

ROTEIRO PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NO MANEJO DE RSU



COMO AUMENTAR A
EFICÁCIA DA GESTÃO DE RSU
E CONTRIBUIR PARA O CLIMA

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Jair Messias Bolsonaro

Vice-Presidente

Antonio Hamilton Martins Mourão

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Ministro

Rogério Marinho

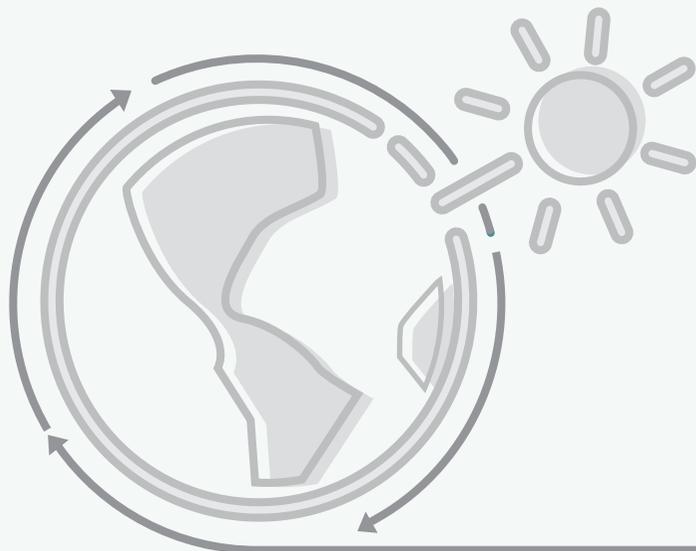
Secretário Executivo

Daniel de Oliveira Duarte Ferreira

Secretário Nacional de Saneamento

Pedro Maranhão

ROTEIRO PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NO MANEJO DE RSU



COMO AUMENTAR A
EFICÁCIA DA GESTÃO DE RSU
E CONTRIBUIR PARA O CLIMA

BRASÍLIA/DF 2021

FICHA TÉCNICA

ORGANIZAÇÃO

Cooperação para a proteção do clima na gestão dos resíduos sólidos urbanos – ProteGEEr

Diretora do Departamento de Repasses a Projetos
Helena Buys Gonçalves Rocha Ferreira Da Silva

Diretor do Departamento de Financiamento de Projetos
Alfredo Assis de Carvalho

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Hélinah Cardoso Moreira

Edição de conteúdo
Fabiana Dias
Catharina Vale

Colaboração Técnica
ABETRE, ABLP, ABRELPE e SELURB

Projeto Gráfico
Estúdio Cajuína

Equipe Técnica

GIZ / ProteGEEr

Hélinah Cardoso Moreira

Mariana Silva

Ana Bárbara Zanella

Gopa-Adelphi / ProteGEEr

Jan Janssen

Guilherme Gonçalves

Rebeca Borges de Oliveira

Paulo Celso dos Reis Gomes

Universidade Técnica de Braunschweig / ProteGEEr

Christiane Dias Pereira

SNS/MDR

Clesivania Santos Rodrigues e Silva Vieira

Dogival de Oliveira Costa Junior

Ernani Ciríaco de Miranda

Jamaci Avelino do Nascimento Junior

Karina Araujo Sousa

Maria Otília Bertazi Viana

Sérgio Luis da Silva Cotrim

SUMÁRIO

●	APRESENTAÇÃO	7
●	CONHEÇA O KIT DE FERRAMENTAS	9
1	CONTEXTO E DESAFIOS DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (GIRSU)	13
2	A RELAÇÃO ENTRE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E AQUECIMENTO GLOBAL	19
3	GESTÃO DE RSU GERANDO BAIXAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)	28

4	COMO SABER QUANTO SEU MUNICÍPIO EMITE DE GEE E COMO IMPLEMENTAR UMA GIRSU QUE COLABORE PARA COMBATER AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS?	35
	PASSO 1: CARACTERIZAR OS RESÍDUOS DO SEU MUNICÍPIO	37
	PASSO 2: QUANTIFICAR AS EMISSÕES DO SISTEMA DE GIRSU DO SEU MUNICÍPIO COM SIMULAÇÕES PARA DIFERENTES CENÁRIOS	39
	PASSO 3: UTILIZAR A REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GEE COMO UM DOS PARÂMETROS DE TOMADA DE DECISÃO AO IMPLANTAR MELHORIAS NA GESTÃO DOS RESÍDUOS EM SEU MUNICÍPIO	45
	PASSO 4: MONITORAR E REPORTAR AS EMISSÕES DE GEE DOS SISTEMAS IMPLANTADOS PARA A MELHORIA CONTÍNUA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS EM SEU MUNICÍPIO	47
5	BENEFÍCIOS AOS MUNICÍPIOS QUE REDUZEM EMISSÕES DE GEE COM A CORRETA GESTÃO DE RSU	50
6	RECOMENDAÇÕES	53

Apresentação

O manejo dos resíduos sólidos urbanos é componente do saneamento básico regulamentado pela Lei 11.445/07, constituído pelas atividades de disponibilização e manutenção de infraestruturas operacionais de coleta, varrição, limpeza, asseio e conservação urbana, assim como coleta, transporte, transbordo e a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos com seu tratamento e a disposição final dos rejeitos. São serviços que, prestados de forma adequada, contribuem fundamentalmente para a salubridade do meio ambiente com forte impacto positivo sobre a saúde e a qualidade de vida da população.

A melhoria da gestão dos resíduos sólidos urbanos deve se constituir de um ciclo virtuoso de atividades que observe, em ordem de prioridade, conforme regulamentado pela Lei 12.305/10, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Deve, ainda, contemplar a sustentabilidade técnica, ambiental, social e econômico-financeira, numa visão de economia circular, que se inicia com a extração da matéria prima e a produção de um bem ou produto, passando por sua distribuição e consumo, até a geração, reutilização e reciclagem dos resíduos, e reintrodução destes na cadeia produtiva, sendo descartados somente os rejeitos.

No Brasil, para alcançar o patamar onde prevalece a gestão sustentável dos resíduos, há inúmeras barreiras a enfrentar. A estrutura descentralizada, que tem o município como principal responsável pelo manejo dos resíduos sólidos urbanos, desponta como um dos maiores desafios, pois cerca de 70% dos municípios brasileiros tem menos de 20 mil habitantes, porte este que inviabiliza a sustentabilidade de alguns serviços. Além disso, os municípios de menor porte historicamente enfrentam dificuldades com a insuficiente capacidade técnica, institucional e financeira para uma gestão eficiente da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos.

Neste contexto, a lei 14.026/2020, que trata do marco legal do saneamento básico, apresenta diretrizes fundamentais que, uma vez implementadas, irão propiciar a melhoria sustentável dos serviços nos municípios brasileiros. A principal delas é a que impulsiona a prestação regionalizada, orientando para o agrupamento de municípios com a participação dos estados, de forma a assegurar a escala ótima, atendendo adequadamente às exigências de higiene e saúde pública proporcionando viabilidade econômica e técnica aos municípios, sobretudo os menos favorecidos.

A Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional, cumprindo sua missão de apoiar os municípios brasileiros, sobretudo com foco no desenvolvimento regional, realiza diversas ações de apoio técnico e financeiro aos estados e aos municípios, que incluem desde programas de investimentos, com recursos onerosos e não onerosos, até o assessoramento e a capacitação dos gestores e gestoras municipais.

Como parte desse esforço coletivo, é aqui oferecido aos governadores, prefeitos, vereadores, secretários municipais, órgãos de controle, empreendedores locais e assessorias técnicas e jurídicas de todo o país o Roteiro para a Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no manejo de RSU. A Secretaria espera que o presente documento possa contribuir efetivamente para a melhoria da gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos em todo o País.

Boa leitura e bom uso das ferramentas!

Pedro Maranhão

Secretaria Nacional de Saneamento
Ministério do Desenvolvimento Regional

Conheça o Kit de Ferramentas

Colocar a gestão de RSU em prática é um processo desafiador. Pensando nisso criamos um conjunto de ferramentas e instrumentos para apoiar os gestores municipais, com uma solução gratuita e disponível via internet: o **Kit de Ferramentas ProteGEEr para aprimoramento da Gestão Municipal de RSU**.

O Kit de Ferramentas oferece um **conjunto de orientações e instrumentos** práticos de gestão de RSU com conteúdos que abordam diversos problemas e demandas do/a gestor/a, trazendo soluções tecnológicas, administrativas e econômicas. Tudo de forma muito objetiva, para apoiar os sistemas de manejo de resíduos: seja para começar do zero, se este for o caso, seja para fazer melhor o trabalho que já está sendo praticado.



O ProteGEEr é um projeto de cooperação técnica entre Brasil e Alemanha que busca promover uma gestão sustentável e integrada dos resíduos sólidos urbanos nos Municípios brasileiros. O projeto é implementado numa parceria entre a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). O Kit de Ferramentas tem o propósito de fortalecer os atores municipais responsáveis pela gestão de RSU, oferecendo capacitação e ferramentas práticas para a gestão.



Os gestores encontrarão outras orientações, como calcular o valor de uma cobrança pelos serviços para promover a sustentabilidade do sistema, ou como calcular as emissões de Gases de Efeito Estufa das soluções tecnológicas avaliadas.

Conheça todas as ferramentas que serão disponibilizadas pelo MDR por meio da SNS:

1. Boas Práticas na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
2. Roteiro para Planejamento e Implementação da Coleta Seletiva
3. Roteiro para Implementação de Consórcios Públicos de Manejo de RSU
4. Roteiro para Avaliação Preliminar da Produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR)
5. Roteiro para a Sustentabilidade do Serviço Público de Manejo de RSU
6. Roteiro para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU
7. Ferramenta de Rotas Tecnológicas e Custos para Manejo de RSU
8. Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU – Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)
9. Ferramenta de Cálculo de Taxas ou Tarifas dos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos

Neste material, você terá acesso ao Roteiro para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU. Veja o que você vai encontrar:

ROTEIRO PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO MANEJO DE RSU

- **O QUE É?** Um manual de orientação sobre como tomar decisões que melhorem o sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos no município e que, ao mesmo tempo, gerem benefícios para o clima, com base em escolha de rotas tecnológicas que reduzam a emissão de gases de efeito estufa (GEE) no manejo de RSU. O roteiro também orienta quanto ao uso da [Calculadora de Emissões de GEE para RSU no Brasil](#), que é acompanhada do [Manual da Calculadora de Emissões de GEE para Resíduos](#). Para complementar este material, recomendamos também que você acesse a ferramenta [Rotas Tecnológicas e Custos para Manejo de RSU](#).
- **POR QUÊ?** As pessoas responsáveis pela gestão municipal precisam de orientações e de elementos de referência para poder melhorar seus programas de gestão de RSU, podendo inclusive considerar o clima como um fator em sua tomada de decisões.
- **COMO USAR?** A utilização deste roteiro será mais fácil e eficiente se for feita, de forma interativa e participativa, associada aos materiais complementares, por uma equipe multidisciplinar de gestores (as) e técnicos (as) com conhecimentos de manejo de RSU. O roteiro apresenta quatro passos para que a questão climática passe a fazer parte da gestão dos resíduos no município.
- **QUAIS RESULTADOS?** Responsáveis pela gestão municipal preparados para reconhecer possibilidades de aperfeiçoamento no sistema de gestão de RSU e de utilizar a Calculadora de Emissões de GEE para RSU no Brasil. Este roteiro pretende contribuir para que gestores e gestoras sejam capazes de tomar decisões que adicionalmente contribuam para a mitigação das emissões de GEE e para o acesso a fundos de financiamentos que podem ser usados para a gestão de resíduos sólidos urbanos.

Desejamos que o Kit de Ferramentas apoie o seu município a tomar as melhores decisões quanto à a gestão de RSU. Muito bem-vindos e bem vindas a esta publicação!

1

Contexto e desafios
da gestão de resíduos
sólidos urbanos

Gerir resíduos sólidos urbanos é um desafio complexo e requer que o gestor público consiga conciliar aspectos de gestão, de estrutura e eventuais fragilidades institucionais.

É preciso:

GESTÃO

- tomar decisões
- definir estratégias tecnológicas
- buscar equilíbrio entre custos e receitas
- capacitar a equipe
- observar políticas nacionais
- mobilizar a comunidade

FRAGILIDADES
INSTITUCIONAIS

- modelo de organização da prestação de serviço nem sempre adequado ou, mesmo, inexistente
- falta de um mecanismo de cobrança pelo serviço de gerenciamento de RSU
- baixa qualificação técnica e de gestão

ESTRUTURA

- considerar a pouca existência de instalações de tratamento
- levar em conta a falta de planejamento e de projetos
- superar dificuldades de acesso a financiamento

Panorama do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2019 de acordo com o Sistema Nacional de Saneamento (SNIS)

Fonte: SNIS Ano-base 2019 (2020).

Dados Brasil



Amostra SNIS

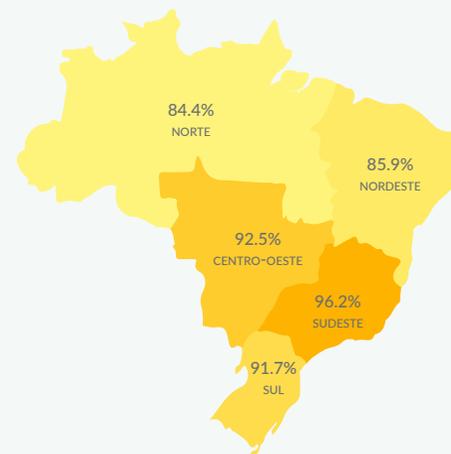
66.6% 3,712 municípios

82.7% População total

Índice de atendimento

População total atendida com coleta domiciliar

192.1M



Média total
92.1%

Massa coletada estimada de RDO* + RPU**



*RDO - Resíduos Sólidos Domiciliares
**RPU - Resíduos Sólidos Públicos

Coleta seletiva

38.7% dos municípios com coleta seletiva

31.5K Catadores envolvidos



Estimativa da Disposição Final no solo



*metodologia de cálculo SNIS 2018

- Lixão (1,114 unid.)
- Aterro Sanitário (621 unid.)
- Aterro Controlado (580 unid.)

Recuperação estimada de RSU coletado seletivamente

1.04 milhão(ões) de tonelada(s) recuperada(s)

1.61 milhão(ões) de tonelada(s) coletada(s)

1,163 unidade de triagem



Municípios com cobrança

1,663 → 44.8%

Custos cobertos pela cobrança

57.2%

Despesas Totais

R\$24.35 bilhões

R\$137.73/hab



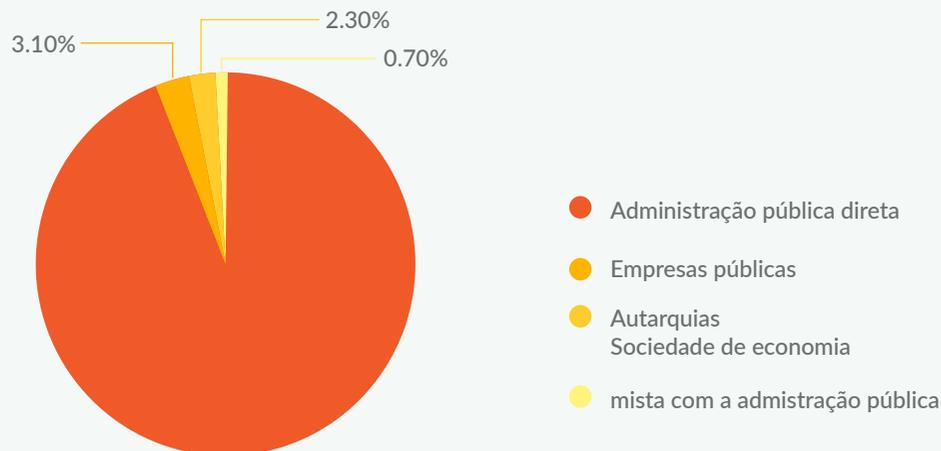
Outro aspecto relevante se refere ao aproveitamento dos resíduos. Segundo SNIS ano-base 2019, do total de 62,78 milhões de toneladas coletadas, apenas 2,7% (equivalentes a 1,7 milhão) foram coletados de forma seletiva, adequada para promover a reciclagem dos materiais secos. Esses resíduos foram processados em 1.030 unidades de triagem permitindo que 1,05 milhão de toneladas de resíduos fossem recuperadas.

A coleta seletiva ocorre em apenas 38% dos municípios, que em sua maioria realizam a coleta de porta a porta e o serviço atende somente uma parte da cidade.

De forma ainda menos representativa, apenas 124 mil toneladas foram recuperadas para destinação à compostagem (apenas 0,19%) em 70 unidades de compostagem.

Quem são os órgãos responsáveis pela gestão de RSU nos municípios

Fonte: SNIS (2020)



Observando de forma ampla a questão do equilíbrio entre receitas e despesas relativas à gestão de RSU, três dados merecem destaque para compreender o panorama. A despesa total das prefeituras, cujos municípios responderam ao levantamento do SNIS para realizar o Diagnóstico, foi de R\$22 bilhões. Porém, apenas 47% dos municípios cobram dos cidadãos pelo serviço e, nesses municípios, o valor arrecadado cobre apenas 53,4% dos custos com o serviço prestado.



Para termos uma referência, o custo anual pelo manejo de resíduos sólidos urbanos por habitante é de R\$130,47. Este valor, que foi identificado pelo SNIS, representa a média nacional.

Ao observarmos este panorama, identificamos a complexidade de gerir tantos temas que fazem parte desta tarefa e, também, nos instiga à reflexão sobre a necessidade de aumentar a eficiência e a eficácia do órgão gestor. Os dados do SNIS apresentam o cenário nacional com clareza e contribuem para apontar os caminhos para superar esse desafio.

Em muitos casos a gestão dos resíduos sólidos se beneficia de medidas estratégicas e programas de ação tomados em conjunto por agrupamentos de municípios, que podem se organizar em consórcios públicos, que são esforços coordenados para solução de um desafio coletivo. Essa prática, segundo o SNIS, vem sendo adotada por 1.603 municípios.



Desejamos com este material reforçar nos gestores municipais a convicção de fortalecer seus processos de gestão, introduzindo reflexões, indicando caminhos e apoiando suas atividades com o suporte de ferramentas e roteiros que colaboram para o desenvolvimento dos municípios, para o acesso a recursos, para o desenvolvimento ambiental e para a promoção do bem-estar da população.

Os dados utilizados para a formação do *Diagnóstico do SNIS* foram fornecidos por 3.468 municípios respondentes, que representam 81,5% da população. São dados muito representativos que nos ajudam a compreender o panorama e identificar desafios e pontos em que você, como gestor ou gestora municipal, deve focar para promover melhorias.



O SNIS é o maior e mais importante ambiente de informações do setor de saneamento no Brasil. Ele é administrado pelo Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) e reúne informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade sobre os serviços de água e esgotos, resíduos sólidos urbanos e manejo das águas pluviais. É o próprio município que fornece as informações do SNIS, então é fundamental que tenhamos um papel ativo na sistematização e disponibilização dessas informações. Os indicadores do SNIS são referência para o acompanhamento da evolução do setor de saneamento no Brasil. Aqui na gestão municipal, estamos sempre atentos a esses dados.

2

A relação entre
resíduos sólidos
urbanos e o
aquecimento global

Pensar além das fronteiras do município é um fator-chave para a efetividade da administração pública e da governança municipal. Podemos ampliar nosso campo de visão e tomar decisões de caráter regional e local.

Da mesma forma, podemos pensar a respeito de uma das grandes questões que vêm impactando o planeta: as mudanças climáticas. Alguns dos efeitos das mudanças climáticas são o aumento da temperatura média do planeta, o aumento da frequência e da duração de ondas de calor, a variação dos índices de precipitação, a escassez de água, a acidificação, o aumento da temperatura dos oceanos e o aumento do nível do mar.

E como percebemos as mudanças climáticas nas cidades?

Alguns exemplos de impactos já podem estar ocorrendo no seu município, como a incidência de períodos de seca prolongada, o desaparecimento de corpos de água (como açudes, represas e rios), a salinização de cursos d'água, as enchentes e as tempestades tropicais, os deslizamentos, as perdas de produtividade agrícola, a redução de estoques pesqueiros, os surtos de doenças, entre outros.

Exemplos como estes afetam a economia, a saúde, a produção econômica, a infraestrutura urbana, o abastecimento de água, o sistema de esgotamento sanitário, a gestão dos resíduos e tantos outros aspectos de gestão dos municípios. Ou seja, o aquecimento global impacta diretamente os municípios.



As mudanças climáticas têm forte impacto sobre as cidades costeiras que ficam ameaçadas pelo aumento do nível do mar. Segundo o IBGE, 279 municípios brasileiros estão na costa, banhados pelo Oceano Atlântico. Recife foi a primeira cidade brasileira a decretar Emergência Climática. O município, que ocupa a 16ª posição no ranking mundial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de cidades mais vulneráveis à mudança climática, estabeleceu por decreto seu compromisso de empenhar esforços para neutralizar as emissões de gás carbônico até 2050. Esta meta fará parte do Plano de Resposta à Mudança Climática do município de Recife.

De forma simplificada, mas suficiente para entendermos o conceito, neutralidade climática se refere a ter o resultado zero no balanço entre a quantidade de Gases de Efeito Estufa (GEE) emitidos e compensados. Para alcançar metas de neutralidade climática, é preciso eliminar ao máximo o uso de combustíveis fósseis no transporte, na geração de energia e na indústria, além é claro de implantar soluções para reduzir as emissões de GEE relacionadas a gestão dos resíduos. Adicionalmente, é preciso compensar parte das emissões com medidas de proteção, como o plantio de árvores ou conservação de florestas, por exemplo, pois as plantas contribuem com a absorção de gás carbônico da atmosfera.

Adicionalmente,

Isso significa que ter uma preocupação sobre os impactos do clima nas cidades é estratégico para o desenvolvimento e afeta positivamente na qualidade de vida dos cidadãos. Muito mais do que se preparar para reagir aos impactos causados pelas mudanças climáticas, os municípios devem ter uma visão integrada considerando o clima como um fator importante em seu processo de governança e, também, contribuir com a redução da emissão dos GEE.

Considerar o clima não é aumentar os desafios para o processo de gestão. Trata-se de construir soluções integradas que geram mais benefícios à população e ao meio ambiente

De forma simplificada, podemos dizer que as mudanças climáticas são causadas pelo acúmulo de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Eles são gerados a partir de diversas fontes. Geralmente associamos as emissões à geração de energia, à produção industrial, aos transportes ou ao desmatamento. Porém, toda a cadeia de gestão de resíduos – que é tema deste conjunto de ferramentas – também é um emissor significativo.



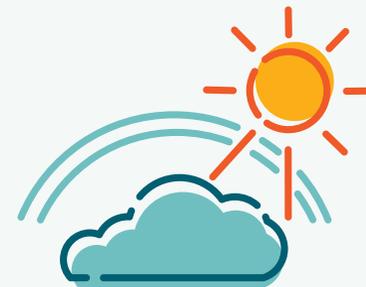
O setor de resíduos sólidos tem uma forte relação com o problema global das mudanças climáticas. Dependendo das rotas tecnológicas que adota, pode ser um emissor significativo ou um setor estratégico para redução de emissões. Rota tecnológica é o conjunto de processos, tecnologias e fluxos de resíduos, desde a geração até a disposição final no aterro sanitário. Rotas que incluem circuitos de coleta diferenciada (orgânicos, recicláveis), contemplam tecnologias de tratamento dos resíduos e valorização energética (produção de combustível derivado de resíduo ou utilização de gás metano, por exemplo), tornam a gestão de RSU estratégica para a redução de emissões de GEE.

O que são os GEEs?

Parte da radiação solar atravessa a atmosfera, reflete nas superfícies do planeta, mas não volta para o espaço, ficando retida. Isso causa o que podemos chamar de efeito estufa natural, que é um dos responsáveis por manter a temperatura global em valores adequados à vida. A camada de ar na atmosfera é composta por nitrogênio (78%) e oxigênio (21%). O valor restante de 1% é composto por dióxido de carbono, vapor de água e outros gases. Nesta proporção, o efeito estufa natural é benéfico à vida. Porém, o aumento da concentração de determinados gases pelas atividades humanas agrava esse efeito, tendo como consequência um acréscimo das temperaturas globais.

São considerados GEEs àqueles com potencial de absorver e reemitir radiação infravermelha, desequilibrando a temperatura na atmosfera. Os GEEs mais conhecidos são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e os clorofluorcarbonos (CFCs).

No caso dos resíduos, a maior emissão gerada é de gás metano. De um ponto de vista climático, o metano contribui 28 vezes mais para o aquecimento global do que o dióxido de carbono (SEEG, 2020).



As mudanças climáticas e a necessária redução da emissão de GEE vêm sendo tratadas mundialmente no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Durante a 21ª Conferência das Partes (COP21), em 2015, foi aprovado o Acordo de Paris com o objetivo de conter o aumento da temperatura média global em menos 2°C acima dos níveis pré-industriais, além de aplicar esforços para limitar esse aumento a 1,5°C.

O Brasil está entre os 196 países que ratificaram o acordo em 2015 e se comprometeram com suas metas de redução até 2030, por meio de suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), definidas em nível nacional. Em 2020, o Acordo de Paris completou cinco anos e os países que são signatários deveriam renovar seus compromissos. O governo brasileiro prevê como meta da NDC reduzir as emissões de dióxido de carbono em 37% até 2025, tendo por base a quantidade emitida em 2005. Além disso, se comprometeu a reduzir o total de emissões de GEE em 43% até 2030. O governo apresentou, ainda, em 2020, a intenção de atingir a neutralidade nas emissões de gases causadores do efeito estufa até 2060.

Como não foram propostas metas setoriais, setor de RSU se tornou fundamental para o atendimento da meta nacional, para tanto, é necessária uma transição do modelo atual de gestão de RSU para um modelo de baixas emissões de GEE.

Para entender o contexto climático

Compromissos globais, compromissos nacionais e ação local

Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)

O Brasil publicou em 2009 a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009). Ela oficializa o compromisso voluntário do Brasil, assumido junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de reduzir as emissões de GEE. Entre as suas diretrizes está o estímulo e o apoio à manutenção e à promoção de práticas, atividades e tecnologias de baixas emissões de GEE e de padrões sustentáveis de produção e consumo. Como política de caráter nacional, a PNMC deve contar com a colaboração dos estados e municípios.

A Lei determina que são instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima, as medidas existentes, ou a serem criadas, que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias, que contribuam para a redução de emissões e remoções de gases de efeito estufa, bem como para a adaptação, dentre as quais o estabelecimento de critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas, compreendidas aí as parcerias público-privadas e a autorização, permissão, outorga e concessão para exploração de serviços públicos e recursos naturais, para as propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos.

Acordo de Paris

O tratado estabelecido no âmbito da UNFCCC rege medidas de redução de emissão de GEE a fim de conter o aquecimento global. Na prática, significa impedir o aumento de 2° C na temperatura global em relação à era pré-industrial e garantir esforços para limitar o aquecimento a 1,5°C.

Agenda 2030

Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade, que busca fortalecer a paz universal. O plano indica 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os ODS, e 169 metas, para erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, dentro dos limites do planeta, sem deixar ninguém para trás. São objetivos e metas claras, para que todos os países adotem de acordo com suas próprias prioridades e atuem no espírito de uma parceria global que orienta as escolhas necessárias para melhorar a vida das pessoas, agora e no futuro. Os ODS aumentam o nosso entendimento de como podemos nos vincular, como municípios, como gestores e como cidadãos a este plano de ação.

Os ODS 3, 6, 7, 11, 12 e 13 estão bastante relacionados com as competências dos municípios, especialmente com relação à gestão de RSU.

ODS



No Brasil, como vimos na parte inicial deste roteiro, o sistema de gestão de RSU é ainda predominantemente caracterizado por duas ações: coleta e disposição final dos resíduos (em aterros sanitários, que é uma forma ambientalmente adequada, ou em aterros controlados e lixões, que são inadequados). Em termos gerais, todas ações de tratamento de resíduos reduzem as emissões de GEE, porém, atualmente, há poucas iniciativas de compostagem, digestão anaeróbia ou valorização energética.

Há um pequeno percentual de aproveitamento de RSU por reciclagem e pouquíssimas experiências isoladas de valorização dos resíduos orgânicos por meio da compostagem.

Segundo a “Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas do Brasil” publicado pelo Observatório do Clima, o setor de resíduos gerou, no ano de 2018, cerca de 929 milhões de tCO₂. Esse dado representa cerca de 5% das emissões de GEE do Brasil (sendo 48% relacionado aos efluentes domésticos e industriais, 51% relacionado à disposição final de resíduos sólidos urbanos e 1% relacionado a incineração de resíduos). Com isso, a maior parte da emissão de GEE contabilizada no setor de resíduos é gerada na disposição final em aterros e lixões.

Isso parece pequeno em comparação com outros setores, mas é preciso levar em conta que um número limitado de atividades, segundo o IPCC, é abarcado pelo setor “gestão de resíduos”. Aterro, lixão, compostagem e incineração de resíduos sem recuperação de energia são contabilizados no setor de gestão de resíduos.

Porém, segundo a sistemática do IPCC, os efeitos climáticos da reciclagem, da recuperação energética dos resíduos e da aplicação do composto orgânico são contabilizadas nos setores da indústria, energia e agricultura. Portanto, os inventários nacionais, que seguem a mesma sistemática do IPCC, medem adequadamente a emissão, mas refletem apenas parcialmente a contribuição das atividades de gestão de resíduos para a mitigação dos GEE, já que as ações de mitigação são contabilizadas em outros setores.

É preciso considerar, adicionalmente, toda a cadeia que envolve o setor, o que inclui também a logística de transporte que está envolvida na coleta e na movimentação dos resíduos, que consome combustíveis fósseis com a emissão de GEE.

Ações voltadas para melhoria da estruturação do setor de resíduos, com base no conceito de economia circular, têm potencial de impactar positivamente outros setores. Por exemplo, a reciclagem de um material evitará a extração de uma nova matéria-prima e reduzirá o consumo energético pela indústria.

À primeira vista, as emissões oriundas dos resíduos representam uma pequena parcela do total de emissões e isso pode não parecer um grande problema. Mas, a quantidade de GEE emitidos pelo setor de resíduos no Brasil teve um crescimento de mais de 600% desde 1970. Se olharmos apenas a partir do ano 2000, o crescimento representou 95%.

O potencial para reduzir emissões de GEE na gestão de RSU é significativamente maior do que o indicado pelo IPCC, que estima que 3% das emissões antropogênicas globais de GEE advém desse setor. Se levarmos em conta o potencial de reaproveitamento de RSU para reciclagem, recuperação de energia e a utilização do composto produzido a partir dos resíduos, uma redução de até 20% no total das emissões de GEE pode ser atribuída à gestão de resíduos sólidos urbanos.

Os GEE emitidos pelo setor de resíduos sólidos são compostos predominantemente de metano (CH_4), originado a partir da decomposição da fração orgânica que é encaminhada para a disposição final em aterros e lixões. Além do metano o setor gera também dióxido de carbono (CO_2) e um pequeno percentual de óxido nitroso (N_2O).

Neste sentido, a intenção deste material é de apresentar ações de mitigação e estimular os municípios a serem parte da solução.

3

Gestão de RSU
com baixas
emissões de GEE



A tendência é de que a geração de resíduos aumente e as emissões de GEE também aumentem. Sem uma ação urgente, até 2050 a geração de resíduos aumentará 70% em relação aos níveis atuais, de acordo com o relatório do Banco Mundial “*What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management 2050*”.

Alguns dos temas cuja atuação impacta diretamente no aquecimento global são de competência federal. Porém, a temática de resíduos é um aspecto das mudanças climáticas em que o município tem competência para agir e em que a sua intervenção tem potencial alto de reduzir emissões e capacidade de gerar impacto positivo em curto prazo.

Melhorias no processo de gestão de RSU são capazes de rapidamente baixar a quantidade de emissões do setor. Isso significa, do ponto de vista climático, realizar ações efetivas e conquistar o reconhecimento do município como um ator crucial no combate às mudanças climáticas.

Significa também que o município e a sua população contribuirão efetivamente para os compromissos nacionais assumidos na direção do combate ao aquecimento global. Essa contribuição pode gerar benefícios econômicos ao município, como acesso a fundos de financiamento nacionais e internacionais. Falaremos sobre benefícios no capítulo 5.

E, claro, as melhorias na gestão de RSU representam uma melhor qualidade de vida para a população, que é a razão da administração pública municipal.

Mas, como fazer? Como reduzir emissões?

Mitigação é a palavra-chave.

As mudanças climáticas são mundialmente combatidas por esforços de:

Mitigação: intervenção humana para reduzir as emissões por fontes de GEE e fortalecer as remoções por sumidouros de carbono. No setor de resíduos, temos como exemplos de iniciativas de mitigação:

1. a reciclagem dos resíduos secos (papel, alumínio, plástico, etc), que evita a necessidade de exploração de matéria-prima e gastos energéticos com sua produção a partir de fontes primárias
2. a compostagem dos resíduos sólidos orgânicos segregados na fonte, que “desvia” essa matéria orgânica do aterramento e contribui para a fixação de carbono no solo, evita a emissão de metano
3. a biodigestão valoriza os resíduos orgânicos para a geração de energia
4. o aproveitamento energético pelo Combustível Derivado de Resíduos (CDR) ou pela incineração de resíduos
5. destruição de biogás de aterro sanitário mediante queima direta (adoção de “flare”), com o metano sendo convertido em CO₂
6. o aproveitamento do biogás de aterro sanitário para a produção de biometano e de energia elétrica

Adaptação: relacionada a aumentar a preparação e a capacidade de resposta aos impactos das alterações climáticas aos níveis local, regional, nacional. Exemplos de iniciativas de adaptação são:

- a instalação de “jardins de chuva”, construídos em um nível ligeiramente mais baixo que as calçadas e ruas, permitindo assim a entrada e o acúmulo de água, com o objetivo de retenção temporária das águas de chuva intensas e redução de alagamentos
- a implantação de telhados brancos, proposta da GBC (Green Building Council – “One degree less”), para a diminuição das “ilhas de calor”, pois esses telhados, por sua refletividade da luz solar, podem contribuir para diminuição da absorção do calor do sol (refletindo mais de 80% o total de incidência de raios solares), para um maior conforto térmico (reduzem de 40% a 70% a temperatura registrada nos ambientes) e para a redução de consumo de energia em aparelhos de ar-condicionado (economia estimada em cerca de 30%)
- a instalação de telhados verdes, com a absorção da energia da luz solar pelas plantas (reduzindo também a formação de ilhas de calor), com maior retenção de águas decorrentes de precipitações pluviométricas, auxiliando na drenagem das águas da chuva e contribuindo para os controles de enchentes em áreas urbanas. Da mesma forma que os telhados brancos, os telhados verdes também contribuem para a redução da demanda energética.

Entre a coleta do resíduo e a disposição final, existem múltiplas possibilidades de intervenção que racionalizam a gestão do resíduo e, ao mesmo tempo, reduzem a emissão dos GEE. Se entendermos resíduo como recurso e como ativo, podemos:

- **Valorizar os resíduos orgânicos encaminhando-os para a compostagem ou para a biodigestão.** Os resíduos orgânicos representam ao redor de 50% da massa total que chega a um aterro ou lixão, onde essa matéria orgânica gera grandes quantidades de metano. Se ao invés de permitir que eles sejam destinados a um 'fim' de ciclo, eles forem separados e tratados, essa geração de metano não acontece. Além disso toda a riqueza de nutrientes e do ciclo de carbono pode ser aproveitada com o composto orgânico produzido. O biogás produzido pela biodigestão é uma energia limpa e pode ser empregado como fonte de energia elétrica ou – como biometano – para o transporte, como substituto a combustíveis fósseis.
- **Separar a fração seca e destiná-la para o aproveitamento por reciclagem.** A reciclagem evita a extração de nova matéria-prima e reduz a demanda de energia e, assim, reduz também a emissão de GEE pela indústria e pelos setores de energia e transportes. Além disso, a reciclagem evita que os resíduos sejam destinados ao aterro ou aos lixões, diminuindo a geração de GEE.
- **Usar resíduos como combustível.** Após a retirada da fração seca, para reciclagem, e da fração orgânica, para compostagem ou biodigestão, os resíduos que teriam como destinação final os aterros podem ser aproveitados como CDR pela indústria, por exemplo, do cimento. Isso substitui combustíveis fósseis e, ao mesmo tempo, diminui a massa que iria para disposição final. Outra forma de aproveitamento energético dos rejeitos pode ser realizada nas plantas de incineração de resíduos.
- **Captar o biogás gerado nos aterros sanitários.** Isso evita sua emissão para a atmosfera e permite usá-lo como fonte de energia elétrica ou como biometano, ou pelo menos transformar o CH_4 em CO_2 por meio da queima do biogás, e assim reduzir seu impacto no clima.



A compostagem é uma forma de recuperar os nutrientes dos resíduos orgânicos e levá-los de volta ao ciclo natural, enriquecendo o solo para agricultura ou jardinagem. Além disso, é uma maneira de reduzir o volume de resíduos produzido pela sociedade, destinando corretamente um resíduo que se acumularia nos aterros gerando mau-cheiro e a liberação de gás metano e chorume (líquido que contamina o solo e as águas). Hoje, cerca de 50% dos resíduos produzidos no país é composto por resíduos orgânicos, que sofrem o soterramento nos aterros, impossibilitando seu aproveitamento e gerando enormes quantidades de metano.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) trouxe para os municípios a obrigação de implementar a destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos, incluindo a adoção de tecnologias de tratamento. Isso quer dizer que os aterros sanitários são o formato adequado de disposição final de rejeitos no solo, mas que há diversas rotas tecnológicas que valorizam o resíduo antes de fazer o mero aterramento. Vale lembrar que aterros controlados são formas inadequadas de disposição final dos resíduos e que os lixões são ilegais.

Existe uma hierarquia de gerenciamento de resíduos sólidos prevista na PNRS, que também contribui com a redução das emissões: não geração, reuso, reciclagem, tratamento e recuperação energética e disposição final adequada em aterros sanitários com captura e queima do biogás.

Para conhecer mais sobre caminhos para aumentar a eficácia da gestão de resíduos, você pode acessar a [Ferramenta de Rotas Tecnológicas e Custos para Manejo de RSU](#), preparada para apoiar gestores e gestoras na identificação de possibilidades e tecnologias para tratamento de resíduos e redução do volume que é levado para disposição final.

Além da redução da emissão dos GEEs, o tratamento dos resíduos sólidos e a sua disposição adequada evitam a contaminação dos solos e diversos problemas de saúde pública, podendo, ainda, atuar como um importante vetor para a inclusão social dos catadores e das catadoras dos lixões, bem como exercer papel preponderante na conquista de melhorias para as populações carentes que vivem no entorno dos lixões.

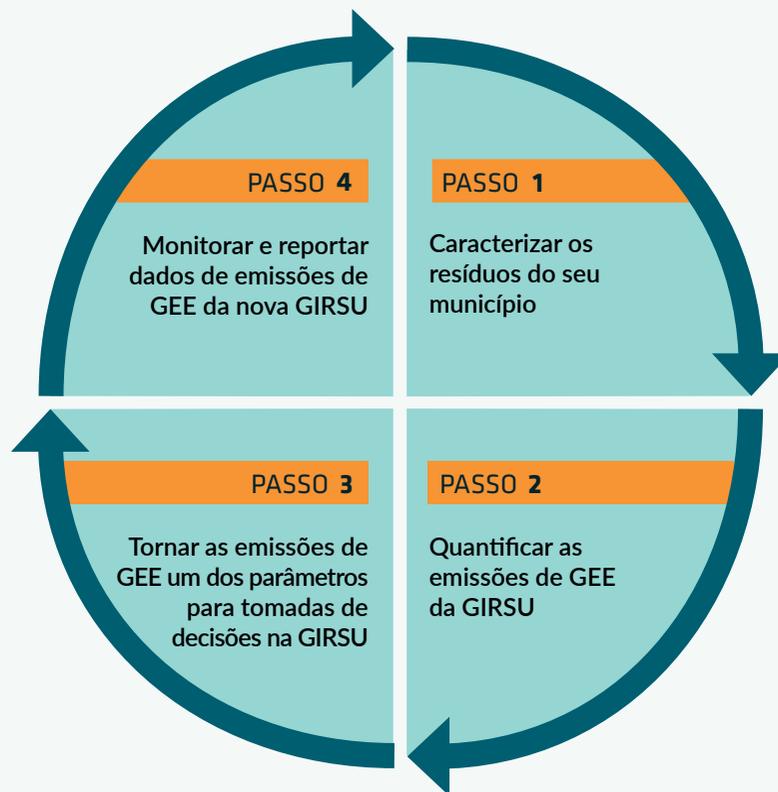
Do ponto de vista global, a gestão adequada dos RSU também colabora para superar outro desafio de escala mundial: a quantidade de resíduos que chega no mar. Muitos resíduos ainda são jogados diretamente em córregos ou em locais inapropriados, sendo carreados pela chuva e desembocam no mar num processo danoso para o meio ambiente. Muitos animais marinhos morrem diariamente por engolir plásticos ou por ficarem presos em resíduos. A boa gestão de RSU também evita que isso aconteça.

4

Quais os passos para uma gestão de RSU que colabore para combater as mudanças climáticas?



Para chegar a uma Gestão Integrada de RSU (GIRSU) que colabore para combater o aquecimento global, é necessário ter dados suficientes que permitam caracterizar e quantificar as emissões do seu município, estabelecer parâmetros para a tomada de decisões, seguir monitorando o sistema de gestão e criar mecanismos de reportar os dados, de forma a retroalimentar o ciclo e qualificar a gestão cada vez mais.



Conheça mais sobre cada um dos passos que apoiam os gestores municipais neste processo.

4.1. PASSO 1 – Caracterizar os resíduos do seu município

Um grande desafio das pessoas responsáveis pela gestão pública é ter uma base de dados confiável e representativa para formação de política pública e/ou para tomada de decisão. No caso dos resíduos não é diferente.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é a base de dados mais representativa de saneamento no Brasil. O Diagnóstico do SNIS é composto a partir da resposta voluntária de questionários por parte dos municípios e dos prestadores de serviços de saneamento, o que gera uma variação anual da amostra que, de fato, responde ao questionário. Trabalhar com médias nacionais ou dados de outros municípios pode ser uma alternativa quando não se tem dados reais do município, mas é preciso cuidado para não acarretar tomada de decisões falhas ou precipitadas, não apropriadas para a realidade local. Além disso, os dados nacionais trazem informações sobre a quantidade de resíduos gerada e o *per capita*, insuficientes para um diagnóstico mais preciso dos resíduos.

Devido a necessidade de formar um banco de dados mais preciso para embasar decisões, é importante fazer a caracterização dos resíduos do município para conhecer suas propriedades e características.

A caracterização é um processo através do qual se determinam as propriedades físicas, químicas e biológicas de um resíduo, por exemplo dos RSU.

- As características físicas poderão ser: geração (quantidade) total e per capita, composição gravimétrica, peso específico aparente, teor de umidade, granulometria e compressibilidade no caso do aterramento.
- As características químicas e biológicas dos resíduos sólidos podem ser definidas por alguns fatores específicos, tais como: poder calorífico, potencial hidrogeniônico (pH), composição química, relação carbono/nitrogênio (C:N), presença de cloro e ainda potencial de geração de biogás, metais pesados, entre outros.

No que diz respeito à caracterização física, na análise gravimétrica são cadastradas as frações segundo sua tipologia, como por exemplo papel/papelão, vidro, plástico, matéria orgânica e, na análise granulométrica, registra-se a incidência destas frações conforme os tamanhos dos grãos. Eles são classificados, por exemplo, nas faixas de 0-20mm; 20-40mm; 40-60mm; 60-80mm; 80-100 mm, 100-120mm e acima de 120 mm. Esta estratificação embasa a radiografia da geração de resíduos e permite definir como e onde deverá haver intervenção tecnológica.

As caracterização dos resíduos sólidos urbanos é uma etapa crucial para o desenvolvimento dos conceitos tecnológicos das plantas de tratamento, pois permite selecionar as melhores tecnologias e adequá-las ao fluxo de material existente. A análise gravimétrica, granulométrica e analítica, permite dimensionar os equipamentos e escolher as melhores técnicas segundo seu potencial de empregabilidade no fluxo operacional e de receptividade do mercado consumidor de recursos secundários.



Para realizar o primeiro planejamento tecnológico do município e quantificar as emissões de GEE, é necessário fazer a caracterização dos resíduos considerando a composição gravimétrica e sua incidência granulométrica – que é o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra e as faixas de tamanho das frações de resíduos, respectivamente. Uma análise química e biológica poderá ser introduzida em uma segunda etapa, quando já se tem a primeira diretriz tecnológica.

Uma vez levantadas as informações sobre a geração e as características dos resíduos municipais, devemos dar o segundo passo, que é utilizar esses dados para quantificar as emissões de GEE.

4.2. PASSO 2 - Quantificar as emissões do sistema de GRSU do seu município com simulações para diferentes cenários

Há diversas ferramentas e metodologias para o cálculo das emissões de GEE, com parâmetros e alcances diferentes entre si. O objetivo e o escopo de quantificar as emissões de GEE do gerenciamento de resíduos podem ser muito diferentes: ela pode ser utilizada como critério de planejamento, para reportar um inventário, para avaliar o impacto de diferentes opções tecnológicas ou políticas públicas ou, ainda, para monitorar o desempenho de tecnologias que preveem a mitigação de emissões, com fins de comercialização das toneladas mitigadas de CO₂.

Duas metodologias merecem destaque, por contribuírem diretamente com as estratégias nacionais e com a visão da PNRS e da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC):

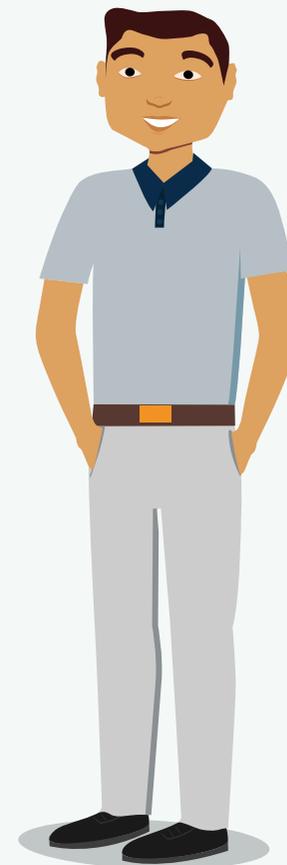
- O Método IPCC: metodologia internacional de referência para reporte das Comunicações Nacionais de emissões, onde são feitas as estimativas setoriais. Sob esta ótica, consideram-se somente as emissões intrínsecas ao setor de resíduos, dependentes do local e do momento em que ocorrem, sem considerar os efeitos na cadeia produtiva
- A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): que apresenta uma visão integrada, focada no fluxo de materiais, desde a extração da matéria-prima até a disposição final dos rejeitos. Neste caso, consideram-se todas as emissões decorrentes do gerenciamento dos resíduos, independentemente do local ou do momento em que as emissões ocorrem, considerando as emissões que determinadas tipologia e quantidade de resíduos podem gerar ou evitar em toda a cadeia produtiva.

Observando como objetivos da análise de emissões de GEE para qualificar a gestão de RSU, contribuir para o clima e elaborar propostas de projetos mais sustentáveis, a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é considerada mais apropriada, pois permite que os benefícios das ações de gestão integrada dos resíduos se reflitam integralmente nas quantificações das emissões do setor, além de evidenciar a relação do setor de resíduos com outros setores da economia (como a indústria, a energia ou o transporte).

Sugerimos a utilização da “Calculadora de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU – Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)” para calcular essas estimativas nos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos nos municípios brasileiros. Também está disponível o [Manual da Calculadora](#), que traz orientações quanto ao seu uso e quanto à análise de dados.

Os resultados da Calculadora de Emissões de GEE fornecem uma aproximação quantitativa suficientemente precisa dos impactos de GEE de diferentes estratégias para o manejo de RSU como contribuição para a tomada de decisão no processo de planejamento. A Calculadora está baseada na metodologia ACV e estruturada no editor de planilhas Microsoft Excel. O seu uso não requer muita experiência profissional na gestão de resíduos sólidos. A calculadora pode ser usada até por pessoas que tenham apenas conhecimentos básicos no setor.

O objetivo da Calculadora de Emissões de GEE é auxiliar no entendimento dos efeitos da gestão adequada de resíduos nas emissões de GEE. A calculadora permite a quantificação e comparação das emissões de GEE para diferentes estratégias de gerenciamento de resíduos, ao longo de todo o seu ciclo de vida, geradas pelas diferentes rotas tecnológicas das frações dos diferentes resíduos (matéria orgânica e recicláveis secos, como vidro, papel e papelão, plásticos e metais, etc). Tem direta aplicação na etapa de planejamento ou melhoria da gestão de resíduos municipal, no desenho de projetos para acesso a recursos de financiamento, na elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do município, dentre outras aplicações.



Os valores-padrão permitem que as aproximações sejam feitas mesmo se os dados específicos ainda não estiverem disponíveis. Em uma mesma simulação, podem ser comparadas até três opções diferentes de gerenciamento de resíduos com o cenário-base.

A Ferramenta soma as emissões de todos os resíduos ou fluxos de reciclagem, respectivamente, e calcula as emissões totais de GEE de todas as etapas do processo. Os cálculos também incluem todas as emissões futuras causadas por uma determinada quantidade de resíduos tratados. Isso significa que quando os resíduos são enviados para aterro, por exemplo, as emissões de GEE calculadas incluem as emissões acumuladas que essa quantidade de resíduos irá gerar no futuro durante sua degradação.

Em todas as etapas de uma rota tecnológica, ocorrem emissões de GEE para cada fração de resíduo. As atividades geram materiais (recursos) para seu uso nos processos produtivos (“matérias-primas secundárias”) que substituem matérias-primas primárias na indústria, ou combustíveis alternativos que substituem combustíveis fósseis (waste to energy). Os benefícios da substituição de matérias-primas primárias ou combustíveis fósseis são calculados em créditos de acordo com as emissões evitadas nos processos correspondentes.

Para usar a Calculadora, o cenário-base deve ser montado com dados atuais do próprio município, como quantidade total de resíduos e geração de resíduos per capita, composição gravimétrica dos resíduos, práticas de tratamento e valorização. Na ausência de alguns dados, podem ser usados valores-padrão sugeridos.

O Cenário 1 pode ser definido pela situação do município, mas incluindo algumas melhorias, por exemplo, no tratamento e na destinação final de uma parcela dos resíduos sólidos gerados.

O Cenário 2 deve refletir um sistema de gestão de RSU mais avançado, por exemplo, com tratamento de uma parcela dos resíduos sólidos gerados.

O Cenário 3 deve propor um sistema moderno de gerenciamento, por exemplo, com iniciativas que possibilitem uma redução expressiva da parcela dos resíduos sólidos que ainda precise ir para disposição final em aterro sanitário e com aproveitamento energético de parcela dos resíduos na etapa de tratamento, considerando padrões avançados existentes em outras partes do mundo que inspirem seu município.

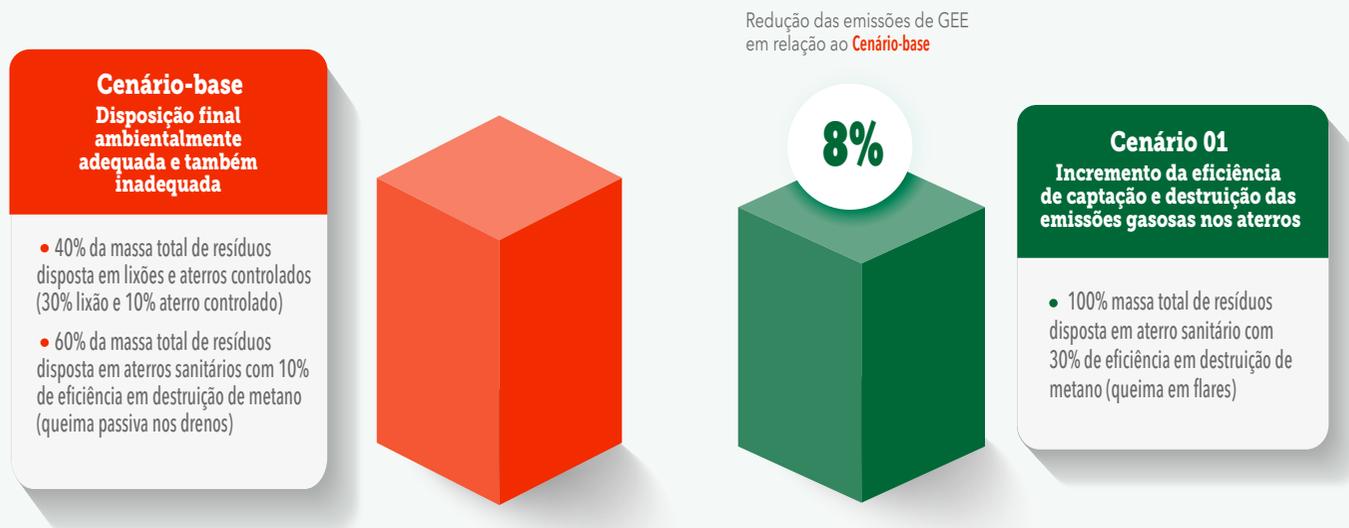
A Calculadora permite, também, que sejam criados outros cenários, com variações que sejam adequadas a cada município.



COMO A DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS CONTRIBUEM PARA O COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS?

Aqui, vamos simular alguns cenários de emissões de GEE a partir da inserção gradual de tecnologias de tratamento e de disposição final em aterros sanitários. Simularemos para uma cidade com 200 mil habitantes, com as seguintes características da geração de resíduos:

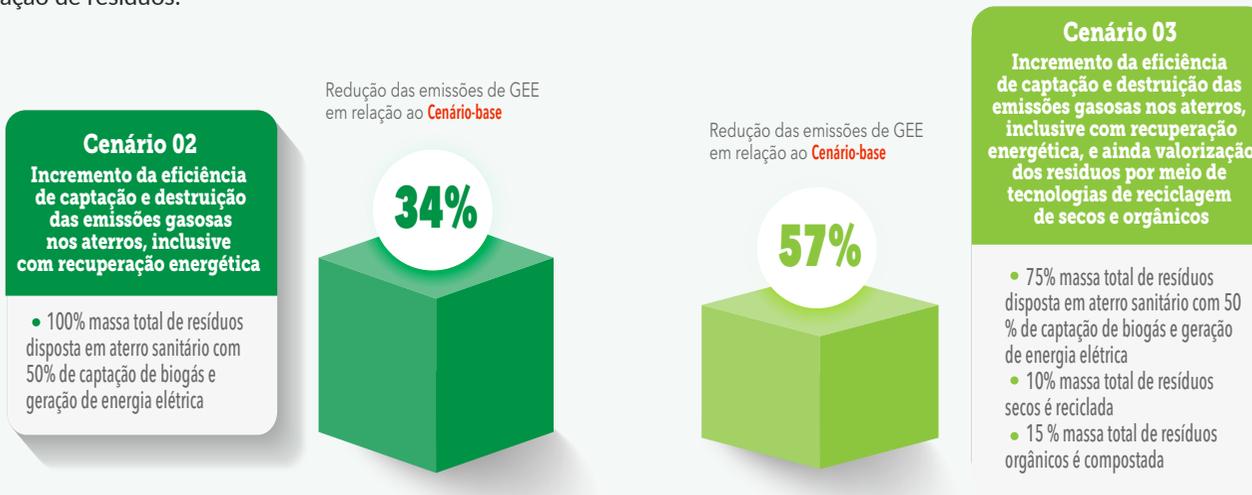
Dados: (i) geração per capita de 0,96kg/hab/dia (média do Brasil), totalizando 80.505 toneladas por ano; e (ii) composição gravimétrica com 51,4% de orgânicos, 36,6% de recicláveis secos e 12% de rejeitos (IBGE 2010).



É importante destacar que o **Cenário-base** possui, ainda, emissões indiretas que não são quantificadas nessa modelagem. Ou seja, a disposição final inadequada em lixões ou em aterros controlados, além de todos os danos ambientais e sociais envolvidos, também gera impactos climáticos muito negativos, entre eles a emissão de carbono negro durante a queima a céu aberto de resíduos em lixões.

Do **Cenário-base** para o **Cenário 1**, ficam evidentes os benefícios climáticos, com redução da ordem de 8% nas emissões, pela transição de um cenário que ainda possui lixões para um cenário com 100% de disposição final em aterros sanitários com queima de biogás. Ademais, são inúmeros os benefícios do encerramento de lixões para a saúde pública, para os recursos hídricos e fauna da região, entre outros.

Vale lembrar que a condição base para o avanço da PNRS é o encerramento de lixões e a destinação final ambientalmente adequada, e isso implica tanto em introdução de tecnologias para valorização de resíduos quanto sua disposição final em aterros sanitários. Nesse sentido, as simulações apresentadas partem de um cenário-base ainda com disposição final inadequada em lixões e aterros controlados, e apresenta uma transição para 100% de disposição final em aterros sanitários, associada à implementação de rotas tecnológicas de valorização de resíduos.



Nos aterros sanitários, existem ações de mitigação de gases de efeito estufa que podem variar de eficiência, a depender da forma de coleta do gás e sua destruição ou aproveitamento. Nesse caso, percebemos um aumento significativo no potencial de mitigação de emissões de GEE no aterro sanitário do **Cenário 2** que reduz em ca. 34% as emissões por medidas de captação ativa do biogás e geração de energia, em relação ao **Cenário-base**.

Visando potencializar a destruição do metano e o aproveitamento energético do biogás, é importante que haja um mecanismo de incentivo econômico em relação ao CO₂ eq mitigado para viabilizar financeiramente esse investimento, principalmente em aterros de médio porte. O **Cenário 3** incorpora exemplos de tecnologias de tratamento e valorização das frações orgânicas e secas dos resíduos, levando a uma redução de 57% nas emissões, comparado ao **Cenário-base**.

Todas essas práticas de tratamento e desvio de massa de aterro, bem como de captura, queima e uso do biogás em aterros sanitários por meio da geração de energia, resultam na proteção do clima. Além disso, há diversos benefícios ambientais, econômicos e sociais para a região!

Vale ressaltar que a viabilidade de cada inserção tecnológica precisa ser sempre avaliada do ponto de vista técnico-econômico, em razão da capacidade do município e/ou dos consórcios em arcar com essas soluções tecnológicas.



Os processos de caracterizar os resíduos de um município e quantificar as emissões em determinados cenários de gerenciamento, permite ao município qualificar a gestão de RSU e avaliar o potencial de mitigação de emissão de GEE. Esta é uma forma de melhorar a gestão dos resíduos e gerar mais qualidade de vida para a população. Além disso, é mais um argumento que reforça a tomada de decisão e priorização de investimentos. O município ganha com melhor entrega à população, contribui para compromissos nacionais e globais e, ainda, tem benefícios econômicos ao estar em melhores condições para pleitear recursos e acessar outras fontes de recursos financeiros.



PASSO 3 – Utilizar a redução de emissão de GEE como um dos critérios de tomada de decisão no gerenciamento de resíduos em seu município

Se pudermos retirar o máximo de resíduos orgânicos e de recicláveis secos do fluxo dos resíduos, que começa com a coleta e termina na disposição de rejeitos no aterro, já teremos oferecido uma contribuição enorme à eficiência do sistema de gestão de RSU e ao clima. Essa atitude representa o que chamamos de tratar e valorizar o resíduo.

Tratar resíduos significa aproveitar o potencial que eles têm para serem aproveitados como matéria-prima e fonte de energia. Ao longo deste roteiro, demonstramos como enxergar o resíduo como recurso, e não como um problema.

Pensar racionalmente nos resíduos como ativo e como recurso, permite gerar benefícios para a população, para a administração pública e também para o clima. Além disso, permite ao mesmo tempo gerar mais emprego e renda na cadeia dos resíduos.

A redução do desperdício de alimentos e do consumo, o aumento da reciclagem da fração seca e o tratamento da fração orgânica são algumas das principais estratégias para reduzir as emissões de GEE no setor de resíduos.

A curto prazo, a captura do biogás em aterros sanitários é crucial para reduzir emissões decorrentes da disposição final dos resíduos e pode ser uma oportunidade de geração de energia elétrica ou para a produção de combustível renovável. Mesmo que não haja um aproveitamento energético do gás, a coleta ativa e a queima do gás são ações mitigadoras muito relevantes.

No encerramento de lixões e de aterros controlados, pode ser utilizada uma Camada de Oxidação de Metano¹ para redução das chamadas emissões fugitivas.

É importante saber que cada vez mais os bancos de desenvolvimento e financiadores internacionais já exigem ou priorizam projetos que comprovem benefícios ao clima, além do crescimento substancial de fundos climáticos que, para serem acessados, requerem do projeto uma estimativa, monitoramento e reporte das emissões de GEE. Se o seu município já tem essa visão, terá mais facilidade de recorrer à cooperação técnica e financeira no avanço de sua gestão.

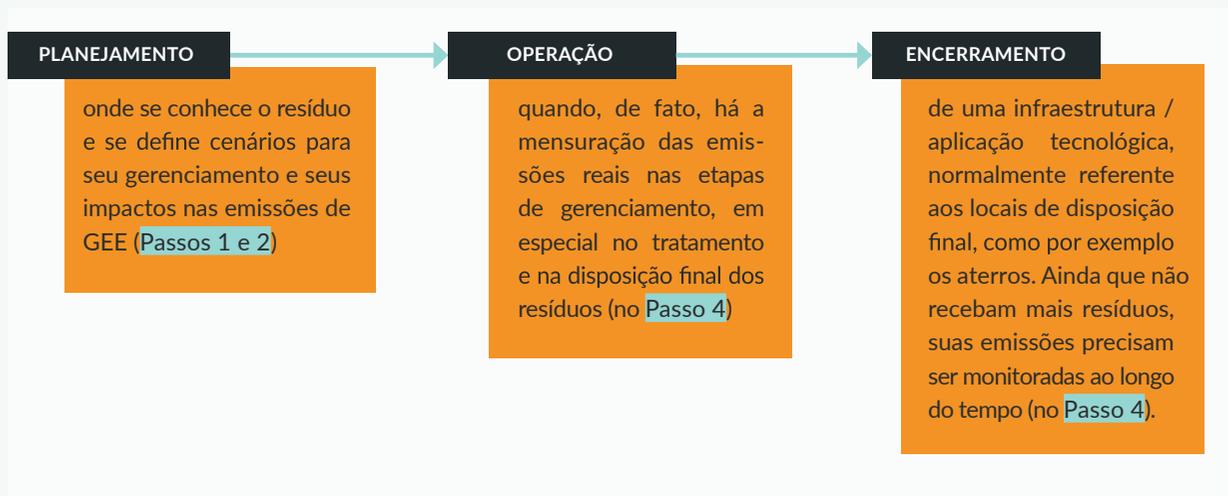
Preste atenção!

Cabe ressaltar que o encerramento de um lixão com a transferência dos resíduos para serem aterrados em um aterro sanitário, sem medidas de mitigação de emissões de GEE, conduz a um aumento das emissões de GEE. Dependendo da sua profundidade e da presença de oxigênio, os lixões costumam gerar mais CO₂ e menos CH₄, enquanto nos aterros sanitários ocorre o inverso. Lembra que o CH₄ tem um potencial 28 maior de aquecimento? Portanto, é fundamental que os aterros sanitários realizem a captação e queima do biogás (com ou sem aproveitamento energético).

¹ As camadas de cobertura oxidativas têm como características a utilização de materiais, geralmente produtos compostados, que criam condições ótimas no desenvolvimento de micro-organismos que consomem CH₄ (HUMER et al, 2009).

4.4. PASSO 4 – Monitorar e reportar as emissões de GEE dos sistemas implantados para a melhoria contínua da gestão dos resíduos em seu município

A fase de monitoramento começa quando a infraestrutura e tecnologias entram em operação. Como já foi dito anteriormente, a quantificação de emissões de GEE pode ocorrer desde a etapa de planejamento do sistema de gerenciamento até o encerramento de uma tecnologia ou estrutura.



Portanto, o monitoramento das emissões geradas por resíduos sólidos nas fases de operação e de encerramento dos aterros sanitários é essencial para garantir a melhoria contínua do desempenho ambiental do sistema de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos (GIRSU) no município e, desta forma, comunicar os resultados dos investimentos realizados no setor para toda a sociedade.

Nesse sentido, tendo sido estabelecidos os objetivos de redução de emissões de GEE pela implantação de uma nova rota tecnológica para o RSU, o desempenho dessas iniciativas deve ser mensurado e a sua eficácia analisada criticamente nas fases de operação e encerramento de locais de disposição final.

A partir dos resultados mensurados e reportados, é possível tomar medidas para a melhoria do desempenho, ao fornecer as informações necessárias para a tomada de decisão visando melhorias nos sistemas e tecnologias implantados como o redesenho de processos ou substituição de maquinário e instalações e, até mesmo, o uso de novas tecnologias.

O monitoramento pode se dar pelo acompanhamento dos indicadores específicos de cada tecnologia implantada na nova rota tecnológica do município.

Pode se monitorar, por exemplo

- na compostagem, a quantidade de composto gerado a partir dos resíduos orgânicos;
- na biodigestão anaeróbia, a quantidade de biometano ou a quantidade de energia elétrica gerada;
- na triagem, as quantidades de materiais recicláveis secos desviados do fluxo de aterramento e encaminhados para a cadeia de reciclagem;
- na produção de CDR, a quantidade de resíduos transformados em CDR e encaminhados para co-processamento;
- na disposição final, a quantidade e qualidade do biogás captado, a quantidade de CO₂ mitigado e a quantidade de energia elétrica gerada.

Cabe ressaltar que nos casos de financiamento com critérios climáticos e especificamente para fundos climáticos, o monitoramento de emissões de GEE é obrigatório e deve seguir os padrões definidos pelo respectivo mecanismo financeiro.

Deve-se prever, também, que sejam estabelecidos mecanismos para assegurar que os recursos (humanos, infraestrutura, tecnologia e financeiro) sejam disponibilizados para um monitoramento adequado, e que as informações relevantes sejam documentadas e possam assim ser reportadas às partes interessadas.



5

Benefícios aos municípios que reduzem emissões com melhorias na gestão de RSU

Se cada município no Brasil tomar medidas que melhorem a gestão de RSU, o impacto positivo para a redução das emissões do país será muito grande.

Convidamos você a adotar as medidas de mitigação que apresentamos neste roteiro e a inspirar outros municípios no Brasil, e quem sabe até mesmo em outros países, a fazer o mesmo.

Ao melhorar a gestão de RSU e reduzir as emissões de GEE no gerenciamento de resíduos de seu município será possível alcançar muitos benefícios. Veja alguns deles:

- Redução de impactos ambientais, melhoria da qualidade de vida e do ambiente urbano;
- Melhorias no saneamento que beneficiam diretamente à saúde da população;
- Geração de novos empregos e renda, fortalecendo o mercado local e promovendo a integração dos trabalhadores formais e informais ao sistema de gestão integrada de RSU;
- Qualificação do capital político da gestão municipal, que ganha com inovação, eficácia e articulação;
- Reconhecimento local, nacional e até mesmo internacional, inspirando com boas práticas a adoção de medidas semelhantes por outros municípios;
- Acesso a recursos disponíveis em fundos climáticos, criados para estimular a adoção de medidas convergentes com os acordos globais de proteção climática e só disponíveis com comprovação de programas e ações de gestão que permitam mitigar o impacto climático.

Num sistema de gestão de RSU mais avançado e complexo, em que existem coleta seletiva, reciclagem e compostagem, por exemplo, a necessidade de mão-de-obra é maior. Dessa forma, pessoas que trabalhavam de maneira informal podem passar para a formalidade e, claro, ter melhor renda e muito mais qualidade de vida.



Existem diversos fundos com recursos disponíveis para os municípios que buscam financiamento para ações da gestão e de infraestrutura, como é o caso do FEP, sigla para Fundo de Apoio à Estruturação e ao Desenvolvimento de Projetos de Concessão e Parcerias Público-Privadas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, que apoia projetos de infraestrutura e considera gestão de RSU como tema prioritário. Os municípios podem obter, ainda, financiamentos de bancos multilaterais, como o BID, o CAF e o KfW e, nesses casos, um projeto que preveja contribuir para a mitigação de GEE, além de melhorar a gestão de RSU tem, com certeza, um diferencial perante aos demais projetos.



6

Recomendações

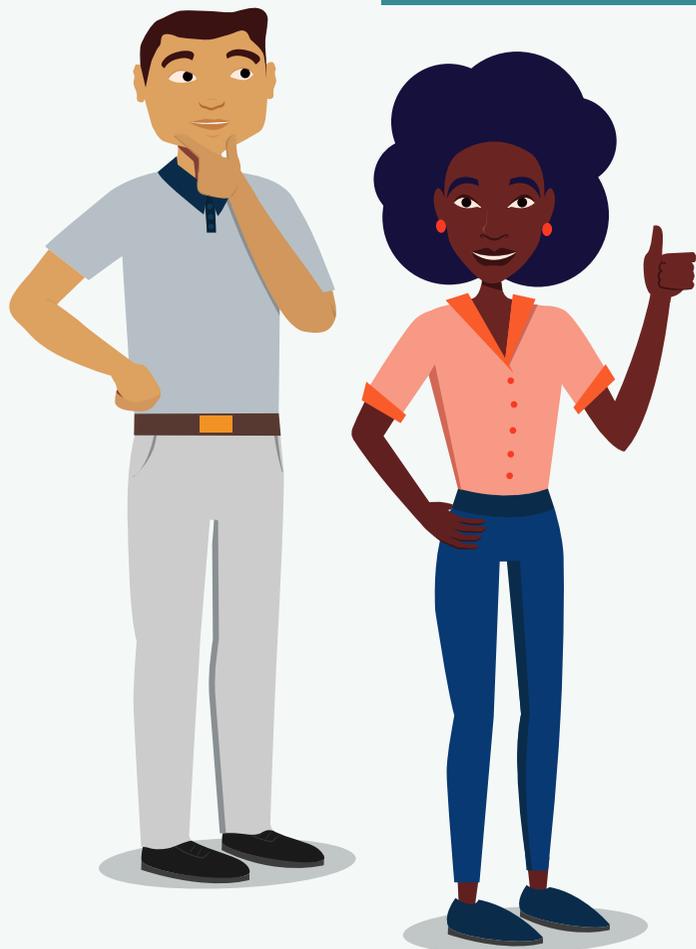
A promoção de maior eficácia na gestão de RSU aumenta a qualidade de vida da população, gera emprego e renda e leva a uma significativa melhoria na prestação do serviço público pela gestão municipal. Além disso, impacta consideravelmente na redução das emissões de gases de efeito estufa.

Ao mesmo tempo contribui para o cumprimento das diretrizes estabelecidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) e pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), além de contribuir com os compromissos nacionais do Brasil no contexto do Acordo de Paris.

Adicionalmente, possibilita condições para que os municípios possam acessar outras fontes de recursos como os fundos climáticos, contribuindo para um dos maiores desafios na gestão municipal como um todo, que é o acesso a recursos e financiamento.

Desejamos que você se sinta estimulado a fazer as transformações necessárias e que todas as ferramentas disponibilizadas possam colaborar para que essas transformações sejam colocadas em prática.

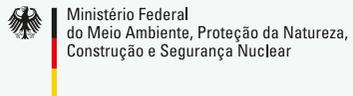
Faz sentido adotar medidas que reduzem a emissão de GEE pelo manejo de RSU? Sim, elas trazem ganhos para a população, para a percepção dos munícipes sobre a gestão pública, para a gestão municipal e a governança pública e, sobretudo, para a manutenção das condições climáticas para a vida na Terra.



O uso das ferramentas do ProteGEEr pode trazer subsídios muito importantes aos instrumentos de Planejamento, como o Plano de Saneamento Básico (PSB) e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), aos Estudos de Viabilidade, principalmente na área ambiental, e aos Projetos do seu município. Para saber mais sobre o Kit de Ferramentas ProteGEEr e como ele pode apoiar a gestão de RSU em seu município, acesse o site <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/protegeer>.



POR ORDEM DO



da República Federal da Alemanha