



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP

GREENHOUSE EFFECT GAS EMISSION AND ORGANIC WASTE MANAGEMENT IN THE CITY OF JUNDIAÍ-SP

EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE JUNDIAÍ-SP

Joelma Telesi Pacheco Conceição¹, Márcio Magera Conceição², Maurício Lamano Ferreira³, Fabrício Bau Dalmas⁴, Josué de Moraes⁵

e422815

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i2.2815>

PUBLICADO: 02/2023

RESUMO

Os resíduos orgânicos constituem a maior parte do material descartado em aterros ou lixões, contribuindo para a intensificação do efeito estufa através da emissão de gases poluentes resultantes de sua decomposição. Com o objetivo de entender a prática administrativa frente aos desafios que envolvem seu reaproveitamento através da compostagem ou recuperação energética, este estudo levantou os entraves presentes na gestão dos resíduos orgânicos do município de Jundiaí-SP, frente às metas estabelecidas pelo governo estadual e pela PNRS, em consonância com entidades internacionais. Para isso, foi aplicado o método de pesquisa descritiva, baseada em levantamentos de dados secundários qualitativos, a partir de bibliografia nacional e internacional, além de documentos, boletins públicos, e entrevista com funcionários da administração municipal. Constatou-se que, embora o município venha obtendo bom desempenho em várias etapas que envolvem o manejo dos resíduos urbanos, ainda é necessário avançar nas medidas de reaproveitamento do material orgânico encaminhado ao aterro, adequando a infraestrutura sanitária ao crescimento populacional e transformando o modelo de economia linear em circular, a fim de contribuir para a sustentabilidade ambiental do município.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Orgânicos. Compostagem. Biogás. Gestão pública de resíduos orgânicos.

ABSTRACT

Organic waste constitutes the majority of the material disposed of in landfills or dumps, contributing to the intensification of the greenhouse effect through the emission of polluting gases resulting from its decomposition. In order to understand the administrative practice in the face of the challenges that

¹ Mestre em Administração de Empresas, nos últimos oito anos ministrei aulas em graduação e pós graduação, dominando diversas disciplinas em cursos de Administração e Tecnológicos em Gestão de Recursos Humanos, Logística, Comércio Exterior, Gestão da Qualidade, Gestão Comercial, entre outros. Orientei a elaboração de trabalhos de conclusão de cursos (TCC) em graduação e pós graduação. Trabalhei durante treze anos na educação infantil e acredito que esta experiência sirva de diferencial para um relacionamento didático e criativo com os alunos universitários.

² Economista pela PUC- Campinas. MBA de Marketing - ESAMC, Sorocaba. Mestrado em Administração pela UNG - Guarulhos. Mestrado em Sociologia pela PUC - São Paulo. Doutorado em Sociologia pela PUC - São Paulo. Doutorado em Administração pela FCU - USA. Pós Doutor Unicamp - Campinas. Pós Doutor FCU - USA. Pós Doutor UC- Portugal. Jornalista e Escritor. Avaliador do MEC/INEP. Pró Reitor da Universidade Guarulhos, SP. Editor-chefe da RECIMA21 – REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR. Ph.D, UNG; CFE - U.C Portugal.

³ Pós doutor pelo Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento Territorial da Universidade do Porto (Portugal); Professor do programa de Geoambiental da Universidade Guarulhos; Pós doutor e Doutor pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP); Mestre em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente pelo Instituto de Botânica de São Paulo (IBT/SP); graduado em Geociências pelo Instituto de Geociências da USP (IGc/USP) e também em Ciências Biológicas pela Universidade Mackenzie (UPM). Com experiência docente nos cursos de graduação e pós-graduação (Lato e Stricto sensu).

⁴ Graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Ciências na área Recursos Minerais e Meio Ambiente pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc/USP). Doutor em Ciências pelo IGc/USP. Doutor no Departamento de Geografia Física e Análises Geográficas Regionais da Universidade de Sevilla (Espanha). Docente no Programa de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Univeritas UNG. Consultor do Conselho Estadual de Educação do Estado de São Paulo. Membro do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente do Município e Guarulhos. Coordenador do Comitê de Pesquisa e Vice-Coordenador do Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Univeritas UNG. Graduando no Curso de Direito da Universidade UNG.

⁵ Universidade Guarulhos - UNG.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

involve its reuse through composting or energy recovery, this study raised the obstacles present in the management of organic waste in the municipality of Jundiaí/SP, in view of the goals established by the state government and PNRS, in line with international entities. For this, the descriptive research method was applied, based on qualitative secondary data collection, based on national and international bibliography, as well as documents and public bulletins, and interviews with municipal administration officials. It was found that, although the municipality has been performing well in several stages involving the management of municipal waste, it is still necessary to advance the measures for the reuse of organic material sent to landfill, degrading the sanitary infrastructure to population growth and transforming the linear economy model into a circular, in order to contribute to the environmental sustainability of the municipality.

KEYWORDS: Organic Waste. Composting. Biogas. Public management of organic waste.

RESUMEN

Los residuos orgánicos constituyen la mayoría del material desechado en vertederos o vertederos, contribuyendo a la intensificación del efecto invernadero a través de la emisión de gases contaminantes resultantes de su descomposición. Con el objetivo de comprender la práctica administrativa frente a los desafíos que involucran su reutilización a través del compostaje o la recuperación de energía, este estudio planteó los obstáculos presentes en la gestión de residuos orgánicos en el municipio de Jundiaí / SP, en vista de las metas establecidas por el gobierno del estado y pnrs, en línea con las entidades internacionales. Para ello, se aplicó el método de investigación descriptiva, basado en la recolección de datos secundarios cualitativos, basados en bibliografía nacional e internacional, así como documentos y boletines públicos, y entrevistas con funcionarios de la administración municipal. Se encontró que, aunque el municipio ha tenido un buen desempeño en varias etapas relacionadas con la gestión de residuos municipales, aún es necesario avanzar en las medidas para la reutilización de material orgánico enviado a vertedero, matando la infraestructura sanitaria para el crecimiento de la población y transformando el modelo de economía lineal en circular, con el fin de contribuir a la sostenibilidad ambiental del municipio.

PALABRAS CLAVE: Residuos orgánicos. Compostaje. Biogás. Gestión pública de residuos orgánicos.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a população mundial emite cerca de 34 bilhões de toneladas de dióxido de carbono ao ano (*OUR Word in Data*) proveniente da queima de combustíveis de origem fóssil, biomassa e/ou manejo florestal, entre outros (PPLWare, 2021). De acordo com inúmeros estudos, o aumento da temperatura global está associado à concentração de um conjunto de Gases de Efeito Estufa (GEE), sendo os principais: dióxido de carbono (CO₂); o óxido nitroso (N₂O) e o metano (CH₄), este último subproduto da digestão anaeróbia da matéria orgânica e gerado principalmente em aterros sanitários, aterros controlados, lixões, na criação de gado e no cultivo de arroz, contribuindo com 16% do valor total das emissões (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007).

Mundialmente, o desafio referente à gestão de resíduos busca por soluções na raiz do problema, enfatizando o conceito de economia circular proposto pelo Fórum Econômico Mundial, que se opõe à disposição dos resíduos ao focar na adoção de estratégias de produção e consumo que incluam o reuso e reaproveitamento, reinserindo na cadeia produtiva materiais que seriam



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

descartados, eliminando as sobras encaminhadas aos depósitos, sejam eles lixões ou aterros e, conseqüentemente, mitigando a geração de poluentes (PARLAMENTO, 2021).

Neste contexto, a economia circular contrasta com o modelo tradicional de economia linear, que depende grande quantidade de recursos e matéria prima na elaboração de produtos utilizados e rapidamente descartados, indo se acumular, ao final de sua vida útil, em aterros ou lixões (PARLAMENTO, 2021). Entre os inúmeros benefícios obtidos pela economia circular, podem ser citadas a redução da pressão sob o ambiente; maior segurança no aprovisionamento de matérias-primas; aumento da competitividade; promoção da inovação e o estímulo ao crescimento econômico (ALEMANHA, 2012; CETESB, 2017; PARLAMENTO, 2021).

No Brasil, a implementação da economia circular encontra inúmeros desafios, o volume de resíduos descartados aumenta na proporção que a população das cidades cresce e não encontra infraestrutura adequada para sua gestão. Após mais de uma década da implementação da versão preliminar da Política Nacional de Resíduos Sólidos_ PNRS (Lei Federal nº 12.305/2010), 53% dos municípios brasileiros ainda descumprem sua determinação quanto ao manejo e disposição dos resíduos, utilizando lixões e aterros controlados para destinar aproximadamente 29 milhões de toneladas de resíduos por ano (ABRELPE, 2020; BRASIL, 2010; ISLU, 2019). A queima deste material em lixões gera a emissão de aproximadamente 6 milhões de toneladas do gás de efeito estufa (CO² eq) ao ano, poluição que corresponde ao movimento anual de uma frota superior a 130 mil carros movidos a gasolina (ISLU, 2019).

Os resíduos orgânicos estão no cerne desta questão, e seu volume crescente, depositado sem qualquer reaproveitamento, além de contribuir para as mudanças climáticas, gera o desperdício de seu potencial de reaproveitamento. Percebe-se que as soluções neste sentido caminham a passos lentos, em todo o país as iniciativas de valorização dos Resíduos Orgânicos por meio de tecnologias de compostagem são aplicadas em apenas 1,6% do material descartado (IPEA, 2012). Da mesma forma, as metas para redução em 25% do material orgânico encaminhado aos aterros, até o ano de 2015, pretendidas para a região Sudeste, quase uma década após este prazo, ainda estão longe de serem cumpridas (CETESB, 2019).

Neste sentido, o Governo do Estado de São Paulo, através dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PERS) em consonância com a PNRS (art.17) e mecanismos internacionais signatários e comunidades líderes em mudanças climáticas, desenvolveu metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos (GEE) (PSBJ, 2017). De forma ainda mais abrangente, foi instituído o Projeto Ambiental Estratégico Lixo Mínimo (2011), com o objetivo de erradicar a disposição inadequada de resíduos; extinção de lixões; aprimorar a gestão de resíduos domiciliares fomentando a reciclagem e a minimização da geração através de inspeções técnicas, sanções corretivas e cursos de capacitação direcionados aos gestores (CETESB, 2019). Através de iniciativas de adesão voluntária dos municípios, pretende-se, a curto prazo, conter o aquecimento global abaixo de 1,5°C até 2030, através de ações para a redução da emissão de gases de efeito estufa e adoção da economia circular (CETESB, 2017; 2019).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

Em todo o estado de São Paulo são produzidas uma média diária de 40 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos, um volume que tende a aumentar em consequência do crescimento das cidades, causando impactos ambientais, gerando despesas em todas as etapas envolvidas no manejo e disposição, além de reduzirem rapidamente o tempo de vida útil dos aterros sanitários (CETESB, 2019). Está nas mãos da administração pública a responsabilidade por grande parte das ações relacionadas a estes problemas, considerando que as cidades abrigam mais da metade da população mundial e os padrões de consumo praticados nos ecossistemas urbanos determinam, em grande parte, a qualidade de vida de seus habitantes (FERREIRA; ZABOTTO; PERIOTTO, 2021).

Neste sentido, este artigo teve como objetivo geral analisar a realidade sobre a gestão e o reaproveitamento de resíduos orgânicos de acordo com o que é estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos_ PNRS (Lei Federal nº 12.305/2010), considerando ações que envolvem o reaproveitamento dos resíduos orgânicos, pela compostagem ou geração de energia, visto que ambas contribuem para a redução do volume encaminhado à disposição e mitigação dos impactos ambientais resultantes deste procedimento.

Sobre a área em estudo, trata-se de um município industrializado, de médio porte, localizado na segunda região melhor pontuada quanto ao cumprimento da PNRS, analisando seus desafios e possibilidades no cumprimento de metas firmadas em parceria com o governo estadual, legislação nacional e entidades internacionais, e apontar soluções de acordo com o que vem sendo praticado por alguns municípios com características similares. Este levantamento de estratégias e desafios tem por finalidade a troca de experiências e a disseminação de conhecimentos na busca por soluções locais. Desta forma, este trabalho endereçou as seguintes perguntas: i) Quais são as principais ações aplicadas na gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) do município de Jundiaí/SP, especialmente no que se refere ao reaproveitamento e valorização dos resíduos Orgânicos (RO), propostos nas metas estabelecidas pelo governo estadual e pela PNRS? ii) Qual é a emissão de gás metano (CH₄) a partir de resíduos orgânicos coletados no município de Jundiaí/SP? Existem estratégias de reuso de RO visando a mitigação da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)? iii) Como está o cenário de reuso e gestão do RO na cidade de Jundiaí/SP em termos de reaproveitamento deste material?

Na busca por tais respostas, foram analisados alguns indicadores divulgados por entidades como o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU), a Companhia Ambiental de Estado de São Paulo (CETESB), os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), além de consultas a agentes de órgãos administrativos locais, e documentos públicos como o Plano Municipal de Saneamento Básico (2017), o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2017) entre outros materiais referentes à temática do estudo. O material consultado procurou evidenciar as principais práticas aplicadas no manejo e gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Jundiaí-SP e os possíveis entraves e desafios presentes no reaproveitamento dos resíduos orgânicos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

A área de estudo compreende um município de médio porte, com amplo distrito industrial, localizado próximo da capital economicamente mais rica e maior geradora de resíduos do país, São Paulo. Tais características denotam um município com possível potencial econômico para a implementação de alternativas tecnológicas voltadas ao desenvolvimento de um modelo de gestão de resíduos orgânicos mais sustentável.

Embora se destaque nacionalmente no cumprimento de várias determinações pertinentes à gestão de resíduos, falta avançar em iniciativas de reaproveitamento e valoração, especialmente dos resíduos orgânicos que compõem 45% do volume descartado (ISLU, 2019). Conhecer a realidade de Jundiaí-SP e as vantagens obtidas a partir de recursos energéticos e econômicos resultantes de uma correta gestão de resíduos orgânicos, trata-se de um contributo para melhorias de curto e longo prazo pretendidas para o serviço de saneamento básico do município. Cabe destacar que esta análise teórica pode ser replicada a outros municípios com semelhantes características econômicas, geográficas e populacionais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Geração de resíduos e alterações climáticas

A geração de resíduos respondeu por 4% do total de emissão de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, em 2019, percentual equivalente a 96 milhões de toneladas de CO₂ emitidas. Estes dados são alarmantes, pois representam um aumento de 23% sobre os resultados de 2010, intensificados pelo crescimento da população urbana neste período (ABRELPE, 2020; ESTADÃO/SUSTENTABILIDADE; 2021).

Ainda em 2019, a falta de planejamento urbano e de infraestrutura de saneamento no país não acompanharam as demandas do setor e a destinação inadequada dos resíduos representou 40,5% dos descartes, sendo 17,5% deles realizado em lixões (ABRELPE, 2020). Segundo o relatório divulgado pelo sindicato nacional das empresas do setor, 216 mil toneladas de metano (CH₄) foram liberadas pelos mais de três mil lixões brasileiros em 2017, mais do que o vulcão Etna despeja anualmente (ISLU, 2019; ESTADÃO/SUSTENTABILIDADE, 2021).

Somente no estado de São Paulo são produzidas diariamente 40 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) e grande parte das cidades paulistas enfrentam problemas sanitários, ambientais e sociais, principalmente pelo descarte inadequado em lixões ou aterros controlados. Mesmo situada na região Sudeste, a segunda melhor conceituada do país quanto à adesão da PNRS, dos 645 municípios do Estado de São Paulo, 33 deles ainda contam com a presença de lixões, fruto, em parte, de dificuldades financeiras, crescimento desordenado e falta de planejamento urbano, acarretando problemas sanitários, ambientais e sociais materializados na contaminação do solo, das águas subterrâneas e superficiais, além da poluição pela proliferação de gases poluentes e presença de vetores e catadores (CETESB, 2019; ABRELPE, 2020).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

Conforme medições do Quarto Inventário Nacional (1990-2016), os resíduos contribuem com 8, 79% das emissões de gás metano (CH₄), sendo responsáveis por 1,42% dos gases com potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential*). No que se refere ao CO₂, 2,5% da emissão nacional é proveniente de 31,5% milhões de toneladas de CO₂ geradas a partir da destinação em aterros, lixões e depósitos clandestinos de resíduos (BRASIL, 2017). Cabe considerar que o gás metano (CH₄) produzido pela decomposição da matéria orgânica, gerado em grande quantidade em aterros sanitários e lixões, é o segundo componente antropogênico de maior contribuição ao efeito estufa. Seu potencial poluente é 25 vezes mais impactante sobre o aquecimento global que o CO₂ (COMISSÃO, 2019; SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

2.2. Tipos de resíduos

De acordo com a NBR 10.004/04, os resíduos são classificados quanto ao grau de periculosidade e potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública, conforme tabela a seguir.

Tabela 1. Classificação dos resíduos quanto à periculosidade

Classificação	Característica
Resíduos Classe I – Perigosos	Apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Resíduos Classe II A - Não Inertes	Os resíduos Classe II A podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Resíduos Classe II B – Inertes	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: ABNT NBR 10.004/04 Adaptado de PMGIRS (2017)

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) constituem um grande grupo que apresenta características dos Resíduos de Classe II A, sendo constituído por materiais resultantes dos serviços de limpeza pública urbana, resíduos domiciliares, incluindo todos os resíduos de varrição das vias públicas, de limpeza de logradouros públicos, de galerias de águas pluviais, do sistema de macrodrenagem, de podas de árvores e de feiras livres (resíduos verdes). O serviço de manejo dos RSU cabe às prefeituras e envolve a coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final, cujos critérios para a execução são descritos no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

Sólidos e adaptados tecnologicamente de acordo com a realidade dos municípios (ABRELPE, 2020).

Os resíduos orgânicos (RO), que estão no escopo deste estudo, fazem parte de um conjunto de materiais descartados entre os resíduos Sólidos Urbanos (RSU), constituído por material biodegradável como resíduos de alimentos, cascas e caroços, folhas, grama, hortaliças e material de poda de jardins (PORTAL EMBRAPA, 2016), sendo basicamente composto por restos de outras produções, cuja composição é eminentemente orgânica (BELTRAME, 2020). Quanto à sua origem, podem ser coletados de domicílios, comércio, setor de serviços (grandes geradores) e de serviços de limpeza pública como poda e varrição (BRASIL, 2010). Cabe ressaltar que nem todos os resíduos orgânicos são passíveis de compostagem, como é o caso da madeira tratada, borracha e couro (SIQUEIRA; LOPES, 2015).

No Brasil, em média, metade de todo RSU é composto por matéria orgânica (50%), seguido pelo material seco reciclável [metal, plástico, vidro, papel] que corresponde a 28% e os rejeitos (22%) (BRASIL, 2021). Cabe lembrar que este percentual varia de acordo com os hábitos de consumo e poder aquisitivo da população, no entanto, pelo volume que representa nos aterros e emissão de gases poluentes em seu processo de decomposição, os resíduos orgânicos têm recebido mais atenção. Seu potencial já é reconhecido desde 1999, quando se tornou centro de debates pela Comissão Europeia. Atualmente, práticas de reaproveitamento são comuns em diversos países desenvolvidos com ganhos ambientais e econômicos a partir de sua implementação (COMISSÃO, 2019; BRASIL, 2021).

O desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias apropriadas defendidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Instituída pela Lei nº 12.305/10 e seu Decreto regulamentador, inclui entre 37 formas de reduzir os impactos (art. 7º, IV), a recuperação e o aproveitamento energético com alternativas para tal finalidade (BRASIL, 2022). Segundo a PNRS:

A recuperação energética é a conversão de resíduos sólidos em combustível, energia térmica ou eletricidade, por meio de processos, tais como digestão anaeróbia, recuperação de gás de aterro sanitário, incineração e coprocessamento. Também foi incluída como uma das possibilidades para a destinação final ambientalmente adequada (art. 9º, § 1º), sendo uma alternativa para melhor aproveitamento dos materiais que não apresentam viabilidade técnica ou econômica para reciclagem, e que atualmente são considerados rejeitos e seguem para unidades de disposição final. Importante ressaltar que é requisito para os projetos de recuperação energética a comprovação de sua viabilidade técnica e ambiental e a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental (BRASIL, 2022, p. 37).

Abordar todas as formas de reaproveitamento e valoração de resíduos orgânicos requer uma pesquisa ampla, que fugiria ao foco deste estudo, portanto, no próximo subcapítulo são apresentadas as alternativas que se tornaram mais conhecidas à medida que vem sendo aplicadas em municípios brasileiros, assim como em países desenvolvidos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamas Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

2.3. Alternativas para os Resíduos Orgânicos

Embora seja comum a prática de reaproveitamento de RO no campo, na maioria das vezes pelo próprio produtor, estas iniciativas são bem menos frequentes em áreas urbanas. Em 2020, foram contabilizadas apenas 74 unidades de compostagem operando em todo o país, 53 delas implantadas na região Sudeste (IBGE, 2023).

Cabe ressaltar que os ROs podem ser reaproveitados de várias formas, a mais comum é a compostagem, que segundo o MMA - Resolução do CONAMA 481- 03/10/2017 é definida como:

Processo de decomposição biológica controlada dos resíduos orgânicos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições aeróbias e termofílicas, resultando em material estabilizado, com propriedades e características completamente diferentes daqueles que lhe deram origem (BELTRAME, 2020).

A compostagem possibilita o aproveitamento do material orgânico, pois torna seus nutrientes disponíveis às plantas, enriquecendo o solo através da degradação de matéria orgânica por microrganismos (fungos, bactérias, insetos e pequenos animais) em ambiente com a presença controlada de oxigênio, temperatura e umidade. O material obtido a partir da compostagem é denominado *húmus*, e quando aplicado promove a recuperação de áreas degradadas nas cidades, aumenta a porosidade e fertilidade do solo e a produtividades de alimentos e plantas ornamentais, além de contribuir para a redução da geração de gases intensificadores do efeito estufa. A agricultura urbana associada à compostagem pode enriquecer o solo de pequenos produtores, além de contribuir no reflorestamento e manutenção de áreas verdes (ABRELPE 2020 p. 119; BRASIL, 2019).

Outra vantagem da compostagem, é que ela pode ser realizada em escala pequena, quando o próprio cidadão pratica em sua casa a partir dos resíduos que gera, podendo reutilizá-los em seu canteiro; em escala média, através de unidades de compostagem gerenciadas por um grupo ou pela comunidade, como exemplo na agricultura familiar; ou ainda em grande escala, por iniciativa municipal ou industrial (ABRELPE, 2020). Um exemplo desta prática, em menor escala, ocorre na cidade de Munique, na Alemanha, onde a compostagem é utilizada no enriquecimento do solo de jardins e pequenas hortas, através da participação e contribuição da população que atua em arranjos locais (ALEMANHA, 2012).

Em todo o Brasil, em 2019, a ação de todas as unidades de compostagem promoveu a valorização de apenas 303.458 t de resíduos orgânicos, o equivalente a 0,5% da massa de resíduos coletada no país por um ano (ABRELPE, 2020), o que se justifica por problemas como: o desconhecimento das suas vantagens; a falta de incentivos fiscais e de conhecimento técnico sobre o tema; a falta de vontade política para tal projeto; a falta de cursos para a difusão da prática de reaproveitamento e geração energética; falta de equipamentos adequados e maquinário apropriado para o tratamento em quantidades maiores (medidores de gases, medidores de umidade, *softwares* etc.) (BELTRAME, 2020).

Segundo a ABRELPE (2020, p. 119), os principais tipos de compostagem são: compostagem artesanal; compostagem com reviramento mecânico; compostagem em pilhas estáticas com aeração



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

forçada; compostagem em recintos fechados com aeração forçada. De forma geral, o processo pode acontecer por dois métodos, a saber: método natural, em que a aeração necessária é realizada por reviramentos periódicos, e método acelerado, em que a aeração é forçada por tubulações perfuradas ou em reatores rotatórios.

A compostagem praticada pela maioria das experiências do país utiliza sistemas aeróbicos naturais, enquanto as prestadoras de serviços utilizam métodos que vão desde compostagem natural e vermicompostagem até tecnologias mais modernas, como bio-aceleradores e composteiras elétricas. Cabe ressaltar que o custo do sistema de compostagem adotado será maior quanto mais rápido e compacto for o sistema, resultado da tecnologia empregada, número de funcionários e infraestrutura necessária para o projeto (SIQUEIRA; LOPES, 2015; BRASIL, 2019).

Atualmente, fazem parte dos materiais utilizados para a compostagem: cinzas, penas, lixo doméstico, aparas de grama, rocha moída e conchas, feno ou palha, podas de arbustos e cerca viva, resíduos de cervejaria, folhas, resíduos de couro, jornais, turfa, acículas de pinheiro, serragem, algas marinhas e ervas daninhas (COMPOSTAGEM, 2022).

Entre as experiências praticadas no Brasil, há um histórico de falência na implementação de grandes usinas de compostagem, assim como em diversos países de baixa renda, sendo as estruturas menores, que envolvem projetos mais simples e de menor custo, aquelas que apresentam maior chance de sucesso (SIQUEIRA; LOPES, 2015; SIQUEIRA; ABREU, 2016). Esta realidade é corroborada em municípios do Estado de São Paulo, onde algumas iniciativas maiores e centralizadas já foram interrompidas logo após serem implementadas, por dependerem de grandes volumes de resíduos orgânicos e maiores investimentos financeiros e tecnológicos, contando com a contribuição da população para a devida separação dos resíduos e da coleta seletiva que garanta o suprimento do material encaminhado, a fim de obter o resultado desejado em termos de qualidade e quantidade. Em contrapartida, as experiências menores e descentralizadas, que servem pequenas comunidades e são adaptadas aos arranjos locais, costumam ser mais positivas, e sua interrupção, quando ocorre, é fruto, na maioria das vezes, da falta de apoio público, vulnerabilidade institucional e descontinuidades político-administrativas (SIQUEIRA, LOPES, 2015).

Outra utilidade dos ROs pode ser obtida pela sua transformação em biometano, resultante da degradação de matéria orgânica por microrganismos em ambiente isento de oxigênio, através de um sistema de purificação, o que possibilita seu uso como substituto do gás natural (ABRELPE, 2020). Como exemplo, pode-se citar algumas iniciativas desenvolvidas por granjas ou fazendas de criação de gado que utilizam os ROs para alimentar biodigestores e com isso produzem biogás para nutrir parte da energia que consomem em seu sistema produtivo. Tais experiências exitosas podem ser vistas no site Educapont.com.br.

Quando os ROs são encaminhados para o aterro sanitário, geram o biogás como subproduto da sua decomposição anaeróbia. Quando o aterro sanitário não possui tecnologia de reaproveitamento, os gases provenientes da decomposição dos ROs são queimados, o que reduz seu poder de poluição em até 21 vezes, mas este procedimento ainda emite poluentes resultantes da



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

combustão, embora haja redução de danos ambientais (ISLU, 2019, p. 33; ABRELPE, 2020; ALEMANHA, 2012). No entanto, a estratégia bem mais sustentável é a produção do biogás que, quando gerado no aterro sanitário, pode ser drenado e encaminhado por meio de tubos para uma unidade de geração de energia, sendo convertido em energia térmica ou elétrica para o abastecimento da região do entorno e otimização de recursos naturais.

Durante a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima e elaboração do Protocolo de Quioto, foi defendida a viabilidade do uso de biogás de aterro como fonte energética com a previsão de reduzir, através de sua produção, 14.073 mil t de gás carbônico equivalentes (CO₂ eq) em 21 anos, ao gerar, de forma líquida, 654 mil MWh de energia elétrica neste período (IPEA, 2012). Em Munique, na Alemanha, soluções como esta, a partir do biogás, já foram implementadas e garantem o abastecimento de até mil casas e vem se tornando cada vez mais comuns em países da Europa (ALEMANHA, 2012).

Outra solução, indicada pela Comissão Europeia e divulgada por intermédio de um *green paper*, trata-se da incineração ou queima dos resíduos em câmara de combustão com a presença de oxigênio (CETESB, 2017). Porém, embora praticada em muitos países desenvolvidos como França, Alemanha, Estados Unidos e Canadá, apresenta-se como uma opção ao material que não pode ser reaproveitado (CETESB, 2017). Quando incinerados em câmaras de combustão, a altas temperaturas, ocorre a liberação de energia na forma de calor, vapor e gases de combustão. No entanto, o processo de combustão gera 25% de resíduos na forma de cinzas de fundo e cinzas em suspensão, devendo ser filtradas através do processo de tratamento dos gases. Como desafios resultantes desta prática, há de se considerar a tecnologia aplicada e sua complexidade operacional, a manutenção de equipamentos, o controle dos gases liberados, além do desenvolvimento de uma cadeia de clientes e fornecedores, entre outros (ABRELPE, 2020).

No Brasil, a incineração em câmaras de combustão não é tão comum, sendo informadas apenas 16 unidades no país, em 2020 e, como em qualquer prática de manejo de resíduos, a incineração deve contar com o desenvolvimento de um sistema que garanta a saúde e segurança operacionais em consonância com órgãos ambientais, prefeitura, comunidades locais e sociedade civil entre outros atores (ABRELPE, 2020).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Em busca de uma gestão pública mais comprometida com a legislação e com as métricas estabelecidas em âmbito nacional e estadual para a mitigação de poluentes, algumas entidades, através da análise de indicadores, comparam dados fornecidos pelos municípios e informam, por meio sites disponibilizados ao conhecimento público, sobre a evolução das ações aplicadas no gerenciamento dos resíduos. Os dados obtidos através dos indicadores são ainda comparados em intervalos de tempo, demonstrando se houve avanço por parte de cada município e classificando-os quanto aos resultados. Para o desenvolvimento deste estudo, algumas destas fontes foram consultadas a fim de obter dados sobre a prática da gestão de resíduos orgânicos pela cidade de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamas Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

Jundiaí-SP e confirmados através de consulta com agentes do setor de serviços públicos do município, bem como visitas em campo.

A pesquisa é baseada na abordagem qualitativa, segundo Creswell (2010, p. 26), utilizada como meio para explorar e entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. De maneira geral, em atendimento ao escopo deste estudo, foi utilizado o método de pesquisa descritiva, baseado em levantamento de dados secundários qualitativos. Para isso, foram consultados, a princípio, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Jundiaí/SP e o Plano Municipal de Saneamento Básico de Jundiaí-SP, ambos desenvolvidos em atendimento à Lei Federal Nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para os serviços públicos do setor, bem como à Lei Federal Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

3.1. Área de estudo

A cidade de Jundiaí localiza-se no Estado de São Paulo, com área de 431,207 Km² e população estimada, em 2016,- de 426.936 habitantes (IBGE, 2021), sendo 407.104 a população residente na região urbana (PREFEITURA, 2021). Localiza-se no interior paulista, atitude 23°11'09" sul e longitude 46°53'02" oeste, estando a uma altitude de 761 metros.

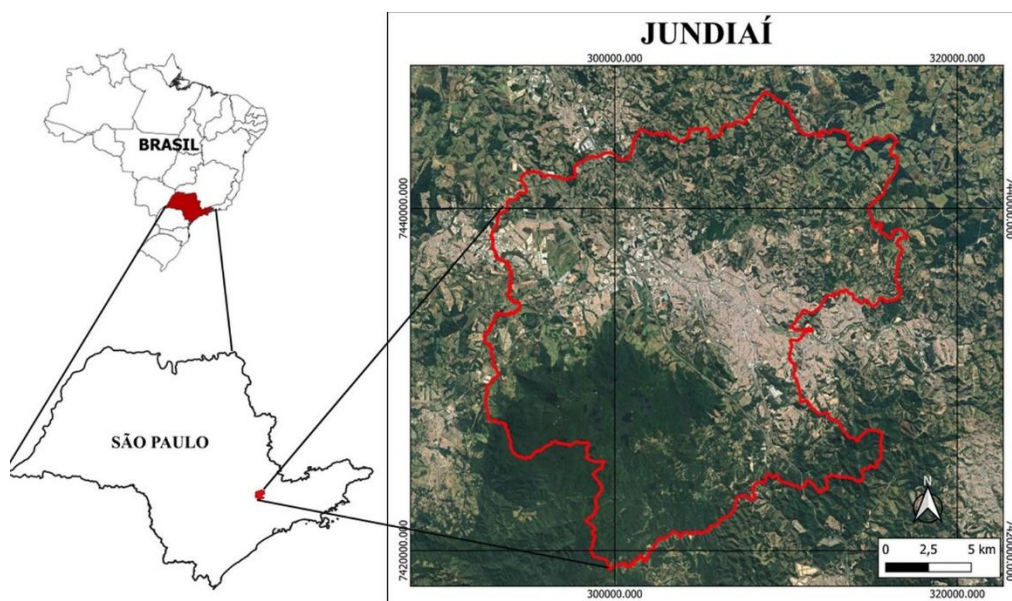


Figura 1 _ Localização do município de Jundiaí-SP. Fonte: Programa de Análise Geoambiental, UNG, (2023).

O município de Jundiaí-SP pertence à Microrregião que recebe seu nome à qual estão inseridos também os municípios de Campo Limpo Paulista, Itupeva, Louveira e Várzea Paulista (PSBJ, 2017, p. 3). Seu Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) tem evoluído positivamente, sendo que entre 2000 e 2010 os índices que mais cresceram em termos absolutos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

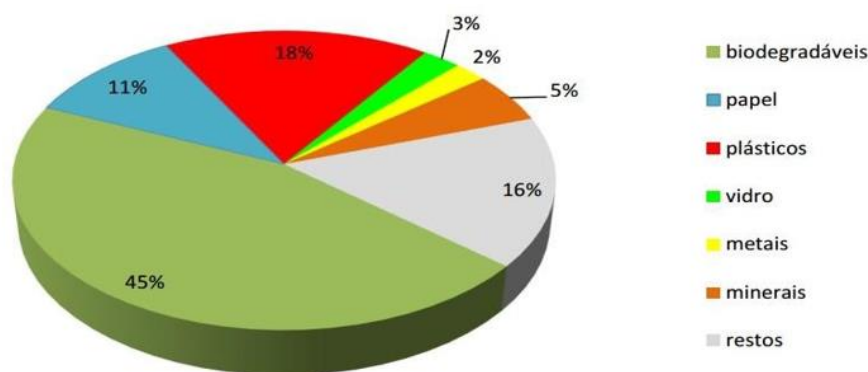
foram a renda e a longevidade, ambos com crescimento de 0,044, seguidos pela educação. A desigualdade social aumentou entre os anos de 2000 e 2010, passando de 0,49 em 1991 para 0,53 nos anos de 2000 e 2010. No entanto, quando comparado aos demais municípios do Estado de São Paulo, Jundiaí possui uma situação de menor desigualdade na distribuição de renda (PGIRS, 2017).

De acordo com o Plano de Saneamento Básico de Jundiaí (PSBJ, 2017), o município possuía um perfil predominante industrial até o final dos anos de 1980, mas, nos últimos anos, há predominância do setor de serviços e comércio, apresentando maior participação no Produto Interno Bruto (PIB) municipal, correspondendo a 65,9%, seguido pelos setores industrial e agropecuário, com 33,8%.

Segundo informações do IBGE (2021), Jundiaí-SP apresenta 96% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 81.6% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 69.2% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

Quanto à evolução econômica, nos últimos anos, a região de Jundiaí-SP recebeu maiores investimentos, fato que se refletiu na geração de empregos, expansão urbana e, conseqüentemente, maior geração de Resíduos Urbanos. Diante destes desafios, são necessárias medidas de redução dos impactos ambientais negativos e adoção de programas de controle e mitigação de poluentes divididas em curto, médio e longo prazos (PSBJ, 2017, p. 171). A seguir, o gráfico 1 apresenta os principais dados sobre a geração de resíduos, de acordo com o Plano de Saneamento Básico de Jundiaí.

Gráfico 1. Composição gravimétrica dos RSU em Jundiaí SP



Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2017).

Observando o gráfico, pode-se perceber que os ROs compõem a maior parte dos produtos descartados, assim como ocorre com a média nacional, que é de 50%. Considerando que o tempo de vida útil dos aterros sanitários é de aproximadamente 5 anos, a redução do volume de orgânicos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

encaminhados para disposição contribuiria, entre outros fatores, para a extensão do tempo de atividade dos aterros (CETESB, 2019), conforme defendido pela PNRS (2010).

3.2. Reaproveitamento e valoração dos ROs pela gestão pública de Jundiaí/SP

Buscando compreender as ações de reaproveitamento e valorização dos ROs praticadas no município, em campo foram realizadas reuniões com os representantes do Departamento de Serviços Públicos da cidade de Jundiaí-SP, além de entrevista com a equipe administrativa e realização de visita ao aterro sanitário de Santana do Parnaíba e ao Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (Geresol).

Para aferir as informações obtidas, foram consultados relatórios públicos como o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU, 2019), relatórios da Companhia Ambiental de Estado de São Paulo (CETESB) e sites com informações sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), além de informações acrescentadas ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

3.3. Estimativa da emissão de gás metano (CH₄) a partir dos ROs em Jundiaí-SP

Para o estudo, foi estimado o gás metano (CH₄) emitido pelo RO descartado pelo município e encaminhado para decomposição no aterro sanitário de Santana do Parnaíba-SP, a partir de dados informados no site da Prefeitura Municipal de Jundiaí (PREFEITURA, 2023).

O valor médio indicado na sessão Infraestrutura foi de 1,3 kg de RSU por habitante/dia. O valor gerado por cada habitante foi multiplicado pelo número de moradores, de acordo com o IBGE (2023), a fim de se obter a quantidade de RSU gerados diariamente no município.

A partir da obtenção do total de RSU gerado diariamente pela população do município, foi considerado que apenas 45% deste volume corresponde ao material orgânico, conforme descrito no gráfico 1 deste estudo. Este cálculo resultou o equivalente a 250 t de ROs/dia. Para obtenção de melhor escala, os valores foram multiplicados para 365 dias, a fim de se trabalhar com dados anuais, que correspondem a 91.250 t.

Para encontrar a geração de Biogás, foram utilizados valores já publicados em trabalhos científicos sobre a geração de metano/toneladas de ROs, baseando-se em uma escala de equivalência de 250 m³ de biogás por uma tonelada de ROs (MEIO AMBIENTE, 2016; SANTOS, 2017), conforme demonstrado na Tabela 2.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

Tabela 2. Dados utilizados para estimar a emissão de Gás metano a partir dos RSO, em Jundiaí.

Dado	Estimativa	Fonte
Volume de RSU gerado pela população de Jundiaí- SP	1, 3 Kg por hab/dia Total 555.016,8 Kg dia	Prefeitura (2023)
Porção orgânica dos RSU gerados	45% <u>$555.016,8 \times 0,45 = 250t$</u> 1000	PGIRS (2017)
População do município de Jundiaí-SP	426.936	IBGE (2021)
Biogás obtido por tonelada de RO	250 m ³	Meio ambiente (2016); Santos (2017)
Geração de biogás por kWh de energia	1 m ³ equivale a 1,3 kW/h de energia	Frederico; Gonçalves; Lucas (2009)

O primeiro cálculo aplicado se refere à estimativa de produção de gás metano (CH₄), conforme a sequência:

População x 1,3 kg/1000 = resultado em toneladas (t) por dia, que corresponde a 555t x 0,45 = 250t de RO por dia X 365 = 91.250t x 250 m³ = 22.812.500 m³ de metano.

A seguir foi realizado o cálculo sobre o possível aproveitamento energético do gás metano (CH₄), para o qual foram empregados dados utilizados no estudo desenvolvido por Frederico; Gonçalves; Lucas (2009), com a estimativa de que 1m³ de biogás gera, em média, 1,3kWh de energia conforme demonstrado abaixo:

22.812.500 m³ de metano x 1,3 kWh de energia = 29.562,5 arredondados para 30MWh de energia.

Portanto, o município de Jundiaí-SP poderia ser beneficiado pela geração de energia através do reaproveitamento de ROs que gera, obtendo uma média de 30MWh, além de reduzir os impactos por sua poluição e contribuir para a extensão do tempo de vida útil do aterro sanitário do qual se utiliza.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

3.4. Avaliar a situação atual, em termos de Gestão de ROs e planejamento de ações futuras

Buscando por informações sobre o planejamento e iniciativas de mitigação de GEE em Jundiaí-SP aplicadas na gestão dos RSU, foram observados relatórios que apresentam números fornecidos pela administração do município como Índice de sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINIS, 2019). Também foram consultados relatórios em sites disponibilizados pela Companhia Ambiental de Estado de São Paulo (CETESB), Instituto Cidade Sustentável, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), além de consultas a agentes de órgãos administrativos locais, e documentos públicos como o Plano Municipal de Saneamento Básico (2017), o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2017) entre outros materiais referentes à temática do estudo.

Percebeu-se, após a análise destes elementos, que poucas iniciativas vêm sendo empregadas para a mitigação de GEE derivados dos ROs, conforme será discutido a seguir.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Gerenciamento de RSU, reuso e valoração dos ROs em Jundiaí/SP

Considerando que os RO fazem parte de um grupo específico de resíduos que integram os RSUs, é necessário, *a priori*, compreender toda a dinâmica envolvida em ações de manejo aplicadas pelo município de Jundiaí-SP, o que contribui para dimensionar a complexidade envolvida em qualquer planejamento destinado à mitigação de GEE gerados pelos ROs e seus entraves perante os inúmeros desafios envolvidos neste processo. Portanto, as próximas análises buscam elencar informações sobre o atendimento de diretrizes na gestão dos resíduos sólidos urbanos, iniciando pelo relatório do Índice de sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU) que se utiliza de quatro dimensões categorizadas de acordo com os dados fornecidos pelas prefeituras ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINIS, 2019). Através de uma pontuação que vai de 0 (zero) a 1 (um), sendo melhor quanto mais próximo de 1, os municípios recebem conceitos de acordo com quatro categorias, além de um conceito médio geral, todos referentes ao cumprimento da Lei Federal nº 12305/2010 _ Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Na tabela 3, a seguir, constam os dados que serão discutidos na sequência.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

Tabela 3. Resultados de Jundiaí-SP mensurados pelo Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana (ISLU) de acordo com as dimensões.

Dimensão	Critério considerado	Conceito
E- Engajamento do município	A) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) B) Porcentagem da população atendida pelos serviços de limpeza urbana	0,874
S- Sustentabilidade financeira	A) Arrecadação específica sobre a despesa orçamentária	0,817
R- Recuperação dos resíduos coletados	A) Materiais recuperados sobre massa coletada	0,008
I- Impacto ambiental	A) Destinação incorreta em relação à população atendida pelos serviços	1,00

Fonte: adaptado a partir de dados do ISLU (2019).

O conceito médio geral obtido pelo município de Jundiaí-SP quanto ao cumprimento da PNRS foi de 0,697 (ISLU, 2019), valor maior do que a média geral de todos os municípios da região Sudeste, que é de 0,673. A região Sudeste é a segunda região mais bem pontuada no país, perdendo apenas para a região Sul, onde as alternativas aplicadas na gestão de resíduos servem como referência para todo país.

Como medida prioritária para obtenção deste conceito está o encaminhamento dos RSU de Jundiaí-SP para o aterro sanitário da cidade de Santana do Parnaíba-SP, um diferencial quando comparado à realidade brasileira que ainda conta com três mil lixões para depósitos de resíduos (ISLU, 2019). O cumprimento desta determinação caracterizou a dimensão I, referente ao impacto ambiental, como a dimensão mais alta obtida pelo município. No entanto, o aterro de Santana do Parnaíba, utilizado por Jundiaí-SP, recebeu o conceito 5, que corresponde à característica de aterro inadequado pela CETESB (2021). Embora o relatório não especifique as causas desta atribuição, cabe uma atenção especial a este item, dada a importância das medidas de controle necessárias às atividades poluentes presentes nos aterros.

Outra informação presente no relatório divulgado pela ISLU (2019), trata da universalização do serviço de coleta com atendimento porta a porta, algo que só ocorre em 76% dos domicílios brasileiros. Sua importância se dá por ser comum ocorrer de a população desassistida deste serviço queimar os resíduos que gera, ação que contribui para a liberação gases como CO₂, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Essa prática é tão comum no país que, durante o ano de 2017, aproximadamente 7,9% do total de resíduos gerados foi queimado em propriedades, o que equivale a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamas Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

6 milhões de toneladas apenas naquele ano (ISLU, 2019). Trata-se da segunda dimensão mais bem avaliada - Dimensão E (Tabela 3) ofertando à Jundiaí-SP o conceito (0,874).

A terceira dimensão bem pontuada pelo mesmo relatório, com conceito 0,817, advém do fato de o município ter uma fonte específica de arrecadação destinada ao serviço de limpeza pública, o que viabiliza recursos a serem aplicados nos serviços de gestão e manejo dos resíduos com investimento em tecnologia (ISLU, 2019). Esse diferencial econômico-financeiro confere maior poder quanto à adoção de estratégias que viabilizem investimentos para gestão adequada dos resíduos e sua prática é defendida pelo novo marco legal do saneamento, aprovado pelo Congresso Nacional, em 2020. Atualmente, apenas 44,8% dos municípios brasileiros fazem cobrança pelos serviços de coleta, sendo que o valor arrecadado cobre apenas 57,2% dos custos (ESTADÃO/SUSTENTABILIDADE, 2021).

O conceito mais baixo entre os itens analisados se refere à Dimensão R, sobre reaproveitamento da massa coletada, correspondendo a 0,008. Embora a cidade de Jundiaí-SP conte com a coleta seletiva, até o momento da pesquisa, a única iniciativa de reaproveitamento de material orgânicos encontrada entre os dados da ISLU (2019) se refere à empresa encarregada da limpeza de jardins, que faz reuso do material coletado através do manejo de parte dos galhos, folhas, cascas de troncos, fragmentando todo material e promovendo a redução de seu volume e a geração do cepilho, componente utilizado como cobertura de solo em canteiros e paisagismos. Essa medida, embora tão simples, é adotada em apenas outras 47 unidades existentes no país, contabilizadas em 2020, que trataram aproximadamente 0,2% da massa total deste tipo de resíduos (ABRELPE, 2020).

As iniciativas que promovem a redução do volume de ROs coletados pela empresa de limpeza pública, contribuem pela redução no gasto com transporte e economia de espaço nos locais de tratamento e disposição, conseqüentemente aumentando seu tempo de vida útil (MAGERA, 2021). No entanto, o grande volume de ROs gerados pela população 45% do total ainda é desperdiçado e vira fonte poluente ao ser despejado no aterro sanitário de Santana do Parnaíba-SP (PGIRS, 2017). Quanto aos resíduos secos [papel, plástico, vidro, metais] são encaminhados para empresa terceirizada Geresol, que aproveita parte do material e também encaminha sobras para o aterro.

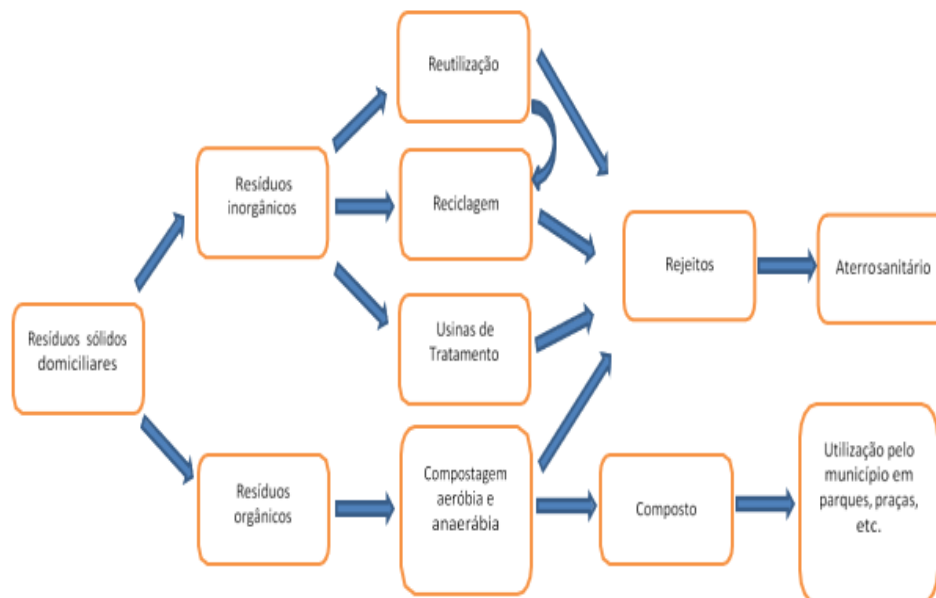
Estes dados são confirmados pelo inventário da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo CETESB (2021), segundo o qual, a cidade de Jundiaí-SP não conta com Unidade de Compostagem, encaminhando os ROs coletados de domicílios para a área de transbordo e de lá para o aterro sanitário, conforme demonstrado na Figura 2, a seguir.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

Figura 2 – Fluxograma da destinação resíduos sólidos domiciliares do município de Jundiaí-SP



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico de Jundiaí (2017).

A fim de avaliar a prestação de serviços que compõem o Saneamento Básico no que se refere à gestão dos resíduos, a CETESB realiza o monitoramento das condições ambientais dos sistemas de compostagem, das estações de transbordo e da disposição final em aterro dos resíduos sólidos urbanos - RSU, oriundos da coleta pública. De acordo com dados divulgados pelo Inventário da CETESB (2021), Jundiaí-SP obteve o conceito 9,5 como Índice de Qualidade de Estações de Transbordo, resultados positivos também foram obtidos por 91,1% dos municípios analisados por esta mesma entidade.

Outro importante indicador a ser observado são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), por ocasião da Conferência das Nações Unidas. Eles fazem parte de um conjunto de ações universais com a finalidade de erradicar a pobreza, proteger o planeta e assegurar paz e prosperidade a todos, através de 17 objetivos, com metas a serem atingidas até 2030. Cabe aos municípios implementar ações dentro de cada temática estabelecida e, no que se refere às mudanças climáticas, vislumbradas neste estudo, são dois os objetivos a serem cumpridos pelos municípios, sendo eles os ODS 12 e 13.

De maneira geral, o município de Jundiaí-SP obteve 65,44 quanto ao cumprimento dos ODS, conceituados de 0 a 100, sendo 100 o limite máximo de um desempenho ótimo (INSTITUTO, 2020). Quanto ao foco deste estudo, a emissão de gases de efeito estufa, relacionado ao ODS 13, foi apontado que o município de Jundiaí possui desafios que envolvem ações para mitigar a emissão de CO₂ per capita.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

Quanto à produção e consumo sustentáveis, referentes aos ODS 12, foram apontados grandes desafios na recuperação dos RSU coletados seletivamente. Percebe-se mais um indicador exaltando a importância do desenvolvimento de alternativas para a reutilização e reciclagem dos resíduos gerados pelo município, em especial dos ROs, para os quais não existe iniciativa expressiva até o momento.

4.2. Emissão de gás metano pelos ROs e o desperdício de seu potencial energético

Uma das premissas a ser considerada é o potencial energético que poderia ser aproveitado localmente, mas, por questão de ordem política/econômica, ainda não é praticado. Assim, este estudo enfatiza, além da inegável responsabilidade ambiental quanto aos resíduos gerados e seu impacto ambiental, o volume de recursos desperdiçados que poderiam ofertar benefícios através da compostagem e da biodigestão, necessárias para a recuperação da fertilidade do solo e obtenção de energia por produção de biogás.

Considerando apenas o reaproveitamento do metano, estimado a partir da decomposição dos ROs, o desperdício de recursos já se mostra expressivo, pois, para cada tonelada de resíduo orgânico, em média, pode-se obter 250 m³ de biogás (MEIO AMBIENTE, 2016) e, por sua vez, 1 m³ de biogás tem o potencial de gerar de 1,3 kWh de energia (FEDRIGO; GONÇALVES; LUCAS, 2000). O ROs da cidade de Jundiaí-SP, gerariam em média 30MWh de energia, esta quantia seria suficiente para o consumo de aproximadamente 50 mil habitantes da cidade/ano, o que representa 12% de sua população. Segundo dados do Instituto Cidades Sustentáveis (2020), o consumo de energia na área urbana é de 200 (MWh/mês), valor que só vem aumentando com o crescimento populacional e elevação da temperatura dimensionado nas últimas décadas. Portanto, entre outros benefícios já citados neste estudo, a utilização do potencial energético dos resíduos contribuiria quanto à sustentabilidade energética.

4.3. Avaliação da situação atual, em termos de Gestão de resíduos orgânicos, e potencial das iniciativas de reaproveitamento para o planejamento de ações futuras

De acordo com o Plano de Saneamento Básico de Jundiaí (2017, p. 249), foram previstos investimentos para o reaproveitamento e valoração dos ROs através de uma Planta de Compostagem de verdes, atendendo 100 t/mês, com investimento de R\$ 2.000.000,00 (dois milhões de reais) para o prazo de 5 anos. No entanto, até o desenvolvimento deste estudo (ano de 2023), o projeto ainda não se encontrava em execução e as iniciativas de reciclagem de orgânicos não avançaram.

A coleta seletiva aplicada porta a porta direciona para tratamento apenas resíduos secos à empresa Geresol e estão em desenvolvimento ações para o reaproveitamento de material inerte, constituído de resíduos da construção civil (PMSB, 2017; INSTITUTO CIDADE SUSTENTÁVEL, 2021). Quanto aos resíduos orgânicos, existem metas para a redução do material depositado em aterros baseadas em campanhas de combate ao desperdício incluindo parcerias com a área



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamas Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

educacional pela capacitação de profissionais como replicadores da educação ambiental em suas instituições de ensino (PMSB, 2017). No entanto, não foram verificadas campanhas educativas ou parcerias para compostagem ou reaproveitamento dos ROs descartados em instituições de ensino ou comunidades.

Alguns Municípios possuem empresas ou autarquias próprias para cuidar da limpeza urbana. No caso do Município de Jundiaí-SP, esta responsabilidade é da Unidade de Gestão de Infraestrutura e Serviços Públicos. Para isso, o município conta com o Fundo Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos, criado pela Lei 8.574 de 28 de dezembro de 2015, cuja finalidade é prover recursos para implantação de programas, projetos, planos e ações relacionados à gestão de resíduos sólidos (PMSB, 2017).

Cabe enfatizar que a implementação de sistemas de reaproveitamento dos resíduos orgânicos pode oferecer vantagens ao município, seja pela geração de energia ou pela compostagem e iniciativas nesse sentido tem início pela capacitação e educação ambiental, desenvolvendo ações com a participação da população, através da separação correta na fonte geradora e coleta seletiva visando a reciclagem. Países da Europa como a Alemanha, Espanha e Portugal se empenham rumo ao objetivo de reduzir em 40% as emissões de GEE, em relação aos níveis de 1990, e consideram que essa meta só poderá ser alcançada através da implementação de um programa energético sustentável baseado no reaproveitamento de ROs, tornando-os um contributo adicional para o cumprimento dos objetivos em matéria de recursos, energia e clima (ALEMANHA, 2012; PARLAMENTO, 2021).

No Brasil, o estado do Paraná e de Santa Catarina se destacam por iniciativas de reciclagem, atuando como pioneiros quanto à conscientização sobre a sua importância. Desde o final da década de 1980 os municípios do Paraná, como Curitiba, desenvolvem soluções por meio de campanhas de educação ambiental e incentivos à participação da população que incluem até mesmo a troca de resíduos por alimentos (ISLU, 2019, p. 34). Estas iniciativas de conscientização fazem parte de uma primeira etapa no preparo e planejamento de ações futuras para a implementação de projetos de reaproveitamento de ROs que dependem de informações técnicas à população sobre separação e tipo de resíduo orgânico a ser reaproveitado e não foram percebidas quaisquer iniciativas neste sentido pela administração pública, em Jundiaí/SP.

Os municípios brasileiros que vem desenvolvendo a reciclagem de ROs por meio de compostagem, não partem de um modelo único, mas adaptam soluções tecnológicas à sua realidade ao se beneficiarem da versatilidade presente em suas práticas, que podem contar com composteiras comerciais de média e grande escala, ou até mesmo por iniciativas domésticas desenvolvidas por meio de composteiras caseiras ou minhocários (SIQUEIRA; LOPES, 2015).

Alguns municípios vêm desenvolvendo programas como o “Composta São Paulo” e “Composta Porto Alegre”, que capacitam famílias para a utilização de minhocários no processamento de resíduos orgânicos em casa. Embora se trate de um programa com resultados em pequena escala, além de poder se tornar uma pequena fonte de renda, é um passo importante na



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

conscientização dos pequenos geradores quanto à educação ambiental e sustentabilidade de seus recursos (CETESB, 2017).

No Estado de São Paulo, experiências que promovem o reaproveitamento de resíduos orgânicos impedindo sua disposição em aterros, tem sido pouco estimulada, foram identificadas 115 experiências de compostagem, envolvendo parcerias e associações entre empreendimentos, programas públicos, ações institucionais, ações da sociedade civil e projetos experimentais que envolveram usinas de triagem e compostagem e usinas de adubo orgânico (SIQUEIRA; LOPES, 2015; ABRELPE, 2013).

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES POLÍTICAS

Embora represente um grande desafio, a valorização de recursos orgânicos por meio da compostagem e da produção de biogás está no cerne das ações necessárias à mitigação de gases de efeito estufa, melhoria da qualidade e produtividade do solo, e redução de problemas ambientais. Cada município deve iniciar sua experiência de compostagem a partir de um projeto piloto e adaptar soluções ao implementar recursos que contribuam gradativamente para a melhoria da tecnologia. O ideal é que seja dado início, e a partir dele haja abertura para a troca de experiências e implementação de soluções conforme os desafios se apresentarem.

À medida que as cidades aumentam seu contingente populacional, os investimentos em infraestrutura de saneamento devem ocorrer no mesmo ritmo para não colapsar a qualidade de vida e sustentabilidade da cidade. Nas últimas décadas, a cidade de Jundiaí-SP tem recebido grandes investimentos imobiliários, sendo notória a construção de condomínios verticais que avançam rapidamente pelo município. O que se pode constatar através deste estudo, é que a gestão de resíduos urbanos, embora em muitos aspectos cumpra seu papel, ainda é exercida no modelo linear. Ou seja, o serviço de coleta na porta dos domicílios abrange grande parte do município, existe coleta seletiva e até um percentual de aproveitamento de resíduos secos, mas no que se refere aos resíduos orgânicos as iniciativas ainda são insuficientes e não foi constatado planejamento nesse sentido. Ainda é mais barato enviar o volume descartado para o aterro sanitário do que implementar uma política de reciclagem dos resíduos orgânicos, sendo assim, também falta vontade política dos líderes do município. O conhecimento do Meio Ambiente ainda é fragmentado nos representantes da população, e pela ganância, grandes empresários acabam participando deste crime ambiental, não só contra a cidade, mas contra o Planeta Terra.

Neste contexto, ressalta-se que, mesmo para um município de médio porte, com recursos específicos para a gestão de resíduos e situado no estado mais rico do país, a gestão de resíduos orgânicos ainda se apresenta como um desafio, embora defendida pela PNRS (2010) e vinculada à métricas e indicadores de qualidade ambiental dos municípios sustentáveis.

O fato de Jundiaí-SP apresentar bons resultados em vários indicadores que qualificam ações que fazem parte do manejo dos RSU, todos o processo de gerenciamento não recebe a devida finalização, ao permitir que a maior parte de seus resíduos seja despejado em um aterro. É urgente



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamas Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

implementar medidas para promover a transição de uma economia linear para circular, fechando o ciclo de sustentabilidade através do reaproveitamento e a valoração dos resíduos orgânicos, utilizando-os como fonte de energia, ou como adubo. Cabe ao município ter domínio e responsabilidade sobre os resíduos que gera, investindo em soluções inteligentes que promovam a melhoria da qualidade de vida e soluções ambientais significativas com ações para a mitigação da emissão de gases de efeito estufa.

Este estudo mostrou que a emissão de CH₄ da cidade de Jundiaí/SP merece atenção especial pelos seus valores, sendo a boa gestão do RO uma alternativa emergencial. A política de gestão dos resíduos sólidos deve deixar de ser usada como marketing político em época de eleição, para ser culturalmente imersa no dia a dia dos cidadãos que vivem nas urbes de todo o país. Recursos econômicos e humanos para isto deveriam ser prioridade, viabilidade ambiental e econômica jamais serão direcionadas para soluções se não houver responsabilidade ambiental. Desta forma, sugere-se uma ampla revisão dos sistemas de gestão de ROs, bem como seu uso na geração de energia e mitigação das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1004**:Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419/1992**: Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos. . Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/Acesso em 28 de agosto de 2021>.

ABRELPE- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. (2013) **Resíduos Sólidos Manual de boas práticas no planejamento**. São Paulo: ABRELPE.

ALEMANHA. Ministério Federal do Meio Ambiente. **Ecologically sustainable recovery of bio-waste**. Alemanha: Ministério Federal do Meio Ambiente, 2012. Disponível em: <https://www.waste.ccacoalition.org/document/ecologically-sustainable-recovery-bio-waste-suggestions-policy-makers-local-authorities>. Acesso em: 25 abr. 2020

BELTRAME, Kátia Goldschmidt. **Compostagem e os desafios da destinação dos Resíduos Orgânicos no Brasil**. São Paulo: Comitê de Integração dos resíduos Sólidos, 2020. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/11/abisolo-sima-cirs.pdf> Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**. 4. ed. Brasília: Ministério de Ciências, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/livro_digital_5ed_estimativas_anuais.pdf. Acesso em: 04 out 2019.

BRASIL. **Lei Federal Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólido. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=63>. Acesso em: 20 nov. 2021

BRASIL. **O que você pode fazer para dar o destino adequado aos resíduos orgânicos**. Brasília, DF: Fundação de apoio à pesquisa do Distrito Federal – Embrapa, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225485/1/HDJF-04-Residuos-Organicos-2021.pdf>. Acesso em: 11 mar 2021

BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico (2014 a 2023)**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/apresentacao>. Acesso em: 10 out 2021.

BRASIL. **Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares** [recurso eletrônico] / coordenação de André Luiz Felisberto França... [et. al.]. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2020/08/aberta-consulta-publica-sobre-plano-nacional-de-residuos-solidos>. Acesso em: 10 out 2021.

CETESB - SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. **Estado de São Paulo destina 97,8% de seu lixo para aterros adequados**. São Paulo: Cetesb, 2019. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2019/07/estado-de-sao-paulo-destina-956-de-seu-lixo-para-aterros-adequados/>. Acesso em: 16 out 2021.

CETESB - SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos**. São Paulo: Cetesb, 2021. (Série relatórios).

CETESB_ SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. **Governo SP cria acordo para redução de emissão de gases do efeito estufa**. São Paulo: Cetesb, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2019/11/29/governo-de-sp-cria-acordo-para-reducao-de-emissao-de-gases-do-efeito-estufa-e-aco-es-de-sustentabilidade/>. Acesso em: 10 set. 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **O reexame da aplicação da política ambiental**: Relatório Sobre Portugal. Bruxelas: União Europeia, 2019. Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report_pt_pt.pdf. Acesso em: 21 nov. 2021.

COMPOSTAGEM. **Redação Ambiente Brasil**. Rio de Janeiro: Ambiente Brasil, 2022. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/coleta_e_disposicao_do_lixo/compostagem.html Acesso em: 22 maio 2022.

CRESWELL, J. **Qualitative inquiry and research design: choosing among five traditions**. Thousand Oaks: Sage, 1998

ESTADÃO/SUSTENTABILIDADE. Mitigação de resíduos precisa de mais gestão. **ESTADÃO**, 2021) Disponível em: <https://www.estadao.com.br/sustentabilidade/mitigacao-dos-residuos-precisa-de-mais-gestao/>. Acesso em: 08 dez 2022.

FEDRIGO, Natália Sens; GONÇALVES, Guilherme; LUCAS, Paulo Figueiredo. **Usos finais de energia elétrica no setor residencial brasileiro**. 2009. TCC (artigo) - Laboratório de eficiência Energética em edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009 Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/node/480#:~:text=Observou%2Dse%20que%20o%20consumo,3%20kWh%2Fm%2C3%20no%20inverno> Acesso em: 08 dez 2022.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

FERREIRA, Maurício Lamano; ZABOTTO, Alessandro; PERIOTTO Fernando. Eu, o meio ambiente e você. **Verde Urbano**. Engenheiro Coelho, SP. Editora Universitária Adventista, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2023. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados> Acesso em: jan.2023.

INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades**. [S. l.]: IDSC, 2020. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/rankings> Acesso em: 22 maio 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change: 2007**. The IPCC response strategies. Synthesis Report. Valencia: IPCC, 2007. Disponível em: <https://www.nrc.gov/docs/ML0932/ML093220680.pdf>. Acesso em: 10 set. 21.

IPEA - INSTITUTO ECONÔMICO DE PESQUISA APLICADA. **Brasil coleta 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos/ dia**. Brasília: IPEA, 2012. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=13932. Acesso em: 12 out. 2021.

ISLU - ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE LIMPEZA URBANA. **Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana para os municípios brasileiros**. [S. l.]: ISLU, 2019. Disponível em: <https://selur.org.br/wp-content/uploads/2016/08/SELUR-ISLU-2016-ACESSIBILIZADO.pdf>. Acesso em: 12 out. 21.

MAGERA, Márcio Conceição. Viabilidade econômica da reciclagem dos resíduos domésticos da cidade de Coimbra – Utilizando o aplicativo VERDES. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 2, p. 427-440, 2021. ISSN 2675-6218 Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i2.103>. Acesso em: 10 out. 2021.

MEIO AMBIENTE. **Produção de gás metano através da biodigestão de resíduos domésticos**. 2016. TCC (Iniciação científica) - FACENS, Sorocaba, 2016. Disponível em: <http://www3.facens.br/smartcampus//smartview/index.php?id=58#:~:text=Uma%20tonelada%20de%20res%C3%ADuo%20org%C3%A2nico,de%20economia%20em>.

PARLAMENTO EUROPEU. **Eficiência em termos de recursos e economia circular**. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/sheet/76/eficiencia-em-terminos-de-recursos-e-economia-circular> 2021. Acesso em: 10 maio 2021.

PGIRS - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Unidade de gestão de infraestrutura e serviços públicos**. Jundiaí: PGIRS, 2017. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/infraestrutura-e-servicos-publicos/plano-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PORTAL EMBRAPA. **Resíduos orgânicos**. Brasília: Portal da Embrapa, 2016. Disponível em <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/residuos-organicos>. Acesso em: 21 abr. 2022.

PPLWARE @CopyrightPplware.com 2005-2022. Conheça as emissões de dióxido de carbono no mundo mostradas em esferas de CO₂. **PPLWARE**, 21 nov. 2021. Disponível em: <https://pplware.sapo.pt/planeta/emissoes-de-dioxido-de-carbono-dos-varios-paises-representadas-atraves-de-esferas-de-co2/>. Acesso em: 06 dez. 2022.

PREFEITURA DE JUNDIAÍ. **Município Sustentável: Dados Ambientais Jundiaí**. Jundiaí: Prefeitura de Jundiaí, 2021. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/planejamento-e-meio-ambiente/wp-content/uploads/sites/15/2021/09/dados-ambientais-jundiai-2021.pdf> Acesso em: 18 jan. 2023.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE JUNDIAÍ-SP
Joelma Telesi Pacheco Conceição, Márcio Magera Conceição, Maurício Lamano Ferreira, Fabrício Bau Dalmas, Josué de Moraes

PREFEITURA DE JUNDIAÍ. **Resíduos/Lixo**. Jundiaí: Prefeitura de Jundiaí, 2023. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/infraestrutura-e-servicos-publicos/limpeza-publica/residuos-solidos/residuoslixo/> Acesso em: 06 jan. 2023.

PSBJ - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE JUNDIAÍ. **Unidade de gestão de planejamento urbano e meio ambiente**. Jundiaí: Prefeitura municipal de Jundiaí, 2017.

SANTOS, Andressa de Oliveira. Produção de gás metano através da biodigestão de resíduos domésticos. *In: 17º CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - CONIC SEMESP*, 2017. Disponível em: <https://conic-semesp.org.br/anais/files/2017/trabalho-1000024064.pdf>. Acesso em: 10 dez. 22.

SÃO PAULO. **Lei n. 12.300, de 16 de março de 2006**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. São Paulo: Legislação, 2006. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.300%2C%20DE%2016%20DE%20MAR%C3%87O%20DE,diretrizes%20O%20GOVERNADOR%20DO%20ESTADO%20DE%20S%C3%83O%20PAULO%3A>. acesso em: 10 maio 2021.

SIQUEIRA, Thais Menina Oliveira de; ABREU, Marcos José de. Fechando o ciclo dos resíduos orgânicos: Compostagem inserida na vida urbana. **Cienc. Cult.** [online], v. 68, n. 4, p.38-43, 2016. ISSN 2317-6660. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000400013>. Acesso em: 12 dez. 2022.

SIQUEIRA, Thais Menina Oliveira de; LOPES Maria Leonor Ribeiro Casimiro. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil). **Ambiente & Sociedade** [online], v. 18, n. 4, p. 243-264, 2015. ISSN 1809-4422. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1243V1842015>. Acesso em: 15 jan. 2023.