil: Abordagens pelos métodos Avaliação do Ciclo de Vida e IPCC e seus resultados preliminares. Brasília: GIZ, 2019. 34 slides, color.

CARDOSO, Marco Tsuyama. Regulação em aproveitamento energético de resíduos: proposições para o Brasil com base no estudo de caso sueco. São Paulo, 219 p. 2019. Tese (Doutorado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <doi:10.11606/T.106.2019.tde-29052019-161641>. Acesso em: 24 de mar. 2020.

CONTRERAS, F. et al. Drivers in current and future municipal solid waste management systems: cases in Yokohama and Boston. Waste Management and Research, v. 28, p. 76-93, 2010.

CORSAP. Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/rieddf/>>. Acesso em: 27/10/2019.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GMBH. Governo Federal da Alemanha. Opções em Waste-to-Energy na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Um Guia para Tomadores de Decisão em Países Emergentes ou em Desenvolvimento. Eschborn: GIZ, 2017. 58 p.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Plano Distrital Integrada de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.so.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/PDGIRS.pdf/>>. Acesso em: 15/11/2019.

GUPTA, Sanjay K. et al. Ferramenta de Avaliação Rápida Waste to Energy: Gestão de Resíduos Sólidos em Países de Baixa e Média Renda. St.gallen: Collaborative Working Group, 2016. 32 p.

MIMOSO DE GOIÁS. Plano Distrital Integrada de Resíduos Sólidos, 2018. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/mimoso-de-goias/>>. Acesso em: 15/11/2019.

MORETTO, Sara Rachel Orsi. TECNOLOGIAS PARA O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 30., 2019, Natal. Anais [...]. Natal: Abes, 2019. p. 1 - 13. Disponível em: <<http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletoPDF/III-212.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

PREFEITURA DE COCALZINHO. Plano Municipal de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.mpggo.mp.br/portal/arquivos/2016/02/26/11_27_55_878_PLANO_DE_GEST%C3%83O_INTEGRADA_DE_RES%C3%8DDUOS_S%C3%93LIDOS_COCALZINHO_D.pdf>. Acesso em: 15/11/2019.

PREFEITURA DE CRISTALINA. Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, 2012. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/cristalina/>>. Acesso em: 15/11/2019.

PREFEITURA DE FORMOSA. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, 2013. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/formosa/>>. Acesso em: 15/11/2019.

PREFEITURA DE LUZIÂNIA. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, 2017. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/luziania/>>. Acesso em: 15/11/2019.

PREFEITURA DE NOVO GAMA. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Águas Pluviais. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/novo-gama/>>. Acesso em: 15/11/2019.

PREFEITURA DE PADRE BERNARDO. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, 2012. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/padre-bernardo/>>. Acesso em: 15/11/2019.

PREFEITURA DE PIRENÓPOLIS. Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2015. Disponível em: <<https://corsapdfgo.eco.br/pirenopolis/>>. Acesso em: 15/11/2019.

RAMOS, R. R. Gestão de resíduos sólidos urbanos: indicadores de sustentabilidade aplicados a programas de gestão e associações de catadores de materiais recicláveis. Geografia. v.22, n.3. p. 27-45, set/dez. Londrina, 2013.

RAND, T. et al. Municipal solid waste incineration: requirements for a successful project. World Bank Publications, 2000.

SANTOS, Dulcínea et al. Materiais e Energia: Conversão Termoquímica de Combustíveis. Corros. Prot. Mater., Lisboa, v. 29, n. 3, p. 78-90, jul. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S087011642010000300001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 26 jul. 2020.

SISTEMA DE LIMPEZA URBANA. Relatório de Atividades do 1º Semestre de 2019. Relatório. Brasília, 2019.

TEODOSIO, Armindo S. S. et al. Procrastinação da política nacional de resíduos sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana. Ciênc. Cult., São Paulo, v. 68, n. 4, p. 30-33, Dez. 2016. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000967252016000400011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 Mar. 2020.

TISI, Yuri Schmitke A. Belchior. Regulação Nacional e Internacional de Waste-to-Energy. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2019. 30 slides, color.

UNIÃO EUROPEIA. Integrated pollution prevention and control: Reference Document on the Best Available Techniques for. União Europeia, 2006. 638 p.

VÖGELI, Y. et al. Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries: Practical Information and Case Studies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf, Switzerland, 2014.

