CRÉDITOS DE METANO: UM INSTRUMENTO PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PROVENIENTES DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Izadora Gabriele dos Santos Oliveira[1]

Resumo: O artigo discute o crescente desafio das mudanças climáticas em relação às emissões de metano provenientes de resíduos sólidos. Destaca-se a importância de medidas concretas para mitigar essas emissões e promover uma economia de baixo carbono. São abordados os créditos de metano como um instrumento eficaz de redução, considerando sua relação com a política nacional de resíduos sólidos e o mercado de carbono. Propõe-se uma abordagem integrada, incluindo ações governamentais, iniciativas empresariais e envolvimento da sociedade, visando a sustentabilidade ambiental e o enfrentamento das mudanças climáticas para o bem-estar das gerações futuras.

Palavras-chave: Metano; Resíduos Sólidos; Mitigação; Economia de Baixo Carbono; Mudanças Climáticas.

1 Introdução

No contexto das inquietantes mudanças climáticas, as emissões de metano decorrentes dos resíduos sólidos adquirem uma preocupação crescente e relevante. O metano, como gás de efeito estufa, surge como uma das principais contribuições antropogênicas para o aquecimento global, sendo sua liberação potencializada por práticas inadequadas de manejo de resíduos. No Brasil, o vasto potencial de resíduos sólidos urbanos, agrícolas e efluentes propicia a produção significativa de biogás e biometano, compostos por parcelas consideráveis de metano. Diante desse panorama, é imprescindível implementar práticas adequadas de gestão de resíduos a fim de mitigar tais emissões.

Uma das abordagens para reduzir os índices de metano emitidos é através da adoção de tecnologias mitigadoras, como a compostagem. Esse processo pode ensejar uma diminuição

[1] Advogada da Sion Advogados. Pesquisadora. Mestranda em Desenvolvimento Sustentável e Gênero: justiça, ecologia e saúde na Paris 1 Panthéon-Sorbonne. MBA em Direito da Mineração, Ambiental e ESG pelo Instituto Minere (em andamento). Pós-graduanda em Lei Geral de Proteção de Dados. Pós-graduada em Direito Ambiental. Graduada em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG). Autora do livro "Direito ambiental, economia e relações internacionais: terras raras, guerra comercial e Teoria dos Jogos". Vencedora da Competição de Startups Dom Helder e do Prêmio Rosa Nery – I Concurso de Vídeos Jurídicos Nacionais, promovido pela ABDC. Associada da Associação Brasileira de Direito da Energia e do Meio Ambiente (ABDEM). Associada da União Brasileira da Advocacia Ambiental (UBAA). Associada da Associação para o Desenvolvimento do Direito da Mineração (ADIMIN). Membro da *Latin American Climate Lawyers Iniciative for Mobilizing Action* (Laclima). *Climate Reality Leader* na The *Climate Reality Project. Champion United People Global* (UPG). Autora de diversos artigos científicos. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/1970992584585714.

nas emissões de gases de efeito estufa por tonelada de resíduo tratado. Ademais, a utilização do biogás e biometano gerado a partir desses resíduos pode não apenas incrementar o abastecimento de gás natural, mas também contribuir para reduzir sua pegada de carbono.

O Programa Nacional Metano Zero, uma iniciativa governamental, objetiva reduzir as emissões de metano, visando à sintonia com o desenvolvimento sustentável. O programa se concentra no aproveitamento energético e no uso do biogás e biometano oriundos de resíduos orgânicos como combustível.

O presente artigo, nesse cenário, busca explorar o uso de créditos de metano como um instrumento para mitigar as emissões de gases de efeito estufa advindas de resíduos sólidos. Os créditos de metano representam uma forma de reconhecimento e incentivo aos esforços de redução dessas emissões, alinhados ao cumprimento das metas de redução estabelecidas em acordos internacionais, como o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris.

A partir de uma análise aprofundada e com base em conceitos e mecanismos relacionados à gestão de resíduos sólidos e às emissões de metano, serão destacados os créditos de metano como uma promissora ferramenta para impulsionar a economia de baixo carbono e encorajar a adoção de práticas sustentáveis na gestão de resíduos.

O propósito central deste estudo é oferecer uma breve visão acerca dos créditos de metano como uma ferramenta eficiente para mitigar as emissões de gases de efeito estufa decorrentes de resíduos sólidos, reforçando a importância de políticas e estratégias que promovam a economia circular e reduzam o impacto ambiental gerado por essa atividade.

Com base em investigações e análises de casos práticos, serão apresentadas reflexões sobre os desafios e oportunidades para a implementação dos créditos de metano como parte integrante de uma abordagem mais sustentável e responsável na gestão de resíduos sólidos. Dessa forma, almeja-se contribuir para o progresso do conhecimento nesta área e estimular ações efetivas em prol da redução das emissões de metano e do combate às mudanças climáticas.

2 Emissões de Metano Provenientes de Resíduos Sólidos

As emissões de metano provenientes de resíduos sólidos são uma preocupação crescente no contexto das mudanças climáticas. O metano é um gás de efeito estufa produzido como produto secundário da decomposição anaeróbia de resíduos. As duas maiores fontes de

emissões de metano provenientes de resíduos são a disposição de lixo em aterros e o tratamento anaeróbio de efluentes[2].

No Brasil, o maior potencial de biogás e biometano vem dos resíduos sólidos urbanos, agrícolas e efluentes (esgotos).

A disposição inadequada de resíduos sólidos em aterros pode levar à produção e liberação significativa de metano na atmosfera. O tratamento anaeróbio de efluentes também pode resultar em emissões de metano. Portanto, é importante implementar práticas adequadas de gestão de resíduos para reduzir as emissões de metano provenientes dessas fontes[3].

Uma das maneiras pelas quais as emissões de metano podem ser reduzidas é através do uso de tecnologias mitigadoras, como a compostagem. A compostagem pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa por tonelada de resíduo tratado. Além disso, o uso do biogás e do biometano produzidos a partir dos resíduos sólidos urbanos, agrícolas e efluentes pode servir para aumentar a oferta de gás natural, bem como para diminuir sua pegada de carbono[4].

O Programa Nacional Metano Zero, uma iniciativa do Governo Federal, tem como objetivo promover a redução da emissão de metano em consonância com o desenvolvimento sustentável, com foco no aproveitamento energético e como combustível de resíduos ou produtos orgânicos como fontes de biogás e biometano[5].

3 Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono

O Efeito Estufa constitui uma condição natural inerente ao planeta Terra. Sua presença é fundamental para a manutenção de um ambiente propício à vida, garantindo que a temperatura média da superfície terrestre seja adequada aos seres que a habitam. Essa fenomenologia advém do fato de que os gases presentes na atmosfera atuam como uma espécie de cobertor, retendo o calor emitido pela Terra e permitindo que a radiação solar atravesse[6].

---

[2] INACIO, Caio de Teves; BETTIO, Daniel Beltrão; MILLER, Paul Richard Momsen. **O papel da compostagem de resíduos orgânicos na mitigação de emissões de metano**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.
[3] ROSS, Katie; WASKOW, David; GE, Mengpin. Como as emissões de metano contribuem com as mudanças climáticas. **WRI Brasil**, São Paulo, 11 nov. 2021.
[4] BRASIL. Programa Nacional Metano Zero. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, 2022.
[5] *Idem*.
[6] IPCC. **Climate Change 2014**: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2014.

Indubitavelmente, a presença do Efeito Estufa é vital para o equilíbrio térmico do planeta, uma vez que, sem esse fenômeno, estaríamos sujeitos a um cenário desolador. A ausência dessa camada protetora implicaria em uma temperatura média na ordem de -18° C, o que tornaria impraticável a existência de vida tal como a conhecemos[7].

Entretanto, é imprescindível discernir a relevância dessa condição natural da análise mais ampla que se requer nesse debate. Com efeito, questões mais complexas emergem a partir desse contexto. Dentre elas, a influência das atividades humanas na intensificação do Efeito Estufa, bem como os impactos das mudanças climáticas decorrentes desse fenômeno na dinâmica do ecossistema do planeta.

O que preocupa os estudiosos é o aumento acentuado da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, resultante, em grande medida, da atividade humana. A queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e outras práticas que liberam esses gases têm exacerbado o fenômeno, gerando um desequilíbrio no sistema climático global[8].

Nesse contexto, a discussão acerca do Efeito Estufa suscita reflexões sobre o paradigma de desenvolvimento vigente. O modelo econômico atual, pautado no crescimento a qualquer custo, demanda uma utilização intensiva dos recursos naturais, o que acarreta um impacto negativo no equilíbrio do sistema climático.

Durante a conferência da Rio-92, a comunidade internacional adotou a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), visando discutir e definir estratégias para estabilizar as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa (GEE). O objetivo primordial era evitar que as atividades humanas comprometessem perigosamente o clima do planeta. Nesse contexto, o Brasil assumiu o protagonismo ao ser o primeiro país a assinar a UNFCCC em 4 de junho de 1992, tendo sua ratificação pelo Congresso Nacional em 28 de fevereiro de 1994, tendo sido promulgada em 1998 pelo Decreto Federal nº 2.652/1998[9].

A Convenção do Clima, portanto, entrou em vigor em 21 de março de 1994, contando com a assinatura de 188 países, estabelecendo o compromisso de redução de emissões de GEE por parte dos países industrializados, estes chamados de países Anexo I no âmbito do Protocolo de Kyoto.

---

[7] *Idem*.
[8] SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Mercado de Carbono e Protocolo de Quioto**: Oportunidades de Negócio na Busca da Sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2009.
[9] BRASIL. Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 jul. 1998.

Uma série de eventos anteriores, iniciada com a Conferência de Toronto sobre a Mudança na Atmosfera em 1988, seguida pelo Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC em Sundsvall, Suécia, em 1990, conduziu à criação de um tratado internacional mais rígido quanto aos compromissos de redução das emissões de GEE: o Protocolo de Kyoto, estabelecido em 1997, na cidade de Kyoto, no Japão[10].

O Protocolo de Kyoto fixou metas ambiciosas de redução de 5% em relação às emissões de GEE de 1990 para os países desenvolvidos, que deveriam ser cumpridas no período de 2008 a 2012. Como parte dessas metas, os países do Anexo I comprometeram-se a calcular e relatar anualmente suas emissões de GEE através de inventários nacionais. Por outro lado, os países não Anexo I deveriam apresentar a "Comunicação Nacional", relatando todas as suas emissões e remoção de GEE provenientes de diversas fontes.

Para alcançar essas metas, o Protocolo de Kyoto criou três mecanismos: o "Comércio de Emissões", a "Implementação Conjunta" e o "Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)"[11]. Dentre esses mecanismos, o MDL se destacou, permitindo que países desenvolvidos investissem em projetos de redução de emissões de GEE em nações em desenvolvimento. Esses projetos geravam "Reduções Certificadas de Emissões" (RCEs), popularmente conhecidos como créditos de carbono.

A grande atratividade do MDL advinha dos custos marginais de abatimento de emissões em países em desenvolvimento, que eram inferiores aos de seus próprios territórios. Dessa forma, as RCEs viabilizavam aos países do Anexo I o alcance de suas metas de redução, enquanto proporcionavam aos países não Anexo I a implementação de projetos de tecnologias mais eficientes, adoção de fontes de energia renováveis, uso racional da energia, florestamento e reflorestamento[12].

É importante perceber, portanto, que o Protocolo de Kyoto foi um marco significativo na busca por soluções conjuntas para enfrentar as mudanças climáticas. Contudo, o debate deve transcender a mera utilização de mecanismos como o MDL, demandando uma reflexão profunda sobre o modelo de desenvolvimento adotado e a necessidade de equidade nas ações para preservar o clima e a sustentabilidade do nosso planeta[13].

[10] Protocolo de Quioto.
[11] UNTERSTELL, Natalie; WATANABE JR., Shigueo. Por um mercado de carbono – mas qual? **Talanoa Políticas Climáticas**, Rio de Janeiro, jun. 2023.
[12] PROLO, Caroline Dirl *et al*. Vídeo: Mercados de carbono no Acordo de Paris. 1:20h. **Laclima**, São Paulo, 2022.
[13] BERTUCCI, Afonso Celso. **O Protocolo de Quioto e o mercado de créditos de carbono**. São Paulo, 2006.

Em 2015, durante a Conferência das Partes (COP-21), celebrada em Paris, foi aprovado o histórico Acordo de Paris. Esse marco estabeleceu como premissa inafastável que o aumento médio da temperatura do planeta não deveria ultrapassar a marca de 2ºC, sendo inclusive almejada a meta mais ambiciosa de 1,5ºC[14].

Na esteira desse acordo, em 2016, o Brasil ratificou o Acordo de Paris e assumiu a sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), a qual entrou em vigor no plano internacional em novembro do mesmo ano. Nessa NDC, o país assumiu a responsabilidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis registrados em 2005, no ano de 2025. Além disso, se comprometeu a um esforço ainda maior, visando reduzir essas emissões em 43% abaixo dos níveis de 2005, no horizonte de 2030[15].

Essa decisão do Brasil demonstrou o comprometimento do país em contribuir efetivamente para o enfrentamento das mudanças climáticas. Ao assumir tais metas de redução de emissões, o Brasil buscou não apenas alinhar-se com as demandas internacionais, mas também reafirmar seu papel como agente responsável na busca por um futuro mais sustentável e em consonância com o bem-estar das gerações vindouras.

Contudo, é essencial reconhecer que a concretização dessas metas demanda um esforço conjunto e contínuo. As políticas públicas devem estar pautadas na promoção do desenvolvimento sustentável e na implementação de práticas mais conscientes em diversos setores da economia. Nesse sentido, é fundamental o envolvimento e a cooperação de todos os atores sociais, sejam governos, empresas, sociedade civil ou organizações não governamentais.

3.1 Mercado de Emissões

O mercado de emissões ou mercado de carbono, como é mais conhecido, representa um mecanismo utilizado por empresas e países para tratativas econômicas quanto à redução de suas emissões de gases de efeito estufa (GEEs). Esse sistema se baseia na compra e venda de créditos que representam uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO2e) não emitida, sequestrada ou reduzida. Tais créditos são gerados por meio de projetos que visam diminuir ou remover as emissões de GEEs, abarcando iniciativas como projetos de eficiência energética e uso de energia renovável, reflorestamento[16].

[14] Acordo de Paris.
[15] BRASIL. Pretendida contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, 2016.
[16] PROLO, Caroline Dihl (coord). Q&A Básico: mercados voluntários de carbono no Brasil. **Laboratório de Inovação Financeira**, Rio de Janeiro, 2022.

Esse mercado de créditos de carbono teve origem como uma forma de implementar o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), previsto no Protocolo de Quioto. Esse mecanismo possibilitava que países desenvolvidos adquirissem créditos de carbono gerados por projetos em nações em desenvolvimento, como forma de compensar suas próprias emissões de GEEs.

Atualmente, o mercado de créditos de carbono encontra-se previsto em diversos acordos internacionais, entre os quais se destacam o Protocolo de Quioto, o Acordo de Paris e o Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS), estabelecido no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)[17]. Esse mercado está dividido em dois segmentos distintos: o mercado voluntário e o mercado regulado.

O mercado regulado corresponde a um mecanismo que os governos podem adotar com o propósito de promover a redução das emissões em seus respectivos países. Para compreender melhor o funcionamento desse mercado, é oportuno fazer uma análise histórica. No âmbito do Protocolo de Quioto, países desenvolvidos (conhecidos como Países do Anexo 1) e países em desenvolvimento (denominados Países Não-Anexo 1) foram divididos em grupos distintos. Os países do Anexo 1 assumiram, inicialmente, o compromisso de reduzir suas emissões, pois eram os principais emissores de GEEs.

Desse modo, os países desenvolvidos assumiram metas quantificadas de limitação de suas emissões, que se traduziam na seguinte forma: estabelecia-se um patamar de emissões para cada país em um determinado ano e o percentual de redução em relação a esse patamar. O resultado era um percentual que correspondia à quantidade de emissões de carbono equivalente que cada país poderia emitir anualmente.

Em conformidade com o Protocolo de Quioto, cada país desenvolvido recebia direitos de emissão equivalentes a seu orçamento, chamados de *allowances*. Para atender aos seus orçamentos de carbono, os países poderiam utilizar alguns mecanismos de flexibilização previstos no Protocolo: (i) Comércio de Emissões; (ii) Implementação Conjunta e (iii) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Tais estratégias não poderiam ser utilizadas como regras ou substituição às estratégias internas dos países. O Comércio de Emissões previa que os países desenvolvidos, que já tinham a obrigação de reduzir suas emissões, poderiam trocar entre si seus direitos de emissão (*allowances*), conforme fossem mais ou menos eficientes em suas medidas domésticas. Ou seja,

[17] HAMRICK, Kelley; GALLANT, Melissa. Voluntary Carbon Markets Insights: 2018 Outlook and First Quarter Trends. **Forest Trends**, Washington, 27 jul. 2018.

um país desenvolvido trocaria com outro país desenvolvido. Já na Implementação Conjunta, os países desenvolvidos poderiam gerar unidades de redução de emissões por meio de projetos de redução, cujos créditos poderiam ser utilizados por outros países desenvolvidos para cumprir seus orçamentos de carbono. Dessa forma, os países poderiam utilizar os créditos de carbono de projetos como equivalentes aos direitos de emissão válidos para o cumprimento de seus compromissos, conhecidos como offsets (créditos utilizados para compensação).

Os créditos do MDL, também considerados *offsets*, poderiam ser utilizados pelos países desenvolvidos para cumprir seus orçamentos no Protocolo de Quioto. Esses projetos do MDL eram realizados por países em desenvolvimento, que os elaboravam e posteriormente vendiam os créditos para os países do Anexo 1. Tendo em vista que, dentro do sistema do Protocolo de Quioto, os países em desenvolvimento não possuíam orçamento, eles não precisavam descontar os créditos de seus orçamentos e, por isso, não tinham a obrigação de reduzir suas emissões. Assim, os projetos poderiam ser desenvolvidos e os créditos transferidos por iniciativa do setor privado, que detinha a autonomia para vendê-los diretamente aos compradores internacionais dos países desenvolvidos.

Contudo, após uma série de acontecimentos, incluindo o desaquecimento da demanda por créditos por razões geopolíticas, um novo acordo, o Acordo de Paris, foi firmado em 2015. Esse novo tratado estabeleceu como meta de temperatura global o equivalente a menos de 2ºC em relação aos níveis pré-industriais, com esforços para limitar o aquecimento a 1,5ºC. Além disso, o Acordo de Paris convocou o mercado a compatibilizar os fluxos financeiros com esses objetivos, através das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).

Todas as nações, desenvolvidas e em desenvolvimento, devem estabelecer e cumprir suas NDCs, adotando medidas de mitigação domésticas. O Acordo de Paris também trouxe mecanismos de flexibilização e cooperação que permitem que os países cumpram suas NDCs e vão além para evitar o aquecimento global em níveis perigosos. O mais difundido desses mecanismos é o Mecanismo Global de Créditos de Carbono, que permite ao setor privado desenvolver projetos que possam gerar créditos a serem utilizados para cumprir as NDCs, assemelhando-se ao MDL. A diferença crucial é que, nos projetos do Mecanismo Global de Créditos de Carbono, todos os países são obrigados a apresentar as NDCs e, portanto, deve haver desconto para evitar dupla contagem.

Por outro lado, o mercado voluntário funciona como uma espécie de mercado paralelo de compra e venda dos créditos de carbono[18]. Os créditos são emitidos por projetos que visam

[18] BERTUCCI, Afonso Celso. **O Protocolo de Quioto e o mercado de créditos de carbono**. São Paulo, 2006.

reduzir as emissões de GEEs, mas essas iniciativas não são obrigadas por lei a reduzi-las; elas optam por fazê-lo de forma voluntária (muitas vezes por uma questão reputacional). Esses créditos são negociados em bolsas de valores ou entre empresas, permitindo que os custos de redução de emissões sejam compartilhados de forma mais eficiente.

O mercado de créditos de carbono apresenta benefícios significativos, como a possibilidade de incentivar investimentos em projetos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a redução dos custos de implementação de políticas ambientais, a geração de receita para países em desenvolvimento e a promoção da transferência de tecnologia limpa. Contudo, enfrenta desafios importantes, como a falta de confiança entre os participantes, a dificuldade em verificar a autenticidade dos créditos e a possibilidade de dupla contagem de emissões.

Assim, diante desse contexto complexo e desafiador, é essencial que as comunidades nacional e internacional continuem aprimorando esse mercado, buscando soluções eficazes para que ele se torne um instrumento verdadeiramente eficiente na luta contra as mudanças climáticas.

3.2 Aspectos jurídicos – Política Nacional de Resíduos Sólidos

De acordo com estudo recentemente divulgado pelo Banco Mundial, que analisou informações provenientes de 217 países e 367 cidades em todos os continentes do globo, a humanidade é responsável anualmente pela geração de 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Alarmante é o fato de que um terço desse volume não recebe o tratamento adequado, o que nos leva a uma séria reflexão sobre os impactos dessa realidade[19].

Ademais, seguindo a tendência atual, estima-se que essa quantidade de resíduos aumentará em 70% até o ano de 2050, atingindo assombrosas 3,4 bilhões de toneladas por ano. Um crescimento dessa magnitude nos traz preocupações quanto à capacidade do nosso planeta em lidar com tal quantidade de lixo de forma sustentável[20].

Em um marco histórico para o país, em 2 de agosto de 2010, foi promulgada a Lei 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), tornando-se a primeira legislação federal a regulamentar o tema dos resíduos sólidos no Brasil. Essa política aglutina um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal,

[19] WORLD BANK. What a Waste: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Ed. Kaza, Silpa; Yao, Lisa; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development. 2018.
[20] *Idem*.

seja de forma isolada, seja em cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com o propósito de alcançar a gestão integrada e o gerenciamento ambiental e sanitariamente adequados dos resíduos sólidos[21].

Dentre os instrumentos contemplados na PNRS, destaca-se o incentivo à adoção de consórcios e outras formas de cooperação entre os entes federados, visando à redução dos custos envolvidos na gestão dos resíduos sólidos. Com essa abordagem, os municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos serão priorizados no acesso aos recursos disponibilizados pela União[22].

A PNRS representa um importante avanço na busca por uma gestão mais eficiente e sustentável dos resíduos sólidos no Brasil. A legislação trouxe uma abordagem abrangente, que vai desde a prevenção da geração dos resíduos até a destinação final ambientalmente adequada. Além disso, ela estimula a responsabilidade compartilhada entre os diversos atores envolvidos, como fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

A gestão integrada dos resíduos sólidos é um desafio complexo, mas essencial para a promoção da sustentabilidade ambiental e da qualidade de vida das comunidades. A adoção de consórcios e outras formas de cooperação entre os entes federados surge como uma alternativa promissora para enfrentar os desafios logísticos e financeiros relacionados à gestão dos resíduos em território nacional.

Nesse sentido, os consórcios intermunicipais proporcionam uma sinergia entre os municípios envolvidos, permitindo a otimização de recursos e a busca por soluções conjuntas. Através dessa cooperação, é possível viabilizar a implementação de infraestruturas adequadas para a coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos, beneficiando não apenas o meio ambiente, mas também a saúde pública e a qualidade de vida das comunidades locais[23].

A prioridade de acesso aos recursos da União para municípios que optarem por soluções consorciadas é um incentivo importante, que pode estimular a formação de parcerias entre as cidades, promovendo a colaboração e a troca de experiências na gestão dos resíduos sólidos. Essa abordagem cooperativa é fundamental para superar os desafios e obstáculos inerentes à gestão de resíduos em um país de dimensões continentais como o Brasil.

---

[21] BATISTA, Muira Helena; MARTINS, Frederico Cordeiro. Informação e conhecimento social das cidades no gerenciamento de resíduos sólidos. **Gestão de Resíduos Sólidos**, v. 1, nº 1, p. 7-11, 2019.
[22] BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 ago. 2010.
[23] EPE. **Estudo sobre a Economicidade do Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro para Produção de Biometano**. Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro, 2018.

Entretanto, é imprescindível reconhecer que a efetiva implementação da PNRS depende não apenas da existência de legislações adequadas, mas também do comprometimento e da articulação entre os diferentes atores envolvidos, bem como da destinação adequada de recursos financeiros e tecnológicos. A conscientização e a participação da sociedade civil, juntamente com a atuação transparente e responsável do poder público, são fatores-chave para o êxito dessa política.

Com o fito de simplificar e atualizar a Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi promulgado o Novo Marco Legal dos Resíduos Sólidos, regulamentado pelo Decreto nº 10.936/222. No que tange à gestão dos resíduos sólidos, é imprescindível destacar as diretrizes relativas à coleta seletiva e à logística reversa, cuja materialização se dá por meio do Programa Nacional de Logística Reversa, integrado ao Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR e ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente - MMA[24].

Nesse contexto, o mencionado Marco Legal se propõe a enfrentar os desafios pertinentes à questão dos resíduos sólidos, buscando fomentar uma gestão mais sustentável e responsável desses materiais ao longo do ciclo produtivo. A introdução do Programa Nacional de Logística Reversa revela-se uma medida importante, uma vez que visa estabelecer diretrizes para que produtos e embalagens, após seu consumo, retornem adequadamente ao ciclo produtivo, diminuindo os impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade.

A integração desse programa com o SINIR e o Planares é um passo significativo no aprimoramento da gestão dos resíduos sólidos, permitindo uma abordagem mais abrangente e sinérgica. O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos proporcionará um panorama mais claro e atualizado sobre a realidade do país no que se refere à geração, destinação e tratamento dos resíduos. Paralelamente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos contribuirá para a definição de estratégias de longo prazo, buscando ações que sejam mais eficientes, participativas e alinhadas com os objetivos do desenvolvimento sustentável.

3.3 Créditos de Metano como instrumento de mitigação

Levando em consideração o atual cenário dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, o presente estudo aponta um aspecto ainda mais inquietante: o tratamento e a disposição desse

[24] BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 jan. 2022.

colossal volume de resíduos liberam na atmosfera aproximadamente 1,6 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente em gases de efeito estufa (GEE). Os principais emissores dessa pegada ambiental são os lixões e aterros que carecem de sistemas adequados de coleta de biogás[25]. Tais dados não podem ser negligenciados, uma vez que essas emissões correspondem a cerca de 5% das emissões globais.

Diante dessa conjuntura, urge a necessidade de ações efetivas que visem à mitigação desses impactos negativos. É imprescindível a implementação de políticas públicas robustas que promovam a gestão adequada dos resíduos sólidos, incentivando práticas de redução, reutilização e reciclagem, bem como investindo em tecnologias modernas e sustentáveis para o tratamento desses materiais.

Adicionalmente, é fundamental encarar esse desafio como uma responsabilidade coletiva, exigindo o envolvimento ativo da sociedade, governos, empresas e organizações não governamentais. Somente com esforços conjuntos poderemos reverter essa trajetória crescente de geração de resíduos e suas consequências negativas ao meio ambiente.

Esse cenário alerta para a necessidade de mudanças estruturais nos hábitos de consumo e produção da humanidade. A educação ambiental, voltada tanto para adultos quanto para as novas gerações, é uma poderosa ferramenta na conscientização sobre a importância da sustentabilidade e na promoção de comportamentos mais responsáveis em relação ao meio ambiente.

Desde que a preocupação com as mudanças climáticas se intensificou, a busca por estratégias para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) tem sido uma prioridade global. Entre os GEE mais significativos, o metano (CH4) ocupa uma posição de destaque devido ao seu potencial de aquecimento global mais de 25 vezes superior ao do dióxido de carbono (CO2) ao longo de um período de 100 anos. A decomposição anaeróbica de resíduos sólidos em aterros sanitários é uma das principais fontes de emissão de metano no setor de resíduos sólidos[26].

Nesse contexto, os Créditos de Metano surgem como um instrumento promissor para incentivar a redução das emissões de metano provenientes de resíduos sólidos e, assim, contribuir para a mitigação das mudanças climáticas. Esse mecanismo está associado ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto, que permite que países

[25] *Ibidem*.
[26] GODOY, Sara Gurfinkel Marques de. Projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa: desempenho e custos de transação. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 48, nº 2, jul. 2013.

desenvolvidos compensem suas próprias emissões de GEE investindo em projetos de redução ou captura de GEE em países em desenvolvimento.

O funcionamento dos Créditos de Metano está baseado na premissa de que a adoção de práticas que evitem a emissão de metano nos aterros sanitários pode ser incentivada por meio de compensações financeiras. Assim, os responsáveis pela gestão de resíduos têm a possibilidade de gerar Créditos de Metano ao adotarem tecnologias e processos que reduzam a liberação de metano na atmosfera.

Um dos principais benefícios dos Créditos de Metano é que eles criam um estímulo econômico para a implementação de tecnologias mais limpas e eficientes nos aterros sanitários. Ao oferecer compensações financeiras pela redução das emissões, o mecanismo torna economicamente viáveis projetos de coleta e tratamento adequado dos gases gerados pela decomposição dos resíduos sólidos.

Essa abordagem tem o potencial de impulsionar a inovação no setor de gestão de resíduos, estimulando o desenvolvimento de tecnologias mais eficazes para a captura e tratamento de metano. Além disso, ao contribuir para a redução das emissões de metano, os Créditos de Metano também ajudam a atingir as metas nacionais e globais de redução de GEE estabelecidas em acordos internacionais, como o Acordo de Paris.

Entretanto, apesar dos benefícios, os Créditos de Metano também enfrentam desafios e questões críticas que devem ser considerados. A dependência do mercado de carbono é uma das preocupações, pois a volatilidade dos preços dos créditos pode afetar a viabilidade econômica dos projetos de mitigação.

Além disso, é essencial garantir a integridade ambiental dos projetos que geram Créditos de Metano por meio de monitoramento e verificação adequados. A precisão na mensuração das emissões de metano e na comprovação da redução dessas emissões são fundamentais para a credibilidade do sistema[27].

Outra questão relevante é assegurar que os benefícios dos projetos de redução de metano sejam distribuídos de forma justa e equitativa para as comunidades locais. É importante que essas comunidades sejam incluídas no processo decisório e que os projetos respeitem os direitos humanos e promovam o desenvolvimento sustentável.

Os Créditos de Metano surgem como um instrumento promissor para a mitigação das emissões de metano provenientes de resíduos sólidos. Ao incentivar a adoção de práticas

[27] UNTERSTELL, Natalie; WATANABE JR., Shigueo. Por um mercado de carbono – mas qual? **Talanoa Políticas Climáticas**, Rio de Janeiro, jun. 2023.

sustentáveis e oferecer estímulos econômicos para a redução das emissões, esse mecanismo contribui para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e promover uma economia de baixo carbono. No entanto, é fundamental enfrentar os desafios e considerar as questões críticas para garantir a efetividade e a justiça ambiental desses projetos. A busca por soluções mais robustas e sustentáveis é essencial para proteger o meio ambiente e as futuras gerações.

Encarar esse desafio exige uma visão de longo prazo e comprometimento em relação às gerações futuras. Somente com um olhar atento e uma ação coletiva poderemos construir um futuro mais equilibrado e preservar a saúde do nosso planeta para as próximas gerações.

4 Considerações Finais

Diante da apresentação abordada neste artigo acerca das emissões de metano oriundas de resíduos sólidos e sua conexão com as mudanças climáticas, torna-se inegável a relevância de ações concretas para mitigar os impactos dessas emissões no aquecimento global. O crescente senso de preocupação ambiental e a necessidade de buscar alternativas sustentáveis têm fomentado o desenvolvimento de soluções inovadoras, a exemplo do mercado de carbono e dos créditos de metano.

O fenômeno do aquecimento global e suas implicações climáticas exigem uma resposta coletiva tanto dos países quanto da sociedade no enfrentamento dessa crise. Nesse contexto, o mercado de carbono tem se destacado como uma ferramenta relevante para incentivar a redução das emissões de gases de efeito estufa, incluindo o metano, ao promover a transição para uma economia de baixo carbono. Através desse mercado de emissões, empresas e países podem valer-se de créditos de carbono, incluindo os créditos de metano, para compensar suas emissões e cumprir suas metas de redução estabelecidas em acordos internacionais, tais como o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris.

No cenário brasileiro, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Programa Nacional Metano Zero representam avanços significativos no enfrentamento das emissões de metano provenientes de resíduos sólidos. A PNRS estabelece diretrizes para a gestão adequada dos resíduos, incluindo a promoção da compostagem e a redução do uso de aterros sanitários, como medidas para mitigar as emissões de metano. O Programa Nacional Metano Zero, por sua vez, visa impulsionar o aproveitamento energético do biogás e do biometano, convertendo-os em recursos fundamentais para o fornecimento de energia limpa.

Os créditos de metano despontam como um instrumento eficaz dentro desse contexto. Essa ferramenta pode estimular a adoção de práticas sustentáveis na gestão de resíduos, como

a compostagem, que reduz a liberação de metano na atmosfera. Adicionalmente, os créditos de metano oferecem incentivos econômicos para empresas e organizações que adotam medidas de mitigação de emissões, favorecendo a transição para uma economia de baixo carbono.

Entretanto, para que os créditos de metano alcancem todo seu potencial como instrumento de mitigação, é imprescindível que estejam respaldados por uma legislação robusta e regulamentação clara. Nesse sentido, a política nacional de resíduos sólidos desempenha um papel crucial, fornecendo diretrizes e orientações para a gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, incluindo a redução das emissões de metano.

Por fim, é essencial ressaltar que a abordagem dos créditos de metano é apenas uma dentre várias estratégias necessárias para enfrentar as mudanças climáticas. Ações complementares, como a promoção da economia circular, o estímulo à reciclagem e a transição para fontes de energia limpa, também são fundamentais para alcançar resultados significativos na redução das emissões de gases de efeito estufa.

O enfrentamento das emissões de metano provenientes de resíduos sólidos demanda uma sinergia de esforços, englobando governos, empresas, sociedade civil e cidadãos individuais. Através de políticas públicas eficazes, estratégias inovadoras e cooperação internacional, é viável promover a transição para uma economia mais sustentável e reduzir de forma considerável as emissões de metano, contribuindo para a preservação do nosso planeta e o bem-estar das futuras gerações.

Referências

BATISTA, Muira Helena; MARTINS, Frederico Cordeiro. Informação e conhecimento social das cidades no gerenciamento de resíduos sólidos. **Gestão de Resíduos Sólidos**, v. 1, nº 1, p. 7-11, 2019.

BERTUCCI, Afonso Celso. **O Protocolo de Quioto e o mercado de créditos de carbono**. São Paulo, 2006.

BRASIL. Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 jul. 1998.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 ago. 2010.

BRASIL. Pretendida contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, 2016. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf. Acesso em: 01 jul. 2023.

BRASIL. Programa Nacional Metano Zero. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, 2022.

EPE. **Estudo sobre a Economicidade do Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro para Produção de Biometano**. Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro, 2018.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de. Projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa: desempenho e custos de transação. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 48, nº 2, jul. 2013. Disponível em: https://doi.org/10.5700/rausp1090. Acesso em: 29 jul. 2023.

HAMRICK, Kelley; GALLANT, Melissa. Voluntary Carbon Markets Insights: 2018 Outlook and First Quarter Trends. **Forest Trends**, Washington, 27 jul. 2018.

INACIO, Caio de Teves; BETTIO, Daniel Beltrão; MILLER, Paul Richard Momsen. **O papel da compostagem de resíduos orgânicos na mitigação de emissões de metano**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/882162/o-papel-da-compostagem-de-residuos-organicos-na-mitigacao-de-emissoes-de-metano. Acesso em: 25 jun. 2023.

IPCC. **Climate Change 2014**: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2014.

PROLO, Caroline Dihl (coord). Q&A Básico: mercados voluntários de carbono no Brasil. **Laboratório de Inovação Financeira**, Rio de Janeiro, 2022.

PROLO, Caroline Dirl *et al*. Vídeo: Mercados de carbono no Acordo de Paris. 1:20h. **Laclima**, São Paulo, 2022.

ROSS, Katie; WASKOW, David; GE, Mengpin. Como as emissões de metano contribuem com as mudanças climáticas. **WRI Brasil**, São Paulo, 11 nov. 2021. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-emissoes-de-metano-contribuem-com-mudancas-climaticas. Acesso em: 02 jul. 2023.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Mercado de Carbono e Protocolo de Quioto**: Oportunidades de Negócio na Busca da Sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2009.

UNTERSTELL, Natalie; WATANABE JR., Shigueo. Por um mercado de carbono – mas qual? **Talanoa Políticas Climáticas**, Rio de Janeiro, jun. 2023.

WORLD BANK. What a Waste: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Ed. Kaza, Silpa; Yao, Lisa; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development. 2018.