



TÍTULO: USINAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E MERCADO DE CARBONO: NOVOS DESAFIOS DO BRASIL.

Gisele Victor Batista – gisele@harpinameioambiente.com.br
HARPIA Meio Ambiente EIRELI ME
SAUS Quadra 4 - Bloco A, Sala 716 – Asa Sul
CEP: 70.070-938 – Brasília – Distrito Federal

Nadine Victor Batista – nadinebatista@gmail.com
Instituto Universitário de Lisboa

Resumo: Este trabalho tem como objetivo apresentar, brevemente, o panorama brasileiro sobre os desafios enfrentados pelos governos municipais - ente federativo detentor da responsabilidade e titularidade da gestão e manejo dos resíduos sólidos - para a implantação de usinas de tratamento de resíduos sólidos urbanos, geração de energia elétrica e mercado de carbono. Para tanto, foram coletadas informações em dados oficiais do governo e legislação vigente. A Lei Federal Nº 12.305/2010, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, representou um dos principais marcos legais para o setor, atribuindo responsabilidades aos governos, empresas e cidadãos. Para a adequada gestão dos resíduos sólidos e seu aproveitamento energético, foram elencados alguns desafios dentre os quais citam-se: desafios técnicos, no que tange a escolha do melhor tratamento conforme as características do resíduo sólido e infraestrutura do município; desafios políticos, com vistas ao atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos e cumprimento de seus prazos; desafios estruturais, como o município pode realizar o aproveitamento energético dos resíduos sólidos ou promover as parcerias necessárias para o desenvolvimento do mesmo; e, por fim, desafios ambientais, com referência à reciclagem, ao controle da emissão dos gases do efeito estufa e acreditação no mercado de carbono. A legislação atual coloca o Brasil numa posição de igualdade em termos legais frente aos países desenvolvidos. Contudo, os números que expressam sua aplicação na prática ainda são discretos diante da produção per capita de resíduos sólidos e seu manejo e aproveitamento adequados.

Palavras-chave: Política Nacional de Resíduos Sólidos; Usinas de Tratamento de Resíduos Sólido; Política Nacional de Mudança Climática, Geração de Energia Elétrica e Mercado de Carbono.

TREATMENT PLANTS URBAN SOLID WASTE, GENERATING ELECTRICAL ENERGY AND CARBON MARKET: NEW CHALLENGE TO BRAZIL.

Abstract: This work aims to present, briefly, the Brazilian scenario about the challenges faced by municipal government, entity federative holder the responsibility and ownership to solid waste management, with the implantation of treatment plants urban solid waste, generating electrical energy



and carbon market. Therefore, were collected information in official government data, as also law. The Federal Law n. 12305/2010, which established the Solid Waste National Policy, represented the one of the main legal framework to sector, assigning responsibility to government, companies and citizens. For appropriate management solid waste and its energetic use, were listed some challenges: technical challenges, in reference to choice the best treatment accord the characteristics of solid waste and municipal infrastructure; political challenge, to the municipal government to be able to perform the recovery of solid waste or to promote the partnership necessary to its development; and, environment challenge, in reference of recycling, control the emissions of greenhouse effect and accreditation in the carbon market. The current law leaves Brazil in the equality position when compared with other development countries. However, the numbers show that the application in practice is too discreet to per capita production of solid waste and its appropriate management.

Keywords: Solid Waste National Policy, Treatment plants urban solid waste, Climate Change National Policy, Generating electrical energy, Carbon market

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar, brevemente, o panorama brasileiro sobre os desafios a serem enfrentados com a implantação de usinas de tratamento de resíduos sólidos urbanos, agregando a geração de energia elétrica e a acreditação no mercado de carbono. Este tema é bastante relevante, uma vez que a intensificação das atividades humanas nas últimas décadas gerou um acelerado aumento na produção de resíduos, tornando-se um grave problema às administrações públicas. Além disso, o depósito inadequado desses resíduos tem elevado consideravelmente as emissões dos gases do efeito estufa, sobretudo do gás metano, intensificando os processos de aquecimento global (PAULINO & CRUZ, 2013).

De acordo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2016), no ano de 2014, a massa coletada de resíduos domiciliares e públicos no Brasil foi de 55,9 milhões de toneladas, num universo de 3.765 municípios, o que representa 67,6% do total de municípios brasileiros. No que tange à cobertura de atendimento, conforme a mesma fonte, estimam-se que, ainda hoje, 17,3 milhões de brasileiros (2,6 milhões oriundos da área urbana e 14,7 milhões da zona rural) não possuem atendimento de serviços de coleta de resíduos sólidos, cuja maioria (85%) situa-se em municípios de até 100 mil habitantes.

Além das questões sanitárias, prejudiciais à saúde humana, a falta de destino adequado aos resíduos sólidos urbanos causa graves problemas de poluição difusa. Estima-se que 81,7% da massa coletada no país, calculada em 64,4 milhões de toneladas no ano de 2014, 52,4% foi disposta em aterros sanitários, 13,1% em aterros controlados, 12,3% em lixões e 3,9% encaminhada para unidades de triagem e de compostagem. Da parcela restante (18,3%) dos municípios, a preocupação é mais agravante pois não se tem qualquer informação relativa ao manejo dos resíduos sólidos nos dados do governo, sobretudo, aos municípios com até 30 mil habitantes.

Para reverter esta situação, foi promulgada a Lei Federal Nº 12.305/2010, em 02 de agosto, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e promoveu alterações na Lei Federal Nº 9.605/1998, de 12 de fevereiro, além de dar outras providências. Apesar dos prazos estabelecidos pela PNRS para adequação da destinação final de resíduos terem vencidos em agosto de 2014, este objetivo não foi alcançado, fazendo com que, ainda hoje, fosse registrada a utilização de lixões em todas as regiões do país. Trata-se de uma prática ilegal, cujos efeitos danosos não são controláveis e que, com o passar dos anos, apresenta custos cada vez mais elevados à adoção de medidas de controle e remediação.

Neste sentido, o uso de tecnologias apropriadas que objetivam reduzir os problemas ambientais e climáticos e propiciem a geração de renda é de extrema importância à aplicabilidade dos preceitos dispostos na Lei 12.305/2010 (ALVES, 2000). Inúmeras são as formas de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, desde a reciclagem até tecnologias avançadas, sendo cada qual responsável por atender às diversas realidades existentes no país.



Associado a isto, Paulino e Cruz (2013) destacam que a introdução de mecanismos de desenvolvimento que permitam a definição de linha de base, no âmbito da redução dos gases do efeito estufa, são cada vez mais relevantes no mercado econômico e sustentável. Isto porque a acreditação de adicionalidades ambientais, com a implantação de projetos oriundos de energias limpas, tornaram-se moeda de negociação no comércio de carbono.

2. MÉTODOS

2.1. Pesquisa documental e levantamento de dados

Para o melhor conhecimento do tema em estudo foi necessária uma pesquisa e levantamento do material disponível sobre o manejo dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e as políticas públicas voltadas à redução dos problemas ambientais, com destaque aos climáticos. Foram investigadas produções científicas e relatórios e dados de órgãos institucionais, disponíveis em sítios públicos, tais como Ministério das Cidades, Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério de Ciências, Tecnologia e Inovação, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dentre outros.

2.2. Levantamento da legislação pertinente à matéria

Foram consultados os instrumentos legais sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Política Nacional de Mudanças Climáticas e Instruções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANAEL, além de outras legislações. O embasamento jurídico foi de suma importância à composição deste artigo, pois permitiu um melhor tratamento da questão, levando-se em consideração, também, os aspectos técnicos necessários à análise final.

2.3. Elaboração do texto final

Após a conclusão das etapas anteriores, foi possível realizar a consolidação e análise dos dados, do qual decorreu a elaboração deste artigo.

3. RESULTADOS OBTIDOS

3.1. Dos desafios técnicos: breve relato sobre as principais tecnologias aplicadas ao tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos

Segundo Alves (2000), existem diversas tecnologias voltadas ao tratamento e destino ambientalmente correto dos resíduos sólidos, cuja aplicação está relacionada ao tipo de resíduo gerado, suas características e ao contexto econômico e social da sociedade que o produz. Da escolha do tipo de tratamento a ser dado ao resíduo sólido demandará um potencial de geração de energia elétrica e, ainda, a definição de linha de base para que se alcance a adicionalidade do projeto no âmbito do mercado de carbono.

No tratamento mecânico, conforme dados disponíveis no Portal Resíduos Sólidos (2016), são realizados processos físicos geralmente no intuito de separar (usinas de triagem) ou alterar (reciclagem) o tamanho físico dos resíduos. Neste processo, não ocorre reação química entre os componentes, como nos muitos casos do tratamento térmico, tendo como nula a geração de energia elétrica. De uma forma geral, pode-se classificar as formas de tratamento mecânico de resíduos de acordo com sua finalidade, a citar: diminuição do tamanho das partículas (quebra, trituração, moinhos); aumento do tamanho das partículas (aglomeração, briquetagem, peletagem); separação da fração física (classificação); separação pelo tipo de substância; mistura de substâncias (extrusão, compactação); e,



separação de fases físicas: sedimentação, decantação, filtração, centrifugação, floculação, mudança de estados físicos (condensação, evaporação, sublimação).

O tratamento bioquímico, ainda segundo a mesma fonte, ocorre através da ação de grupos de seres vivos (em sua maioria microrganismos, como bactérias e fungos, mas também de organismos maiores como lesmas e minhocas), que ao se alimentarem dos resíduos, quebram suas moléculas grandes transformando-as em uma mistura de substâncias e moléculas menores. Dependendo de alguns fatores, como, por exemplo a temperatura, pressão e acidez da mistura de substâncias (moléculas); os produtos resultantes desse processo podem reagir quimicamente entre si, caracterizando, assim, o processo bioquímico.

Os processos de tratamento bioquímico mais conhecidos são a biodigestão e a compostagem. Na biodigestão, ocorre a decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio, nos chamados Biodigestores ou Centrais de Biogás – Biodigestor, o qual é utilizado para resíduos sólidos orgânicos urbanos e rurais, e para resíduos com alto teor de celulose. Já na compostagem, a decomposição da matéria orgânica ocorre na presença de oxigênio em Usinas de Compostagem.

Nestes processos, ocorre a geração de energia elétrica, sendo possível, ainda, realizar a mensuração de crédito de carbono, nos projetos denominados de metano (CH_4) evitado. Neste processo, o CH_4 , considerado 21 vezes mais poluente que o dióxido de carbono (CO_2) e decorrente, sobretudo, da fermentação da matéria orgânica, deixa de ser depositado na atmosfera e de contribuir, desta forma, com o efeito estufa.

No tratamento térmico, como destaca o Porta dos Resíduos Sólidos (2016), os resíduos recebem uma grande quantidade de energia em forma de calor, a uma temperatura mínima que varia de acordo com a tecnologia aplicada (temperatura de reação), e durante uma certa quantidade de tempo (tempo de reação), tendo como resultado uma mudança em suas características, como, por exemplo, a redução de volume, devido a diversos processos físico-químicos que acontecem durante o processo. Cada um desses processos, possui um potencial de geração de energia elétrica, cuja implantação depende das características do resíduo, as quais são identificadas nos planos municipais de resíduos sólidos.

Noutro processo, designado de secagem, ocorre a retirada de umidade dos resíduos com uso de correntes de ar, e na presença de ar atmosférico e em temperatura ambiente. Na pirólise, ocorre a decomposição da matéria orgânica a altas temperaturas (200 a 900°C) e na ausência total ou quase total de oxigênio. A gaseificação determina a transformação de matéria orgânica em uma mistura combustível de gases (gás de síntese), com temperaturas variando entre 800 e 1.600°C. Na incineração, com alto poder de geração de energia elétrica, ocorre a oxidação total da matéria orgânica, com auxílio de outros combustíveis, a temperaturas variando entre 850 e 1.300°C. Por fim, no tratamento denominado plasma, destinado a tratamento de resíduos perigosos, ocorre a desintegração da matéria para a formação de gases a uma temperatura de 18.000 °C.

Com base nas tecnologias disponíveis acima descritas, a adoção da tecnologia para tratamento dos resíduos sólidos urbanos depende, além das características do próprio resíduo sólido, das condições de base econômica municipal, do número de população, das atividades sociais, do número de equipamentos comunitários e urbanos e da distância entre este município e a cidade que desempenha a função de centralidade urbana, tornando-se um desafio para o administrador público a escolha mais adequada ao tratamento dos resíduos sólidos.

Por outro lado, o potencial de geração de energia elétrica está diretamente relacionado à escolha do tipo de tratamento de resíduos sólidos que, por sua vez, dependerá do diagnóstico contido no Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólido do município. Cabe, ainda, destacar que deve também ser considerada a capacidade dos agentes públicos municipais brasileiros em importar e adequar à nossa realidade as tecnologias de ponta disponíveis no mundo e aplicá-las às suas condições técnicas, estruturais e ambientais, com vistas ao maior desempenho dos equipamentos escolhidos.



3.2. Dos desafios políticos: breve relato sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil e a estrutura administrativa dos municípios

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, por meio da promoção de uma gestão integrada, atribuiu o compartilhamento de responsabilidades quanto ao manejo dos resíduos sólidos, envolvendo governos, empresas e cidadãos. A PNRS, regulada em 2010 através da Lei Federal Nº 12.305, dispõe, em termos gerais, sobre a destinação correta dos diferentes tipos de resíduos produzidos, bem como a atuação do setor empresarial quanto a esta disposição.

Apesar de recente, seu agendamento enquanto política pública decorreu 21 anos, uma espera que acarretou em inúmeros problemas de ordem política, social e, principalmente, ambiental no país. Durante este período, o primeiro projeto de lei que tratou do assunto restringia-se ao acondicionamento, coleta, tratamento, transporte e destinação dos resíduos de serviços de saúde: PL 203/91.

O debate, tanto na esfera política quanto entre os atores da sociedade civil, foi intensificado nos anos 2000, com congressos e conferências internacionais, incluindo a participação de catadores de lixo, manifestações de rua e a criação, em 2001 pela Câmara dos Deputados, da Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos. A discussão política do tema deu-se numa perspectiva interministerial, com a contribuição, em 2005, dos Ministérios das Cidades, Ministério da Saúde, mediante sua Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e Ministério da Fazenda.

Este debate resultou, em 2007, numa nova Comissão Especial na Câmara dos Deputados e na proposta do executivo para o PL 1991, projeto de lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O texto apresentava uma importante inter-relação com outros instrumentos legais da esfera federal, tais como a Lei de Saneamento Básico (Lei nº. 11.445/2007) e a Lei dos Consórcios Públicos (Lei nº. 11.107/1995), e seu Decreto regulamentador (Decreto nº. 6.017/2007). Apresentava, também, inter-relação com as Políticas Nacionais de Meio Ambiente, de Educação Ambiental, de Recursos Hídricos, de Saúde, Urbana, Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior e aquelas que promoviam inclusão social. Porém, somente em 2010, a Câmara dos Deputados aprovou o substituto para o PL 203/91, instituindo, em dezembro do mesmo ano pelo Decreto nº 7.404, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que designa a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual impõe obrigações aos governos, aos empresários e aos cidadãos quanto ao gerenciamento dos resíduos.

Com a Constituição Federal de 1988, o município passou a ser tratado como ente federativo autônomo, dotado de competências próprias, independência administrativa e financeira, mas também, legislativa, possuindo a faculdade de legislar sobre temas de interesse local e carácter essencial, e de sua competência (sem contrariar em efeitos legais as legislações estadual e federal, mas podendo suplementá-las). Deste princípio, deriva o entendimento de que o município é detentor da responsabilidade e titularidade da gestão e manejo dos resíduos sólidos, bem como dos serviços de limpeza urbana, podendo exercê-la ou designar a órgão de outra natureza jurídica sua função e administração. As normas brasileiras, pela recente data da regularização da PNRS, não tratam de diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos que orientem os estados e os municípios na adequada gestão desses resíduos, ficando a cargo dos municípios a implementação de sua gestão de acordo com a apresentação do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

A gestão e manejo dos resíduos sólidos pelas prefeituras municipais brasileiras, na esfera administrativa, é realizado em 94,1% dos municípios pela Administração Pública Direta, o restante por empresas públicas, autarquias e sociedades de economia mista. Entretanto, vale destacar que, à medida que aumenta o porte populacional dos municípios brasileiros (o que leva ao aumento do volume de resíduos sólidos produzidos e, por consequência, a maiores exigências quanto à sua viabilidade técnica de tratamento e destinação final), o órgão gestor do manejo dos resíduos sólidos deixa de ser a administração pública direta, dando espaço a órgãos de outras naturezas jurídicas (BRASIL, 2016).



Isso significa dizer que o município adere a uma gestão mais autônoma, independente e, por vezes, vislumbrando uma delegação de serviços públicos como permissão e concessão de serviços, convênios e consórcios públicos, gestão associada ou parceria público-privadas; opções que podem trazer benefícios aos municípios, como o caso da Prefeitura de São José dos Campos, primeira do estado de São Paulo a construir uma usina de recuperação energética de resíduos sólidos com parceria público-privada, evitando, assim, novos gastos para a administração pública local (SILVA & QUINTAIROS, 2013).

As dificuldades administrativas, financeiras e de um corpo técnico qualificado para gerir corretamente o manejo dos resíduos sólidos impacta, por vezes, na cobertura de atendimento da população, principalmente em municípios de pequeno porte, na correta destinação e no aproveitamento energético dos resíduos sólidos. No caso brasileiro, os municípios de até 100 mil habitantes não promovem, em sua grande maioria, a coleta de resíduos sólidos domiciliar, conforme dados oficiais do SNIS de 2014. Os relatos e justificativas são referentes às dificuldades de recolher no modo “porta-a-porta” em vias públicas ainda precárias.

A solução encontrada, em alguns casos, são programas como “gari comunitário”, onde alguns integrantes (garis) realizam o serviço de coleta nas residências e levam a contêineres instalados em pontos estratégicos nas proximidades da comunidade. Isso denota um ponto frágil da maioria das políticas municipais referentes aos resíduos sólidos: existem poucos ou ainda insuficientes programas de educação/conscientização ambiental promovidos pelas prefeituras municipais relativos à responsabilização da população sobre a produção de seus próprios resíduos sólidos, por meio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (inciso VII, do art. 6º).

A PNRS prevê que sejam implantados programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos (inciso X do art. 19º), sendo este um dos seus instrumentos de ação, o qual deve, em termos legais, compor o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. Portanto, além da escolha de um tratamento adequado aos resíduos sólidos, a reciclagem - e toda a rede que a envolve - é obrigatória para que se alcance a sustentabilidade em todas as suas esferas, necessitando conscientizar a população da correta seleção e separação dos resíduos sólidos.

Cidades europeias, também de pequeno porte, como *Saint-Martin Bellevue*, na França, optando por não coletar os resíduos sólidos à domicílio, possuem pontos de coleta distribuídos pela localidade e dispostos estrategicamente para coleta, designando, também, a cada morador a responsabilidade sobre a separação dos resíduos sólidos e sua destinação em contêineres específicos (FRANÇA, 2016). Este exemplo, revela que iniciativas deste porte, além de reduzir os custos administrativos para a gestão pública, compartilha com outros atores a responsabilidade da redução, separação e coleta dos resíduos sólidos por eles produzidos.

Das questões relativas à adequada disposição dos resíduos sólidos, os dados de 2014 de SNIS apontam, mesmo dispondo somente de dados de municípios participantes, que pouco mais da metade da massa coletada no país (52,4%) são destinados a aterros sanitários, permitindo concluir que a outra metade não possui um tratamento e/ou aproveitamento adequados, trazendo prejuízos imensuráveis e danos ao meio ambiente, riscos à saúde pública e perda de um recurso energético que traria benefícios ao município. Cabe destacar que os aterros sanitários, além da necessidade incessante de monitoramento ambiental, por longos anos, enterram um insumo (resíduo sólido) que se processado em usina de tratamento, poderia gerar energia elétrica e creditação de carbono.

Este dado, é ainda mais preocupante quando se considera que o referido ano foi definido em lei como marco limite para que os municípios regularizassem os lixões e os transformassem em aterros sanitários. Isso aponta para uma falta de compromisso ou vontade política por parte dos agentes públicos, ausência/falha na gestão administrativa municipal e uma deficiência na fiscalização federal dos prazos fixados em lei.



3.3. Dos desafios estruturais: a Geração de Energia Elétrica e Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos

Para Ribeiro (2010), a produção de energia elétrica no Brasil, até pouco tempo, constituía-se como um monopólio estatal. Contudo, as mudanças institucionais introduzidas no setor elétrico, com a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a instituição do Mercado Atacadista de Energia (MAE) deram origem a um novo modelo de geração, transmissão e distribuição de energia no país. A partir de 1990, as normativas passaram a permitir que qualquer empresa produzisse energia e vendesse a qualquer consumidor, desde que fosse ao menos 3 MW a potência instalada correspondente à energia comercializada.

A Resolução ANEEL 71/2004, alterada pela Resolução 271/2007, incluiu a geração de energia a partir de fontes alternativas, com isenções das tarifas de transmissão (TUST) e distribuição (TUSD), desde que a potência exportada fosse inferior a 30 MW e pelo menos 50% da energia fosse produzida pela fração renovável de resíduo. O Art. 3º da referida Resolução dispõe sobre as garantias de direito a 100% de redução a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, incidindo na produção e no consumo da energia comercializada pelos empreendimentos enquadrados em determinadas condições. No que tange às usinas de tratamento de resíduos sólidos, o inciso IV do mesmo artigo vem ao encontro desta ideia quando define esses empreendimentos como aqueles que utilizam como insumo energético, no mínimo, 50% de biomassa composta de resíduos sólidos urbanos e/ou de biogás de aterro sanitário ou biodigestores de resíduos vegetais ou animais, assim como lodos de estações de tratamento de esgoto.

O transporte da energia foi também alvo de nova regulação, não havendo mais obstáculos à sua contratação. Com esse novo modelo institucional do setor elétrico, tornou-se possível a produção de energia elétrica a partir do resíduo sólido, e com o envolvimento da iniciativa privada passaram a ser viáveis parcerias entre empresas e instituições públicas, como as prefeituras municipais.

Neste sentido, o desafio neste tópico diz respeito à organização estrutural do município em realizar o aproveitamento energético dos resíduos sólidos através da implantação de usinas de tratamento de resíduos sólidos urbanos ou promover as parcerias necessárias ao desenvolvimento do mesmo.

3.4. Dos desafios ambientais: Atendimento dos Esforço Doméstico para Redução dos Gases do Efeito Estufa e atendimento ao Plano Nacional de Mudanças climáticas

O efeito estufa é, segundo Bittencourt (2007), o processo que torna a temperatura da Terra superior ao que seria na ausência de gases de efeito estufa. Sem ele, a temperatura média da Terra deixaria de ser +15°C e seria em torno de -18°C, tornando a vida como conhecemos hoje ameaçada. Diversos gases favorecem o efeito estufa, todavia, os principais são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) (IPCC, 2006).

O aumento da concentração dos gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera fez com que a temperatura média nos registros meteorológicos subisse 0,6 °C no último século. Além disso, os 10 anos mais quentes do século XX ocorreram nos últimos 15 anos. Estudos indicam que a temperatura global continuará crescendo, causando ainda mais distúrbios climáticos. A única maneira de contornar essa situação é através da estabilização da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera. Os combustíveis fósseis usados pelos meios produtivos, sistemas de transporte e na geração de energia são os principais emissores de CO₂, enquanto que as demais atividades como a agricultura e a mudança do uso da terra contribuem, por outro lado, com a emissão de CO₂ (no desmatamento), CH₄ e N₂O.

Nessa realidade, em julho de 1992 na cidade do Rio de Janeiro, mais de 150 Estados assinaram a UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Foi, então, reconhecida a mudança climática como uma preocupação comum da humanidade e iniciou-se a jornada para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras. Em 1997, 165 Estados assinaram o Protocolo de Quioto, que previa a redução das emissões de GEE em pelo menos 5,2% dos níveis de 1990 para o período compreendido entre 2008 e 2012.



Os países foram divididos em duas listas: Anexo I (países desenvolvidos e em transição que possuem metas de redução) e Não-Anexo I (países em desenvolvimento sem metas de redução) (UNFCCC, 1997). Para que o Protocolo entrasse em vigor, era necessário um número mínimo de signatários que somados garantissem uma porcentagem de emissões de GEE pré-estabelecida, fato que só aconteceu em 16 de fevereiro de 2005.

Atualmente, os acordos firmados na 21ª Conferência do Clima (COP 21), realizada em Paris no final de 2015, apontam que todos os países se tornaram responsáveis pela redução dos GEE. Este acordo voluntário tem como objetivo, conforme descrito no artigo 2º (UNFCCC, 2012):

"o reforço da implementação da UNFCCC através de:

- Assegurar que o aumento da temperatura média global fique 2°C abaixo dos níveis pré-industriais e prosseguir os esforços para limitar o aumento da temperatura a até 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, reconhecendo que isto vai reduzir significativamente os riscos e impactos das alterações climáticas;
- Aumentar a capacidade de adaptação aos impactos adversos das alterações climáticas e promover a resiliência do clima e o baixo desenvolvimento de emissões de gases do efeito estufa, de maneira que não ameace a produção de alimentos;
- Criar fluxos financeiros consistentes na direção de promover baixas emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento resistente ao clima."

Diante do apresentado, no âmbito municipal, considera-se que as preocupações mais frequentes estão relacionadas ao aumento da quantidade de resíduo produzido nas cidades, às alterações ambientais provocadas pela deposição inadequada e à sustentabilidade dos métodos de gerenciamento empregados, como, por exemplo, os aterros sanitários, tecnologia banida da Europa desde a década de 1990. Existe uma preocupação, atualmente, com os efeitos que o destino inadequado dos resíduos possa causar à mudança climática e, por extensão, na qualidade e segurança de vida das populações.

A disposição final de resíduos sólidos urbanos, conforme destacam Paulino e Cruz (2013) produz emissões de gases causadores do efeito estufa. Com o aumento da população mundial hoje estimada em 6,0 bilhões e o grau de urbanização (75% do total da população vivendo em cidades), torna-se clara a necessidade de um correto gerenciamento da disposição final de resíduos sólidos urbanos. Portanto, um foco cada vez mais fundamental das atividades de gestão de resíduos é reduzir as emissões de GEE, usando o conceito de "metano evitado".

Segundo *Waste and Climate Change: Global trends and strategy framework*, o setor de gestão de resíduos está em uma posição única para deixar de ser uma fonte relativamente menor de emissões de gases de efeito estufa (GEE) global para se tornar um dos principais contribuintes à redução das emissões destes gases. Embora os níveis menores de emissões sejam liberados através de tratamento e disposição de resíduos, a prevenção e reciclagem de resíduos evita emissões em outros setores da economia.

Nestes termos, considera-se que as emissões podem ser reduzidas através da recuperação de metano nos aterros, incineração de resíduos com recuperação de energia, compostagem, reciclagem e minimização de resíduos, pirólise e plasma como tratamento dos resíduos. A gestão de resíduos sólidos é uma ferramenta poderosa para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil e no mundo, onde a responsabilidade compartilhada é fundamental às mudanças necessárias, seja do ponto de vista de produtos seja de serviços; mudanças no estilo de vida e padrões de comportamento podem contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

Outra questão diz respeito ao Plano Nacional de Mudanças Climáticas, cujas metas previam aumento em 20% da reciclagem de resíduos sólidos até 2015, tomando por base experiências de sucesso de alguns municípios brasileiros com o Programa de Coleta Seletiva de resíduos sólidos domiciliares. Também, está em avaliação um projeto de incentivo à produção de energia elétrica do biogás, por meio



da criação de um mercado assegurado com valores de venda da energia produzida que tornem o mercado de comercialização de biogás viável economicamente. O Ministério do Meio Ambiente estuda parcerias para o desenvolvimento de projeto de energia através do resíduo sólido. Além disso, pode-se obter créditos de carbono, o qual pode gerar recursos aos municípios que implantarem usinas de tratamento de resíduos sólidos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática do descarte inadequado acarreta sérias consequências à saúde pública e ao meio ambiente, contaminando solos, lençol freático e provocando doenças. Neste contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos representa a inserção de importantes instrumentos para enfrentar os principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos no Brasil, fazendo uso de conceitos como logística reversa, acordo setorial, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, coleta seletiva e um plano de resíduos sólidos, este elaborado com ampla participação da sociedade civil. Essa política objetiva a gestão integrada de resíduos sólidos, que produza efeitos de proteção à saúde pública e à qualidade ambiental, por meio da adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas que minimizem impactos ambientais, promovam redução do volume e da periculosidade dos resíduos sólidos.

Ressalta-se que, diante da extensão territorial do Brasil e das diferenças socioeconômicas registradas entre as regiões brasileiras, principalmente nos grandes centros urbanos, as consequências oriundas da ausência, até 2010, de uma legislação específica e uma política nacional de manejo dos resíduos sólidos foram cruciais para os resultados apresentados pelo governo brasileiro no diagnóstico de 2014. Trouxeram, também, as primeiras dificuldades enfrentadas pelas prefeituras municipais a partir da exigência da criação dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos até 2010, e a eliminação de lixões e implantação de aterros sanitários até 2014, sob pena de não receber recursos federais.

A maioria das prefeituras municipais não dispõe de equipe técnica qualificada e recursos financeiros suficientes para dar solução à gestão dos resíduos sólidos. Os gastos públicos são expressivos e as técnicas de gestão ainda pouco desenvolvidas para propiciar o aproveitamento energético do biogás nos aterros sanitários.

Considera-se que o aproveitamento energético dos resíduos requer análise multidimensional, abrangendo o tratamento adequado do lixo e do esgoto, a energia potencial disponível, a mitigação de emissões de poluentes e o benefício social, caracterizando-se como uma solução de transformação socioambiental da realidade de tratamento de resíduos no Brasil. A gigantesca demanda por serviços de saneamento pode ser atendida por soluções que maximizem o potencial de oferta de energia renovável, renda e serviços ambientais à sociedade. Para tanto, são necessárias ações coordenadas entre as diversas esferas políticas (federal, estadual e municipal) e sociedade civil, entendendo que há diferentes realidades no tocante às características dos resíduos, da infraestrutura e de instituições vinculados ao tema por todo o país e, com isso, as soluções são múltiplas e diversas.

Diante do apresentado, considera-se que a adoção da correta metodologia para tratamento dos resíduos sólidos urbanos poderá gerar energia elétrica, bastante rentável ao executor do projeto, seja ele público ou privado, assim como viabiliza a definição de adicionalidades para geração de crédito de carbono, a ser comercializada no mercado específico. Com isso, é possível aproximar-se das reduções declaradas no Acordo de Paris – Convenção do Clima - COP 21, como esforço doméstico para redução dos gases do efeito estufa, gerando ganhos ambientais, sociais, econômicos ao Brasil e ao mundo.

Para finalizar, observa-se que a legislação, com a PNSR, coloca o Brasil numa posição de igualdade em termos legais frente aos países desenvolvidos. Contudo, os números que expressam sua aplicação, na prática, ainda são discretos diante da produção per capita de resíduos sólidos e seu manejo e aproveitamento adequados, cujo sucesso dependem, sobremaneira, dos desafios elencados neste artigo.



Agradecimentos

Agradecemos as Empresas MG Carbon - Projetos de Carbono Ltda., MDF – Energia e Agronegócio S.A, ENERTEC – Engenharia e Soluções Energéticas Ltda.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. W. S. **Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogás**. São Paulo. 164 p., 2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.

BITENCOURT, F. **A pirólise como tecnologia para Redução de emissões de gases de efeito estufa e sequestro de Carbono: um estudo de caso do tratamento de resíduos de couro wet-blue**. Belo Horizonte. 223 p. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2016.

FRANÇA. *La mairie de Saint-Martin-Bellevue, Haute-Savoie. Traitement des déchets*. Disponível em: <<http://www.stmartin-bellevue.fr>>. Acesso em 25 jul. 2016.

PORTAL RESÍDUO SÓLIDO. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-solidos/>>. Acesso em 25 jun. 2016.

RIBEIRO, Sérgio. **Geração de energia elétrica com resíduos sólidos urbanos - usinas “waste-to-energy” (wte)**. Disponível em: <http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/publicacoes/usinas_lixo_energia_no_brasill.pdf>. Acesso em 15 jul. 2016.

SILVA, D.R.; QUINTAIROS, P.C.R. **Parceria Publica Privada opção na gestão de resíduos sólidos**. Águas Subterrâneas. In: SUPLEMENTO AO III CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, São Paulo, Brasil. 2013. ISSN 0101-7004 (impresso). eISSN 2179-9784 (eletrônico).

PAULINO, S.; CRUZ, S. **Mecanismo de desenvolvimento limpo e inovação tecnológica no setor de resíduos sólidos urbanos**. Disponível em: <http://www.altec2013.org/programme_pdf/1344.pdf>. Acesso em 10 jul. 2016.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change, CDM. **Ad hoc working group on long-term cooperative action under the convention. 1997**. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/>>. Acesso em: 27 jul 2016.

_____. United Nations Framework Convention on Climate Change, CDM. **Methodologies Booklet - Fourth edition - Information up to EB 69**. 2012. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/>>. Acesso em: 27 jul 2016.