

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) EM NATAL/RN: DESAFIOS E PERSPECTIVAS SUSTENTÁVEIS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.VIII-007>

Ellen Beatriz de Oliveira Correia Freitas (*), José Beldson Elias Ramos

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) campus Natal Central - E-mail: beatriz.freitas@escolar.ifrn.edu.br.

RESUMO

As mudanças climáticas exigem ações integradas. A gestão de resíduos sólidos em Natal/RN é estratégica para reduzir emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e promover resiliência urbana. Apesar de estabelecer o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) os desafios persistem, como baixa reciclagem (apenas 0,96% do total coletado na cidade), lixões clandestinos e predominância de matéria orgânica (33,54%) nos resíduos domiciliares sendo transportado ao aterro sanitário. O estudo, baseado em análise documental e dados do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG) do Observatório do Clima, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) e Companhia de Serviços Urbanos de Natal (URBANA), revela que o setor de resíduos emitiu 42.039 tCO_{2e} em 2023, com destaque para metano (CH₄). O Plano Diretor de Natal (2022) e o Plano de Mitigação e Adaptação Climática (PMAMC) propõem soluções para coleta seletiva, compostagem e entre outros setores municipais. Contudo, a coleta seletiva ainda atende poucos bairros, e as cooperativas, COOPCICLA e COOCAMAR, carecem de infraestrutura. Ações como logística reversa, inclusão de catadores e educação ambiental são urgentes para alavancar a economia circular. Conclui-se que a efetividade das políticas depende de investimentos, articulação intersetorial e monitoramento contínuo. A redução de 50% das emissões até 2050, meta do PMAMC, exige ampliar tecnologias limpas, áreas verdes e governança climática. Natal possui potencial para tornar-se modelo em sustentabilidade, alinhando-se aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, 12 e 13, mas precisa superar lacunas na gestão de resíduos e integrar adaptação climática ao planejamento urbano.

PALAVRAS-CHAVE: GEE, mudanças climáticas, resíduos sólidos.

ABSTRACT

Climate change demands integrated actions. Solid waste management in Natal/RN is strategic for reducing greenhouse gases (GHG) emissions and promoting urban resilience. Despite establishing the Municipal Integrated Solid Waste Management Plan (PMGIRS) and the National Solid Waste Policy (PNRS), challenges persist, such as low recycling rates (only 0.96% of total collected waste), illegal dumpsites, and a high proportion of organic waste (33.54%) in household waste sent to landfills. The study, based on document analysis and data from the Greenhouse Gas Emission Estimation System (SEEG) of the Climate Observatory, the Municipal Secretariat of Environment and Urbanism (SEMURB), the Sustainable Development and Environment Institute (IDEMA), and the Natal Urban Services Company (URBANA), reveals that the waste sector emitted 42,039 tCO_{2e} in 2023, with methane (CH₄) being a major contributor. Natal's Master Plan (2022) and Climate Mitigation and Adaptation Plan (PMAMC) propose solutions such as selective waste collection, composting, and improvements in other municipal sectors. However, selective collection still serves only a few neighborhoods, and cooperatives like COOPCICLA and COOCAMAR lack adequate infrastructure. Measures such as reverse logistics, waste picker inclusion, and environmental education are urgently needed to boost the circular economy. In conclusion, policy effectiveness depends on investments, intersectoral coordination, and continuous monitoring. The PMAMC's goal of reducing emissions by 50% by 2050 requires scaling up clean technologies, green spaces, and climate governance. Natal has the potential to become a sustainability model, aligning with Sustainable Development Goals (SDGs) 6, 12, and 13, but must overcome gaps in waste management and integrate climate adaptation into urban planning.

- **KEY WORDS:** GHG, climate change, solid waste.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios globais do século XXI, exigindo respostas integradas e multisetoriais para mitigação e adaptação. Nesse contexto, a gestão de resíduos sólidos emerge como um componente crítico, uma vez que práticas inadequadas contribuem significativamente para a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e a degradação ambiental. Em cidades como Natal/RN, localizada em uma região costeira altamente vulnerável aos impactos climáticos, a implementação de políticas públicas que integrem a gestão de resíduos às estratégias de adaptação climática é essencial para promover a sustentabilidade urbana e a resiliência comunitária.

O planejamento urbano desempenha um papel essencial na organização do crescimento das cidades, assegurando que elas se desenvolvam de maneira equilibrada e promovam a sustentabilidade. Estima-se que, até 2050, aproximadamente 68% da população global viverá em áreas urbanas (ESPINDOLA; RIBEIRO, 2020). Esse cenário reflete uma migração significativa de pessoas das zonas rurais para os centros urbanos, processo que, muitas vezes, ocorreu sem um planejamento adequado, gerando graves problemas ambientais, econômicos e sociais (MEIRELES, 2023).

Um marco importante nesse contexto foi a criação do Estatuto da Cidade, instituído pela Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Esse documento foi elaborado para regulamentar os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes e parâmetros para a política urbana no Brasil. O Estatuto tem como objetivo garantir o direito à cidade, assegurar a função social da propriedade e promover o desenvolvimento equilibrado dos municípios (ESPINDOLA; RIBEIRO, 2020).

Considerado uma ferramenta fundamental do planejamento urbano, ele foi criado em resposta ao intenso fluxo migratório do campo para as cidades, que levou cerca de 80 milhões de pessoas a se deslocarem para áreas urbanas entre as décadas de 1940 e 1980. Nesse sentido, o Estatuto da Cidade surge como um mecanismo para enfrentar os desafios urbanos, ordenando o desenvolvimento das funções sociais da cidade e estabelecendo diretrizes como a garantia de cidades sustentáveis, a gestão democrática, a cooperação entre os entes federativos e o planejamento territorial (MEIRELES, 2023).

Dentre os principais instrumentos previstos no Estatuto da Cidade, destaca-se o Plano Diretor, considerado o elemento central da política de desenvolvimento e expansão urbana. Esse documento deve contemplar os aspectos físicos, econômicos e sociais almejados pela comunidade, buscando transformar a realidade atual para melhorar a qualidade de vida da população. O Plano Diretor atua como um guia para a delimitação das áreas urbanísticas, orientando o crescimento das cidades de forma ordenada e sustentável, em consonância com as necessidades da coletividade (MEIRELES, 2023).

Conforme Jacobi *et. al* (2015), é necessário mudar a forma de vida da população, priorizando o ciclo de vida do produto de forma sustentável, o colocando em uma cadeia circular e priorizando produtos duráveis, freando o consumismo em demasia da sociedade. No contexto brasileiro, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão integrada e sustentável de resíduos, incluindo a responsabilidade compartilhada entre governos, setor privado e sociedade civil.

A PNRS também enfatiza a importância da logística reversa e da educação ambiental como ferramentas para reduzir os impactos ambientais dos resíduos (BRASIL, 2010). No entanto, a implementação dessas políticas em nível municipal enfrenta desafios como a falta de recursos financeiros, capacitação técnica e infraestrutura adequada (ABRELPE, 2022). A implementação eficaz da PNRS depende da elaboração de planos de gestão de resíduos em todos os níveis de governo.

Em Natal/RN, a gestão de resíduos sólidos é regulamentada pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que busca alinhar as práticas locais às diretrizes da PNRS. O plano inclui estratégias como a coleta seletiva, a destinação adequada de resíduos e a promoção da educação ambiental (NATAL, 2015). No entanto, estudos recentes apontam que a cidade ainda enfrenta desafios significativos, como a baixa taxa de reciclagem e a persistência de lixões clandestinos, que comprometem a eficácia das políticas públicas e aumentam a vulnerabilidade climática (SILVA *et al.*, 2020).

A promoção de parcerias entre poder público, setor privado e sociedade civil, aliada ao investimento em tecnologias limpas e à educação ambiental, pode transformar desafios em oportunidades para construir uma cidade mais resiliente e sustentável. Assim, a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos não só reduz as emissões de GEE, mas também

fortalece a capacidade de Natal em enfrentar os impactos climáticos, garantindo um futuro mais seguro e equilibrado para as gerações atuais e futuras.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é analisar a gestão dos resíduos sólidos urbanos em Natal/RN e sua relação com as emissões de gases de efeito estufa (GEE), identificando desafios e oportunidades para a mitigação dos impactos ambientais. O estudo busca avaliar a efetividade das políticas públicas existentes e suas estratégias para a redução das emissões.

METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, baseada em pesquisa exploratória, bibliográfica e documental. A metodologia foi estruturada em três etapas principais: (1) coleta de dados, (2) organização e categorização, e (3) análise crítica, conforme mostra a figura a seguir:

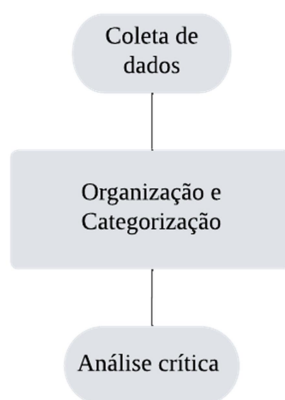


Figura 1: Fluxograma metodológico. Fonte: Autor do Trabalho

A pesquisa iniciou-se com uma revisão bibliográfica abrangente, utilizando artigos científicos, livros, teses e dissertações disponíveis em meio digital. Os termos de busca incluíram "gestão de resíduos sólidos", "políticas públicas ambientais", "planejamento urbano sustentável" e "mudanças climáticas", permitindo a contextualização teórica do tema. Paralelamente, realizou-se uma análise do arcabouço legal nacional e municipal, com ênfase na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), no Plano Diretor de Natal (Lei Complementar nº 208/2022), no Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas do Natal (2024) e dados da Secretaria Municipal de Habitação, Regularização Fundiária e Projetos Estruturantes (SEHARPE).

Para a caracterização da gestão de resíduos sólidos e das mudanças climáticas, foram coletados dados primários e secundários de fontes oficiais do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG) do Observatório do Clima. No âmbito local, dados complementares foram obtidos junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) e à Companhia de Serviços Urbanos de Natal (URBANA).

RESULTADOS

A gestão dos resíduos sólidos urbanos em Natal/RN apresenta desafios substanciais no que tange à disposição final dos rejeitos e seus impactos ambientais, especialmente no contexto das emissões de gases de efeito estufa (GEE). A partir do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) se evidencia que a principal destinação dos resíduos ocorre no Aterro Sanitário Metropolitano de Natal, localizado em Ceará-Mirim, resultando na emissão de metano (CH_4) devido à degradação anaeróbica da matéria orgânica.

O principal fator que contribui para o aumento da temperatura global é a emissão de gases do efeito estufa (GEE) por atividades humanas. A decomposição de resíduos orgânicos, a incineração de resíduos, o uso de combustíveis fósseis, o

desmatamento, entre outros, são atividades que liberam GEE na atmosfera. Conforme o Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas do Natal (PMAMC), (SEMURB, 2024), entre 2005 e 2011, o município gerou anualmente mais de 500.000 toneladas de resíduos, com um pico em 2007, atingindo 600.000 toneladas. A partir de 2011, a quantidade diminuiu, ficando abaixo de 450.000 toneladas, com o menor registro em 2017, de aproximadamente 352.000 toneladas.

Segundo a Secretaria Municipal de Habitação, Regularização Fundiária e Projetos Estruturantes (SEHARPE, 2015), os resíduos da cidade compreendem a 64,96% de resíduos domiciliares, 27,62% de entulho e resíduos da construção civil (RCC), 5,96% de podaço, 0,96% advindo de coleta seletiva e 0,51% de Resíduos de serviço de saúde (RSS). No que diz respeito a parcela de resíduos domiciliares, são constituídos conforme a gravimetria a seguir: alumínio: 0,58%, longa vida: 1,18%, madeira: 0,69%, matéria orgânica: 33,54%, melissa: 0,74%, metais ferrosos: 2,54%, papel: 1,58%, papelão: 3,50%, plástico duro: 5,59%, plástico filme: 9,71%, rejeito: 36,34%, têxteis: 2,75% e vidro: 1,26%.

Assim, os rejeitos e a matéria orgânica são os componentes majoritários dos resíduos domiciliares e a fração de materiais recicláveis, que inclui alumínio, papel, papelão, plásticos, metais e vidro, representa cerca de 26,6% do total, o que destaca o potencial de reciclagem. Dentre os resíduos recicláveis, o plástico representa a maior fração, seguido pelo papelão e papel. A coleta seletiva em Natal ainda é incipiente, abrangendo apenas uma pequena parcela da população. A ampliação do sistema de coleta seletiva, associada a campanhas educativas, poderia aumentar significativamente a taxa de reciclagem e reduzir a pressão sobre os aterros sanitários.

As mudanças climáticas intensificam fenômenos extremos, afetando a biodiversidade, a produção de alimentos e a qualidade de vida. O aumento da temperatura ocorre devido ao acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, agravando impactos ambientais e sociais. Para conter esses efeitos, acordos internacionais, como o Acordo de Paris, estabeleceram metas para limitar o aquecimento global. O objetivo é manter o aumento abaixo de 2°C, com esforços para restringi-lo a 1,5°C.

O Plano Diretor de Natal (PDN) de 2022 estabelece diretrizes para o desenvolvimento urbano sustentável, abordando desafios ambientais como as mudanças climáticas e a gestão de resíduos sólidos. O documento alinha-se a políticas nacionais e internacionais, como o Acordo de Paris (UNFCCC, 2015) e a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (Brasil, 2009), e busca mitigar os impactos ambientais por meio da redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), incentivo ao uso de energias renováveis e adoção de medidas para tornar a infraestrutura urbana mais resiliente.

Entre as principais estratégias estão a preservação e ampliação de áreas verdes para captura de carbono, a implementação de sistemas de mobilidade sustentável que priorizem o transporte público e modais não motorizados, além da adaptação das áreas urbanas aos riscos climáticos, como inundações e a elevação do nível do mar (NATAL, 2022). No que se refere à gestão de resíduos sólidos, o PDN 2022 reforça princípios da economia circular (FOUNDATION, 2019) e propõe medidas para otimizar o manejo dos resíduos. A ampliação da coleta seletiva é uma das prioridades, buscando aumentar a taxa de reciclagem e reduzir a quantidade de rejeitos enviados aos aterros sanitários.

Além disso, o plano fortalece a valorização dos catadores e cooperativas de reciclagem, promovendo sua inclusão social e econômica. O tratamento adequado dos resíduos orgânicos também é incentivado, com foco na compostagem doméstica e institucional, a fim de reduzir a fração orgânica disposta nos aterros. Para mitigar as emissões de metano (CH₄), o documento estabelece o monitoramento da decomposição anaeróbia nos aterros sanitários e recomenda investimentos em tecnologias mais eficientes (NATAL, 2022). Outro ponto relevante é a promoção da logística reversa, conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), responsabilizando os setores produtivos pela destinação final de embalagens e produtos descartados.

Dessa forma, o Plano Diretor de Natal de 2022 representa um avanço na busca por um desenvolvimento urbano sustentável, ao integrar ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas com políticas voltadas para a gestão eficiente dos resíduos sólidos. A implementação dessas diretrizes contribui não apenas para a redução dos impactos ambientais, mas também para a melhoria da qualidade de vida da população, promovendo um modelo de cidade mais resiliente e sustentável (CITIES, 2023; WRI, 2020).

A Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) buscam promover o crescimento sustentável global até 2030. Três ODS relevantes para Natal são: ODS 6 (saneamento), ODS 12 (consumo e produção sustentáveis) e ODS 13 (ação climática).

O município do Natal está implementando diversas ações para se adaptar e mitigar as mudanças climáticas, com foco em reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e aumentar a resiliência urbana. Essas ações são guiadas pelo PMAMC e pelo Plano Diretor de Natal. As ações de mitigação e adaptação incluem: a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 50% até 2050, tomando 2005 como referência, exige uma série de medidas estruturais voltadas para a sustentabilidade urbana.

Entre elas, destaca-se o incentivo à geração distribuída de energia solar fotovoltaica, aproveitando as condições climáticas favoráveis da cidade, bem como o aumento da eficiência energética em edificações e equipamentos públicos, priorizando construções resilientes e net-zero. Ações de conscientização sobre o consumo de energia e fiscalização da iluminação pública são fundamentais para garantir o uso eficiente dos recursos.

No setor de mobilidade, a promoção de deslocamentos ativos, como caminhadas e ciclismo, aliada à melhoria da infraestrutura para pedestres e ciclistas, busca reduzir a dependência de veículos motorizados. O fortalecimento do transporte público com diversificação de modais e adoção de veículos de baixa emissão também contribui significativamente para a redução das emissões.

No campo da preservação ambiental, a cidade pretende expandir suas áreas verdes e fortalecer políticas públicas voltadas à conservação. A implementação do projeto "Planta Natal", que prevê o plantio de 20 mil árvores nativas, prioriza regiões carentes de cobertura arbórea, promovendo a biodiversidade e mitigando o calor urbano. Além disso, a regulamentação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) no âmbito municipal e a manutenção de unidades de conservação e corredores ecológicos garantem a preservação de ecossistemas estratégicos.

A gestão de resíduos sólidos deve avançar com a diversificação das formas de tratamento, reduzindo as emissões associadas à disposição inadequada. A elaboração de um inventário de emissões de GEE auxiliará no direcionamento das políticas públicas, garantindo que as ações sejam mais eficazes e alinhadas aos desafios climáticos locais. Por fim, a adaptação às mudanças climáticas exige monitoramento contínuo e planejamento estratégico para mitigar riscos e proteger populações vulneráveis. A implementação do Plano de Contingência da Cidade do Natal (PLANCON) e a revisão do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) reforçam a preparação para desastres naturais.

A proteção da linha costeira, a recuperação de ecossistemas vegetados, como manguezais, e a adoção de sistemas de alerta precoce são fundamentais para minimizar impactos da erosão e das inundações. No campo educacional, o projeto "Mudanças Climáticas nas Escolas" visa sensibilizar jovens sobre os desafios ambientais, enquanto a instalação de pluviômetros em escolas permite um monitoramento hidrológico mais preciso. A criação do Setor de Mudanças Climáticas e do Grupo de Trabalho Sobre Mudanças Climáticas na SEMURB reforça a governança ambiental, promovendo a articulação entre municípios e estados para ações conjuntas e buscando financiamento para viabilizar as iniciativas de mitigação e adaptação.

O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) analisa a produção anual de emissões no Brasil, seguindo diretrizes do IPCC e utilizando dados governamentais e de instituições de pesquisa. O SEEG considera cinco setores emissores: agropecuária, energia, mudanças no uso da terra, processos industriais e resíduos. As estimativas incluem emissões brutas e líquidas, considerando remoções de carbono pelo crescimento da vegetação. A metodologia do SEEG utiliza os fatores GWP (Potencial de Aquecimento Global) e GTP (Potencial de Mudança de Temperatura Global) para quantificar o impacto dos gases de efeito estufa, permitindo uma análise mais precisa.

A partir das metodologias indicadas, foi mensurado o quantitativo de CO₂e. Em 2023, o setor de resíduos em Natal emitiu 42.039 tCO₂e. Foram emitidos, em 2024, por resíduos sólidos, 959 de CO₂ (tCO₂e), 3.400 de NH₄ (tCO₂e) e 10.000 de N₂O (tCO₂e). As emissões de GEE nos resíduos sólidos são provenientes da decomposição de matéria orgânica em aterros e da incineração, enquanto as emissões de metano são provenientes da decomposição de resíduos descartados em aterros. As emissões de N₂O são decorrentes da incineração de resíduos clínicos e perigosos e do tratamento de águas residuais domésticas e as emissões de CO₂ são provenientes da incineração de resíduos clínicos e perigosos.

A composição dos resíduos coletados reflete diretamente os hábitos de consumo da população e a falta de políticas públicas eficientes para a gestão sustentável dos resíduos. A elevada presença de matéria orgânica nos resíduos domiciliares sinaliza a necessidade de programas de conscientização sobre o desperdício de alimentos e de incentivo à compostagem doméstica e institucional.

Entre 2015 e 2019, as emissões de CO₂e per capita em Natal diminuiu de 1,52 toneladas para 1,29 toneladas, refletindo os efeitos das medidas ambientais implementadas, as quais abrangem políticas públicas, transição energética para fontes limpas, implementação de acordos e tratados internacionais. Além do exposto, a potência instalada de energia solar aumentou de 285,59 kWp em 2015 para 34.358,94 kWp em 2023 e a instalação de usinas de energia solar também cresceu, com a primeira usina registrada em 2014 e a quarta em 2022.

Adicionalmente, é importante notar que em 2020 houve uma diminuição da produção de CO₂e devido à pandemia da COVID-19. O desmatamento em Natal aumentou de 0,06% em 2017 para 0,09% em 2019. O monitoramento dessas mudanças é essencial para a gestão ambiental. Antes de 2004, todos os resíduos coletados, inclusive por empresas privadas, eram dispostos gratuitamente no lixão de Cidade Nova. Com a inauguração do aterro sanitário metropolitano, apenas os resíduos domiciliares e de grandes geradores cadastrados passaram a ser aceitos.

A abertura de um aterro sanitário privado em Vera Cruz também impactou os dados da Companhia de Serviços Urbanos de Natal (URBANA), pois os resíduos destinados a esse local não entram nos registros anuais. O crescimento populacional contribuiu para o aumento da produção de resíduos, enquanto a redução populacional dos últimos anos favoreceu a diminuição dos volumes gerados.

A destinação de Resíduos de Construção Civil (RCC) e poda também influenciou na redução dos quantitativos enviados ao aterro, pois até 2015 a URBANA recebia todos esses materiais. A contratação de empresas especializadas para a coleta de resíduos aumentou a eficiência da limpeza urbana, enquanto problemas econômicos e greves dos garis e das empresas contratadas impactaram negativamente a coleta.

A valorização dos coletores de materiais recicláveis é essencial para fortalecer a cadeia da reciclagem. Em Natal, existem duas cooperativas de catadores: a COOPCICLA (Cooperativa de Materiais Recicláveis da cidade de Natal) e a COOCAMAR (Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte). Ambas operam no bairro Cidade Nova, onde funcionava o antigo lixão da cidade. A disposição inadequada de resíduos e a baixa taxa de reciclagem prejudicam a economia circular, exigindo investimentos para melhorar a infraestrutura de coleta e reaproveitamento.

A organização dos catadores teve início com a implementação da coleta seletiva na cidade, que evoluiu de um sistema de troca de materiais recicláveis por vale-alimentação para um modelo mais estruturado envolvendo grandes geradores. Entretanto, a área de transbordo não apresenta estrutura para realizar a triagem de resíduos e a maior parte da população não realiza segregação na fonte, assim a área ainda se caracteriza como lixão, trazendo problemas significativos às mudanças climáticas.

A persistência dos lixões como forma inadequada de descarte de resíduos sólidos urbanos gera impactos negativos ao meio ambiente, à saúde pública e aos recursos financeiros públicos. O Ministério Público Brasileiro, como guardião da legislação, tem um papel fundamental ao exigir o fechamento desses locais, incluindo aterros controlados, que também são considerados inadequados.

Além disso, é essencial que o encerramento dos lixões seja acompanhado pela inclusão social e produtiva dos catadores de materiais recicláveis, conforme previsto nos artigos 15, inciso V, e 17, inciso V, da Lei 12.305/2010. Dessa forma, o Ministério Público não apenas promove a proteção ambiental, mas também incentiva práticas sustentáveis de gestão de resíduos e a valorização dos trabalhadores informais.

A disposição inadequada de resíduos e a baixa taxa de reciclagem prejudicam a economia circular, exigindo investimentos para melhorar a infraestrutura de coleta e reaproveitamento. O excesso de CO₂ na atmosfera contribui para a acidificação dos oceanos, afetando ecossistemas marinhos e a biodiversidade. Além disso, mudanças climáticas intensificam desastres naturais, impactando populações vulneráveis e gerando prejuízos econômicos. A saúde humana também é comprometida pelo aumento de doenças respiratórias e alergias. A agricultura sofre com a redução da produtividade, agravando a insegurança alimentar. Em regiões costeiras, como Natal, a elevação do nível do mar acelera a erosão e ameaça comunidades litorâneas.

As ações setoriais do município do Natal são amparadas pela governança e gestão do Plano Municipal de Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas, com sistemas de informações eficientes para monitoramento e avaliação. O plano municipal busca alinhar-se com a Política Nacional Sobre Mudança do Clima (PNMC), o Acordo de Paris e os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

CONCLUSÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos em Natal/RN enfrenta desafios significativos, mas também oportunidades para mitigar impactos ambientais e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Medidas como o fortalecimento da coleta seletiva, a valorização dos catadores e o incentivo à reciclagem são essenciais para minimizar a decomposição da matéria orgânica nos aterros sanitários. Além disso, estratégias como a diversificação do tratamento de resíduos e a promoção da compostagem ajudam a reduzir a dependência da disposição final, impulsionando a economia circular e tornando a gestão de resíduos mais sustentável.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e o Plano Diretor de Natal (PDN) de 2022 destacam a importância de políticas públicas alinhadas à sustentabilidade urbana, com foco na redução de emissões, na valorização dos catadores de materiais recicláveis e na promoção da economia circular. As mudanças climáticas representam um desafio adicional para a gestão urbana de Natal.

O aumento da temperatura global, a elevação do nível do mar e a intensificação de eventos climáticos extremos exigem ações de adaptação e mitigação. O PMAMC estabelece metas ambiciosas, como a redução de 50% das emissões de GEE até 2050, e propõe medidas como o plantio de árvores nativas, a proteção de ecossistemas costeiros e a implementação de sistemas de alerta precoce para desastres naturais. Conforme os documentos, Natal encaminha-se para ser cidade modelo em resiliência às mudanças climáticas e possui uma gestão atualizada aos desafios das ações antrópicas e está alinhada aos acordos internacionais e ODS.

A análise das emissões de GEE em Natal revela que, embora tenha havido avanços na redução de CO₂e *per capita* e no aumento da geração de energia solar, a gestão de resíduos orgânicos e a baixa taxa de reciclagem continuam a ser desafios críticos. A matéria orgânica e os rejeitos representam a maior fração dos resíduos domiciliares, evidenciando a necessidade de programas de compostagem e conscientização sobre o desperdício de alimentos. Além disso, a coleta seletiva ainda é escassa, exigindo investimentos em infraestrutura e campanhas educativas para ampliar sua eficácia.

O PDN 2022 e o Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PMAMC) propõem estratégias importantes, como a ampliação de áreas verdes, a promoção de mobilidade sustentável e o incentivo à geração de energia renovável. Essas medidas, aliadas à inclusão social dos catadores e ao fortalecimento das cooperativas de reciclagem, são fundamentais para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 6 (saneamento), 12 (consumo e produção sustentáveis) e 13 (ação climática).

Em Natal, as cooperativas COOPCICLA e COOCAMAR desempenham um papel essencial na cadeia da reciclagem, mas ainda enfrentam desafios logísticos e de infraestrutura. A inclusão social e produtiva desses trabalhadores, conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é fundamental para fortalecer a economia circular e reduzir a dependência de aterros sanitários.

A educação ambiental e a conscientização da população são pilares fundamentais para o sucesso das políticas públicas. Programas como "Mudanças Climáticas nas Escolas" e campanhas de sensibilização sobre o consumo sustentável podem promover mudanças de comportamento e engajar a sociedade na busca por soluções. A adaptação climática de Natal exige ações integradas, como a conservação ambiental, a eficiência energética e a mobilidade sustentável.

Além disso, a governança ambiental, com a criação do Setor de Mudanças Climáticas e do Grupo de Trabalho sobre Mudanças Climáticas, reforça a articulação entre diferentes níveis de governo e a busca por financiamento para iniciativas sustentáveis. O envolvimento do governo, setor privado e sociedade civil, aliado ao financiamento climático e a sistemas de monitoramento contínuos, é fundamental para garantir o sucesso das iniciativas ambientais. Dessa forma, Natal pode consolidar um modelo de gestão resiliente e inovador, promovendo qualidade de vida para sua população e contribuindo para os esforços globais de combate às mudanças climáticas.

A relação entre resíduos sólidos e mudanças climáticas reforça a importância de um planejamento urbano eficiente, aliado a políticas públicas voltadas para a sustentabilidade. Diante desse cenário, é fundamental implementar políticas públicas que promovam a gestão adequada dos resíduos sólidos, evitando a queima e incentivando práticas sustentáveis, como a reciclagem e o descarte correto. A conscientização da população e a fiscalização rigorosa das queimadas ilegais são medidas essenciais para proteger a saúde pública e o meio ambiente. Este estudo reforça a importância do uso de bioindicadores, como os líquens, para monitorar a qualidade do ar e subsidiar decisões que visem à melhoria das condições ambientais e de vida na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. (2022). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 07 jan. 2025.
2. Acordo de Paris. (2015). **United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 07 jan. 2025.
3. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, **Matriz elétrica brasileira alcança 200 GW**.
4. BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 28 fev. 2025.
5. BRASIL. **Estatuto da Cidade**. Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2001. Brasília, 2001.
6. BRASIL. (2009). **Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)**. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 07 jan. 2025.
7. BRASIL. (2010). **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília.
8. Ellen MacArthur Foundation. (2019). **Economia Circular: Conceitos e Aplicações**. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>. Acesso em: 07 jan. 2025.
9. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). **Sixth Assessment Report (AR6)**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>. Acesso em: 08 jan. 2025.
10. JACOBI *et al.* (2015). **Temas atuais em Mudanças Climáticas**. Disponível em: file:///C:/Users/SABINO/Downloads/MUDANCAS_CLIMATICAS_22_10_15_on-line.pdf. Acesso em 28 fev. 2025.
11. MEIRELES, J. (2023). **O Planejamento Urbano na Gestão de Resíduos Sólidos e Mudanças Climáticas**. Pleiade. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/pleiade/article/view/901/1125>. Acesso em: 29 fev. 2025.
12. NATAL. (2015). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)**. Prefeitura Municipal de Natal.
13. NATAL. (2022). **Plano Diretor de Natal (PDN) 2022**. Prefeitura Municipal de Natal.
14. SEEG (Brasil). **Conheça as emissões de gases de efeito estufa do Brasil**. 2025. Disponível em: https://seeg.eco.br/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA_Yq-BhC9ARIsAA6fbAhugxkd5uSdJZkF4KSr_T9EY7APD3vhr9pMsUQ0rK9y1MhwOwMWu18aAtL9EALw_wcB. Acesso em: 07 jan. 2025.
15. SEHARPE - Secretaria Municipal de Habitação, Regularização Fundiária e Projetos Estruturante. **PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE NATAL/RN**. Natal: mar, 2015.
16. SEMURB – Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo. **PLANO DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**. Natal: out, 2024.
17. SILVA, J. *et al.* (2020). **Desafios na Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos em Natal/RN**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 12(3), 45-60.
18. SOUZA, Maria de Fátima de *et al.* **CENSO DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DE NATAL, RN**. Extensão e Sociedade, [s. l], v. 1, n. 7, p. 1-20, dez. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/extensoesociedade/article/view/5526/4488>. Acesso em: 07 jan. 2025.
19. ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (Brasil). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 07 jan. 2025.
20. World Resources Institute (WRI). (2020). **Sustainable Cities: Strategies for Low-Carbon Urban Development**. Disponível em: <https://www.wri.org>. Acesso em: 28 fev. 2025.