

**SELEÇÃO DE METODOLOGIAS PARA AVALIAR EMISSÃO DE GEE EM INICIATIVAS DE COMPOSTAGEM EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS BRASILEIROS**

**JACQUELINE ROGÉRIA BRINGHENTI**  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - IFES

**GERALDO ANDRE ROSSETO BARRETO**  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - IFES

**ADRIANA MÁRCIA NICOLAU KORRES**

**WANDA MARIA RISSO GUNTHER**

# SELEÇÃO DE METODOLOGIAS PARA AVALIAR EMISSÃO DE GEE EM INICIATIVAS DE COMPOSTAGEM EM CAMPUS UNIVERSITÁRIOS BRASILEIROS

## Introdução

Ações para redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), relacionadas à valorização dos resíduos sólidos ainda são pouco expressivas no Brasil. Estima-se que em 2016 foram coletadas 71,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Desse montante 41,7 milhões de toneladas (58,4%) foram destinadas a aterros sanitários e 29,7 milhões de toneladas (41,6%) enviados a lixões e aterros sem controle ambiental (ABRELPE, 2017). Em todos esses casos, a degradação anaeróbia da matéria orgânica presente (mais de 50%) vai gerar biogás (gás de aterro), que apresenta o metano em sua composição como um dos principais gases componentes.

As Instituições de Ensino Superior (IES) consomem recursos naturais em suas atividades e possuem potencial de geração de grandes quantidades de resíduos sólidos e efluentes líquidos, cuja gestão ineficiente acarreta impactos negativos ao ambiente e efeitos à saúde. Algumas parcelas componentes dos resíduos sólidos gerados nos campi universitários possuem potencial de recuperação, podendo ser tratados *in loco* como é o caso dos resíduos sólidos orgânicos (RSO). Esses resíduos devido a suas características e composição, entram em rápida degradação e favorecem a atração, alimentação e proliferação de insetos, artrópodes e roedores que podem ser reservatórios e/ou vetores de diversas doenças (GÜNTHER, 2005).

A compostagem é alternativa sustentável para o gerenciamento e reciclagem de RSO (MARTÍNEZ-BLANCO et al., 2010). Definida como a decomposição biológica e estabilização de substratos orgânicos, resultando em um produto final estável, livre de patógenos e sementes de plantas que pode ser aplicado na terra (HAUG, 1993).

Por partir da degradação aeróbia da matéria orgânica, a compostagem também é aliada no combate às emissões de GEE, gerando menores quantidades de metano por tonelada de RSO em comparação com formas de tratamento anaeróbio ou disposição em aterros (ADHIKARI et al., 2013; BARTON; ISSAIAS; STENTIFORD, 2008; ANDERSEN et al., 2010; BONG et al., 2017; INACIO, 2010; ZHU-BARKER et al., 2017), sendo importante mensurar e evidenciar os seus ganhos.

## Problema de Pesquisa e Objetivo

Na maioria das cidades brasileiras ainda persiste a prática das IES de entregar os resíduos gerados ao serviço municipal de limpeza pública, sem diferenciação ou tratamento prévio. A partir da aprovação do marco legal para resíduos sólidos, em 2010, alguns gestores públicos municipais têm cobrado mais responsabilidade com a gestão dos resíduos, em especial dos grandes geradores.

Apesar de ser a alternativa mais econômica e utilizada, também para destinação dos resíduos de campi universitários, os aterros sanitários tem sido motivo de questionamentos e discussão em função de seu potencial de impactos ambientais, inclusive quanto à emissão de gases de efeito estufa (GEE). Considerando o metano (CH<sub>4</sub>), estima-se que as etapas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos no mundo representam 13% das emissões antropogênicas desse gás (IPCC, 2007).

Em instituições, sistemas de compostagem podem ser desenvolvidos *in loco*, promovendo: i) minimização de resíduos a ser gerenciados; ii) redução dos custos de gerenciamento; iii) minimização de impactos ambientais pelo desvio de resíduos dos aterros; iv) produção de composto orgânico que pode ser utilizado na própria IES, e v) minimização da geração de GEE.

Pesquisas sobre o tema abordam metodologias e equipamentos para medir e monitorar os efeitos, dos GEE existindo carência de estudos para quantificar a sua produção em processos em pequena escala. Assim sendo, o presente estudo objetivou identificar e estudar metodologias para avaliação da emissão de GEE em iniciativas de compostagem em pequena escala.

### **Fundamentação Teórica**

O estudo envolveu IES brasileiras localizadas nos estados do Espírito Santo e São Paulo. Ambas as IES possuem projetos de valorização de resíduos inseridos em programas locais de práticas sustentáveis e realizam a compostagem em local aberto, integrado às respectivas áreas verdes. A metodologia foi desenvolvida em três etapas, sendo: E1- identificação de metodologias aplicáveis, E2 -avaliação comparativa das metodologias identificadas para mensurar GEE quanto à aplicação em IES e E3 - seleção e aplicação da metodologia selecionada em estudo de caso.

O levantamento bibliográfico e documental foi a base da etapa E1. Utilizou-se o portal de periódicos CAPES, principalmente as bases de dados *Web of Science* e *Science Direct*. Os descritores aplicados foram *resíduos sólidos orgânicos, compostagem, metano, e sustentabilidade*, em inglês e português.

Também foram utilizados sites de entidades de referência sobre o tema e bancos de dados *online* de IES, dentre outros. Os resultados foram organizados segundo critérios, formando quadros comparativos.

A etapa E2 tratou da viabilidade de aplicação das metodologias e experiências selecionadas nas IES estudadas, segundo os critérios: escala de aplicação, facilidade de registro e obtenção das informações e infraestrutura necessária.

Foi selecionada a metodologia como maior viabilidade de aplicação (E3), considerando-se as condições das IES's estudadas, sendo necessário compatibilizar registro de dados das instituições estudadas.

### **Resultados e Discussão**

O tema ainda é pouco explorado pelos pesquisadores da área. No Quadro 1 tem-se relacionados os principais estudos identificados com os critérios pré-definidos. Para organização das informações considerou-se como *pequena e média escala*, iniciativas realizadas no próprio local de geração dos RSO, com uso de composteiras ou degradação em pequenas leiras, enquanto que em *grande escala* enquadram-se a compostagem precedida de coleta e transporte dos resíduos orgânicos de oriundos de diversos pontos de geração para serem compostados em conjunto.

Quadro 1: Comparação entre diferentes métodos aplicáveis ao estudo de GEE em iniciativas de compostagem.

<b>Método</b>	<b>dados requeridos</b>	<b>Escala de uso</b>	<b>Autor(es), país e ano</b>
Análise de gases via cromatografia	Massa de resíduos tratada	Grande	Zhu-barker et al. EUA, 2017
Análise de gases via analisador portátil.	Massa de resíduos tratada	Pequena Média	Andersen et al. Dinamarca, 2010  Junior et al. Brasil, 2017
Coleta e análise de gases via cromatografia	Massa de resíduos tratada	Pequena	Adhkari et al. Ergedgerger França, 2013
Modelo matemático	Massa de resíduos tratada Fator de emissão	Grande Media	UNFCCC, 2011

A maioria das metodologias identificadas utiliza equipamentos para quantificar a emissão e/ou gases emitidos na compostagem. O modelo matemático necessita também de informações sobre o fator de emissão da composteira, que varia em função do processo de utilizado.

No quadro 2 tem-se a avaliação comparativa das metodologias, segundo pontos favoráveis e dificuldades.

Quadro 2: Comparação das metodologias de avaliação de GEE.

<b>Método</b>	<b>Viabilidade de aplicação em IES</b>	
	<b>Pontos favoráveis</b>	<b>Pontos dificultadores</b>
Coleta e análise de gases com cromatógrafo	. precisão	. disponibilidade do equipamento . custo . coleta, armazenamento e transporte da amostra. . mão de obra especializada.
Análise de gases via analisador portátil	. portabilidade . resultados <i>in loco</i>	. disponibilidade do equipamento . custo
Modelo matemático	. dispensa equipamentos; . baixo custo	. identificar o fator de emissão correto . precisão . escala de aplicação

Em função da dificuldade de se ter os equipamentos requeridos pelos métodos, optou-se pela determinação por meio do modelo matemático. Com isso, foi selecionada e aplicada a metodologia desenvolvida pela *United Nations Framework Convention on Climate Change* –

UNFCCC e sua ferramenta matemática: *Project and leakage emissions from composting - Determination of project emissions of methane* (UNFCCC, 2011) para efetuar os cálculos.

O levantamento de dados primários e secundários sobre os RSO foi importante. As instituições envolvidas possuíam rotinas de registro de informações e dinâmicas diferentes de trabalho, sendo necessário harmonizá-las para aplicar o método. Foram realizados ajustes e traçados cenários em função das especificidades dos locais de estudo.

A escala mínima requerida de 1,0 ton/ano de RSO tratados, era compatível com a escala operacional da instituição de São Paulo (A), onde a coleta seletiva de orgânicos funcionava em todo campus. O fato de utilizarem o método de leiras reviradas também contribuía para ampliar a sua capacidade operacional.

Por sua vez a IES do Espírito Santo (B) utilizava o método de vermicompostagem em caixas, que não atendia a escala de operação (1,0 ton/ano). O restaurante do campus B ainda não estava destinando os RSO descartados para compostagem. Assim, foi necessário utilizar cenário onde a massa de resíduos do restaurante da instituição B fosse incluída, o que tornou possível a aplicação do método.

Foi monitorada a produção de resíduos do restaurante da IES B, durante duas semanas consecutivas e realizadas visitas e contatos prévios com os responsáveis para conhecer a dinâmica de geração e a tipologia dos resíduos do local. As informações obtidas permitiram quantificar as emissões de GEE evitados nas experiências avaliadas.

Foram calculadas ainda as emissões evitadas em função do desvio de orgânicos de aterros sanitários nos dois campi, usando a mesma metodologia, sendo feita a análise comparativa e a projeção para 10 anos.

O estudo contribuiu para fortalecer o desenvolvimento da pesquisa científica nas instituições participantes e com o cumprimento das metas de sustentabilidade.

## **Conclusão**

A avaliação da redução de gases de efeito estufa (GEE) em iniciativas de compostagem em pequena escala é viável devendo ser estimulada. A quantificação da geração de GEE minimizada fortalece práticas sustentáveis de valorização de resíduos, promove as iniciativas locais e contribuir para a visualização dos benefícios por gestores e comunidades em geral, bem como para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

O estudo identificou e aplicou método para quantificar GEE emitidos em iniciativas de compostagem sem uso de equipamentos, como contribuição para a divulgação da importância do tratamento de RSO *in loco* no combate às emissões de GEE.

## **Referências Bibliográficas**

- ADHIKARI, B. K. et al. Gas emissions as influenced by home composting system configuration. *Journal of Environmental Management*, London, v. 116, p. 163–171, 2013.
- ANDERSEN, J. K. et al. Greenhouse gas emissions from home composting of organic household waste. *Waste Management*, Elmsford, v. 30, n. 12, p. 2475–2482, dez. 2010.
- ABRELP. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016. São Paulo, 2017. 60 p.

BARTON, J. R.; ISSAIAS, I.; STENTIFORD, E. I. Carbon - Making the right choice for waste management in developing countries. *Waste Management*, Elmsford, v. 28, n. 4, p. 690–698, 2008.

BONG, C. P. C. et al. A review on the global warming potential of cleaner composting and mitigation strategies. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 146, p. 149–157, 2017.

GÜNTHER, W.M.R. Poluição do solo. In: *Educação ambiental e sustentabilidade*. Philippi Jr, A; Pelicioni, M.C.F (Eds). Barueri, SP: Manole, p. 195 -215, 2005.

HAUG, R.T. *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers, A CRC Press Company, 2000 N. W. Corporate Blvd, Boca Raton, Florida, 1993. 400 p.

INACIO, C. DE T. *Dinamica de gases e emissões de metano em leiras de compostagem*. Rio de Janeiro. 2010. 72 p.

IPCC, 2007. *Climate Change Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland. 2007, 104 p. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4\\_wg2\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf). Acesso em: 16 nov. 2017.

MARTÍNEZ-BLANCO, J. et al. The use of life cycle assessment for the comparison of biowaste composting at home and full scale. *Waste management*, Elmsford, v. 30, n. 6, p. 983–94, jun. 2010.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. *Project and leakage emissions from composting*. Version 01.0.0. Germany: UNFCCC, 2011. 16 p. EB 65. Annex 09. (Report). Disponível em: < <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-13-v1.pdf> >. Acesso em: 05 nov. 2017.

ZHU-BARKER, X. et al. Greenhouse gas emissions from green waste composting windrow. *Waste Management*, Elmsford, v. 59, p. 70–79, 2017.