

# Treinamento para a utilização da Ferramenta para Cálculo de Emissões de Gases de Efeito Estufa

Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos

Guilherme Gonçalves

Recife, 17 de março de 2022.

# CIRSOL - ProteGEEr

## Capacitação - Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa

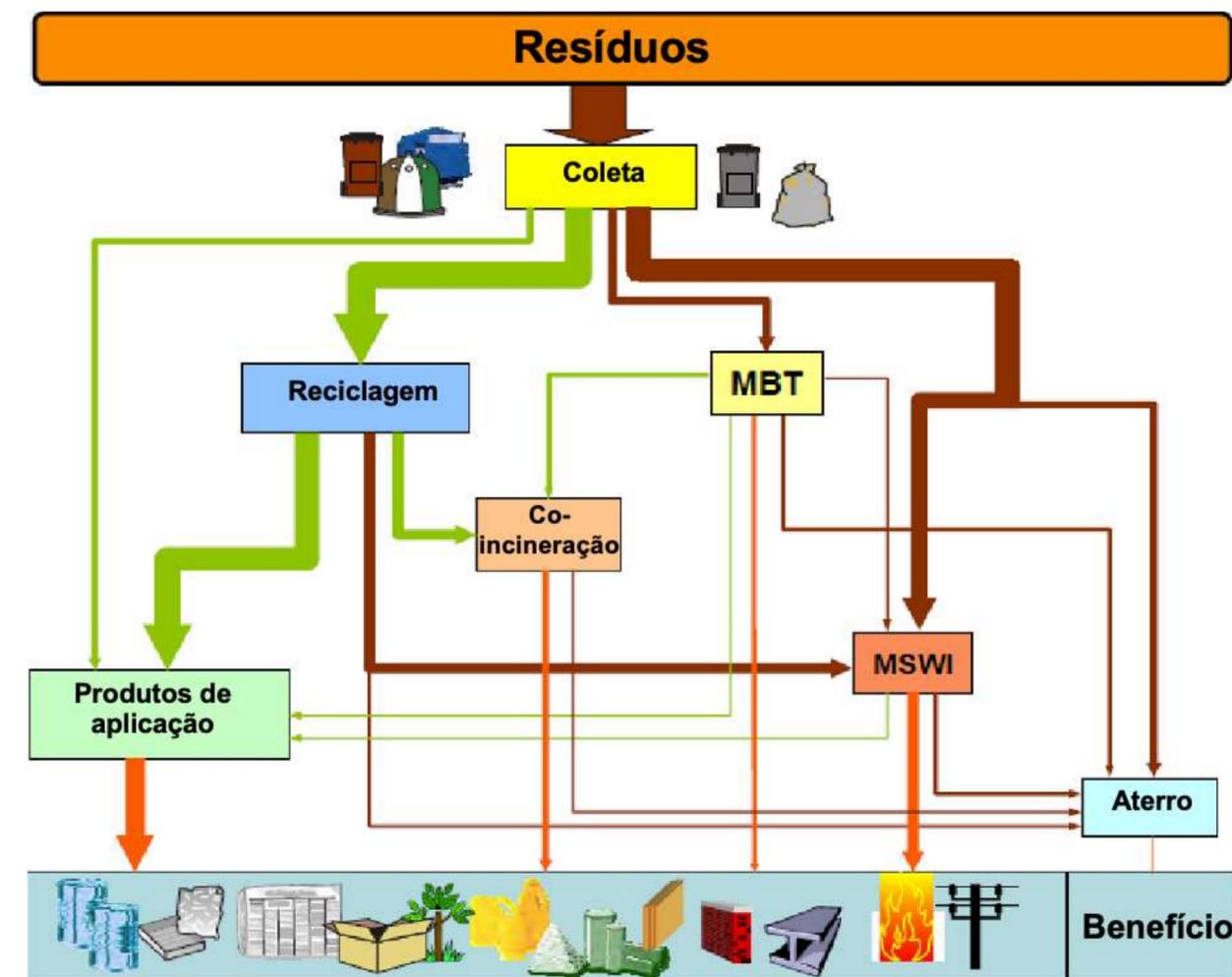
- Contextualização e Introdução a ferramenta (15 min)
- Apresentação da Estrutura do Manual e da Ferramenta (30 min)
- Como Utilizar a Ferramenta (45 min)
- Perguntas e respostas (30 min)

# Ferramenta para Cálculo de Emissões de GEE

A Ferramenta para Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE) faz parte de um “pacote” de ferramentas de apoio à tomada de decisão.

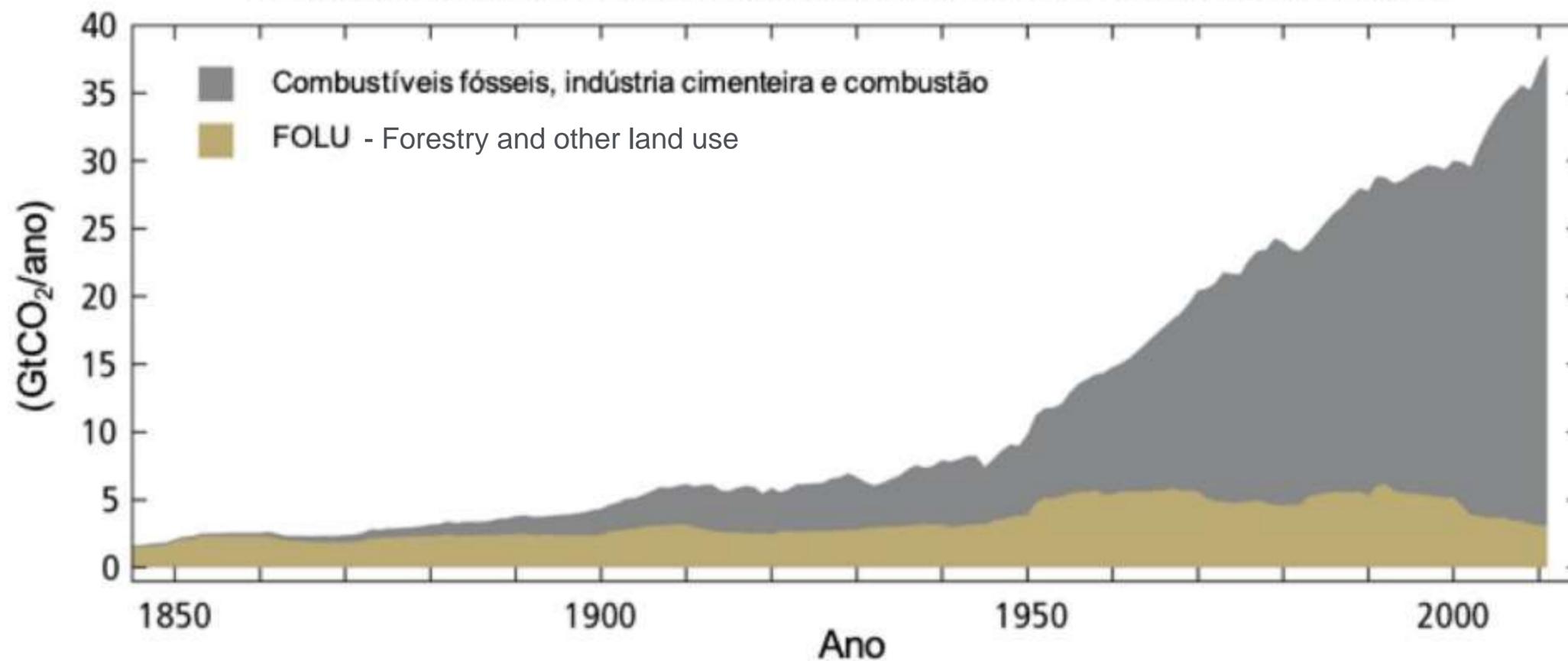
A análise é realizado através da caracterização das alternativas com base nas *emissões de GEE*.

Baseada no conceito de rota tecnológica, a ferramenta é uma *adaptação* da Calculadora desenvolvida no ano 2009 pelo Insituto ifeu, patrocinada pelo KfW Development Bank em cooperação com a GIZ.

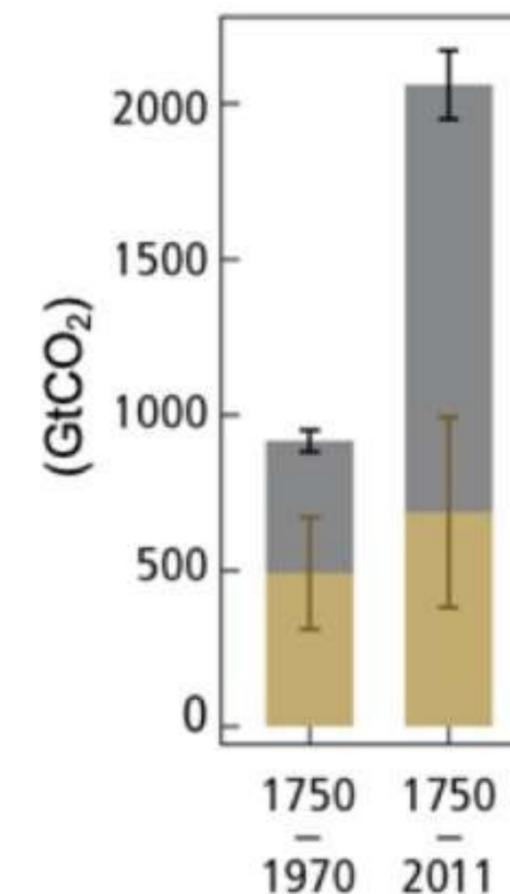


## Emissões Antropogênicas de CO<sub>2</sub> Globais

Informações quantitativas sobre as series temporais de emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O são limitadas



### Cumulativas de CO<sub>2</sub>



40%

dos GEE emitidos desde 1750 ainda permanece na atmosfera

880±35 GtCO<sub>2</sub>e

(IPCC, 2014)

# Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

2.606  
MtCO<sub>2</sub>e

Total de emissões de GEE das 50 maiores cidades do planeta (The World Bank, 2010)

0,87°C

Aumento na temperatura média da superfície da terra na década entre 2006 e 2015 (IPCC, 2014)

60-80%

Fração de emissões de GEE associada às atividades urbanas (Akenji & Chen, 2016)

0,20°C

Aumento da temperatura média da superfície a cada década (IPCC, 2014)

50%

das emissões antrópicas de GEE associadas aos hábitos de consumo dos 10% mais ricos da população (Akenji & Chen, 2016)

20%

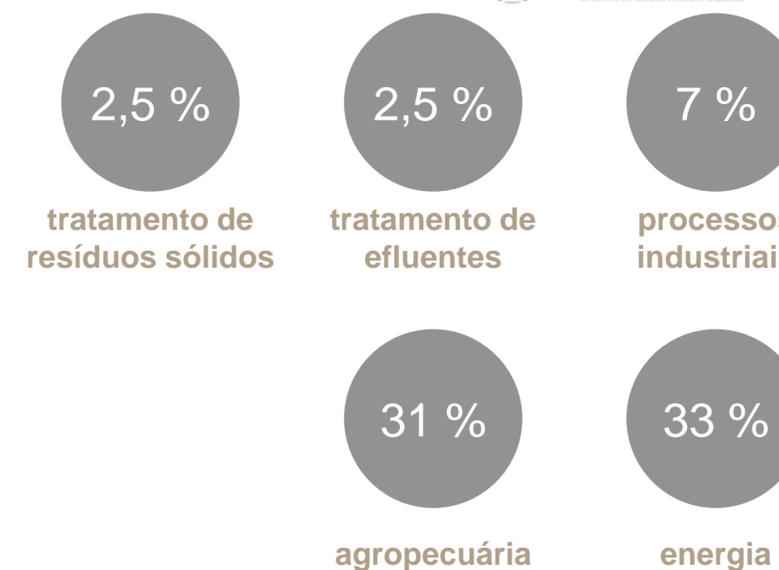
do aquecimento global observado refere-se às emissões decorrentes das atividades antrópicas (IPCC, 2014)



# COP 21 - Acordo de Paris

*(objetivo) ~ fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças no clima, no contexto de desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza;*

*(meta) ~ conter o aumento na temperatura média global em 2 °C acima do nível pré-industrial, buscando esforços para limitar o aumento de temperatura a 1,5 °C*



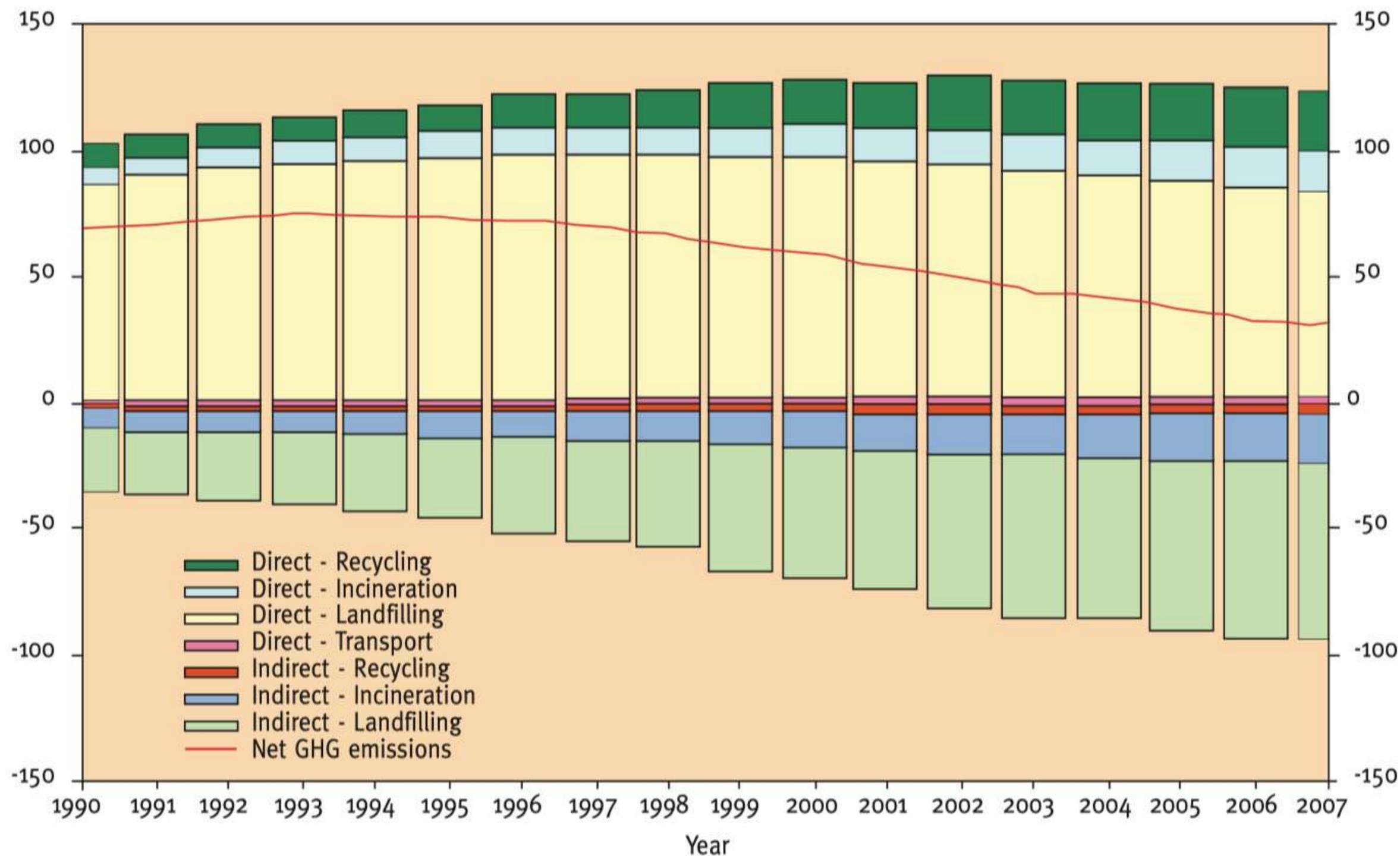
Fonte: 4 Edição - Estimativas Anuais, Sirene 2015

## Emissões de GEE

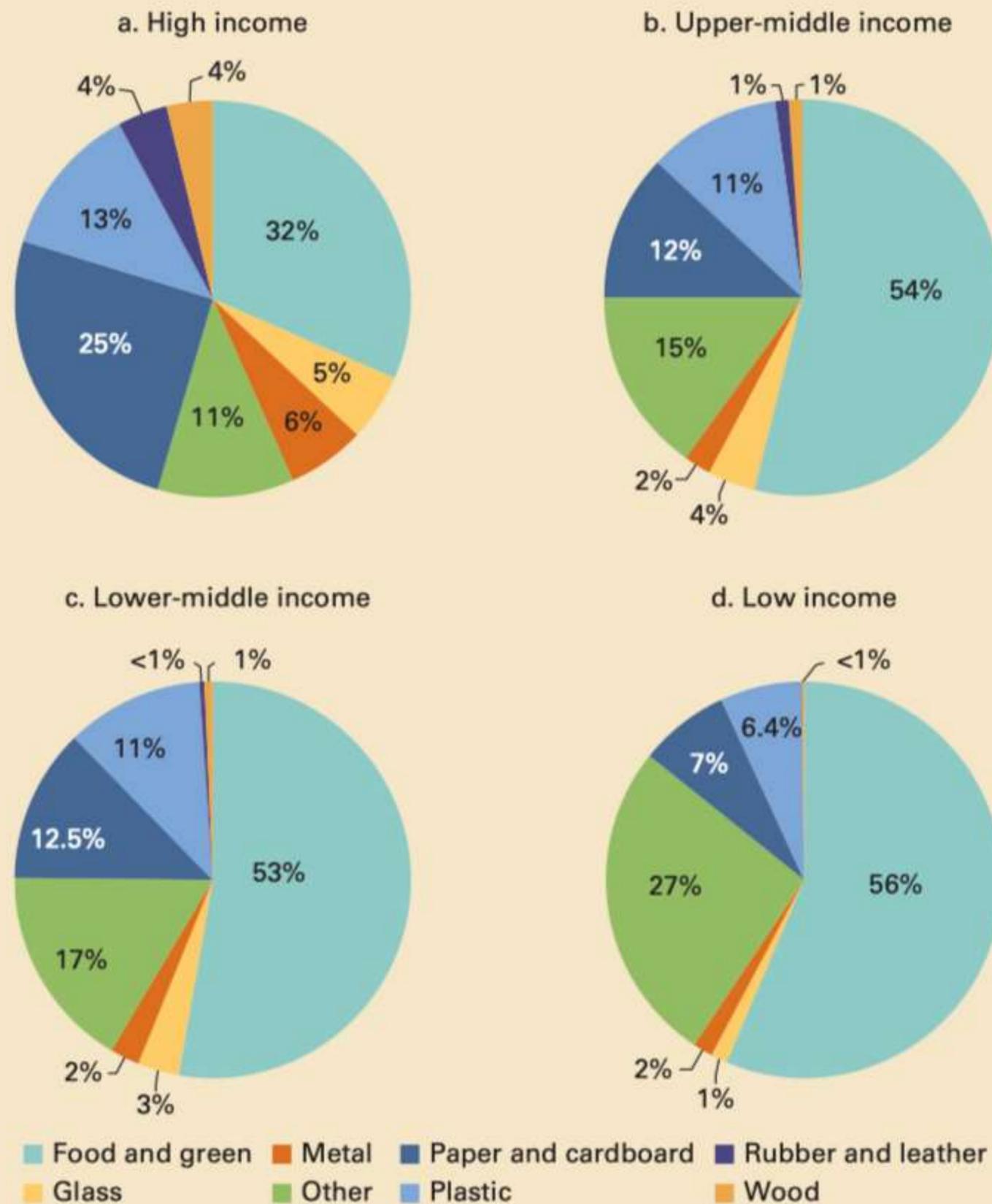
### variações

O mecanismo de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos com maior incidência nas emissões de GEE (M toneladas) é a disposição final durante o período 1990-2007. A recuperação de LFG considera-se em torno de 50% (100 anos)

Fonte: International Solid Waste Association. 2009. Waste and climate change, ISWA White Paper.



**Figure 2.9 Waste Composition by Income Level**  
percent



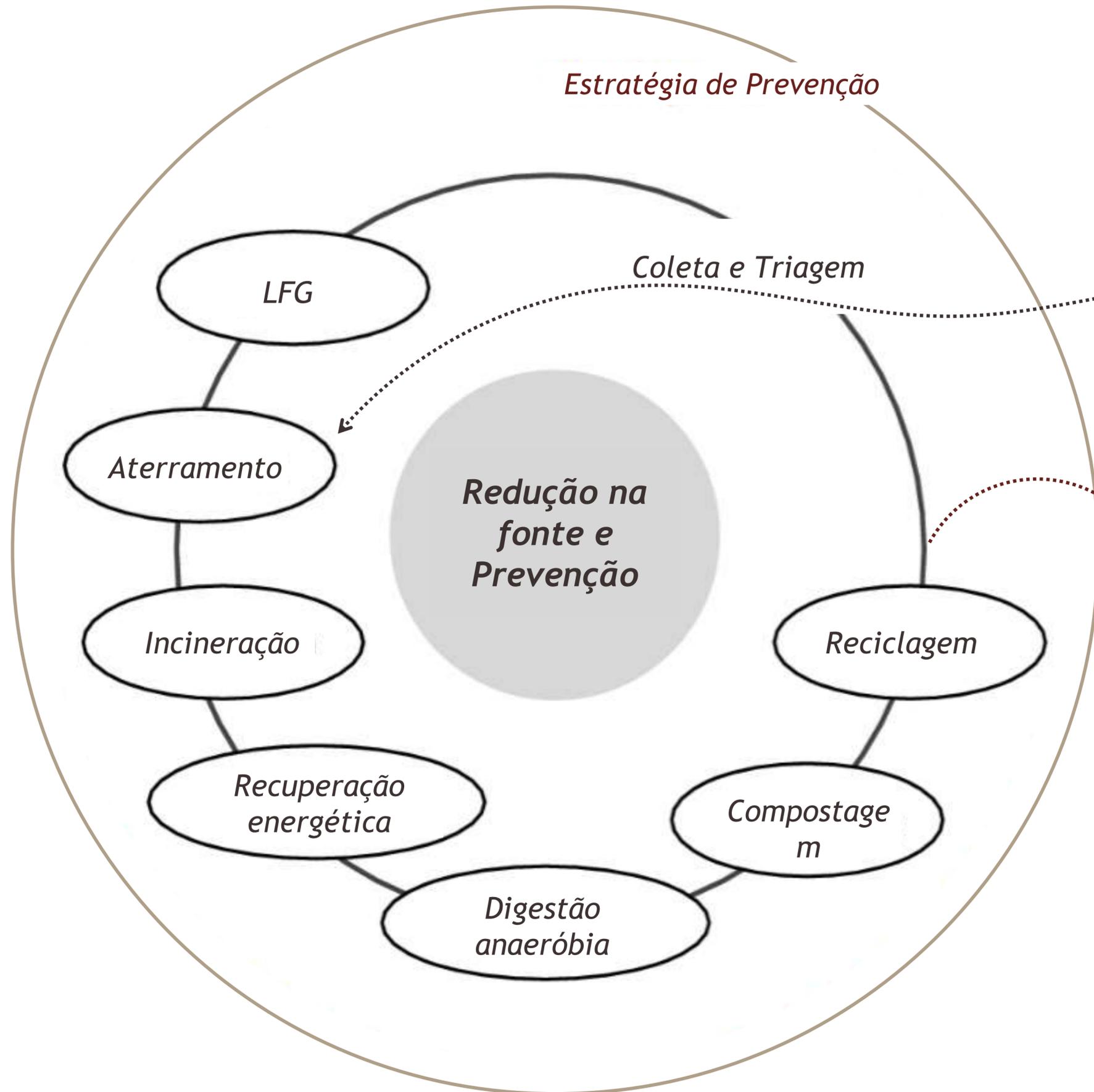
# Composição

## variações

a caracterização de resíduos sólidos com maior PIB mostra uma menor incidência de restos alimentares e de jardinagem (32%) enquanto essa categoria ultrapassa 50 % em países com enorme valores de PIB.

Fonte: WB (2018)

### Estratégia de Prevenção



- ✓ Combustíveis alternativos
- ✓ Mitigação de CO<sub>2</sub>-equiv
- ✓ Proteção de recursos naturais
- ✓ Redução de custos

**Extração de matéria prima e fonte de energia.**

# Como Usar a Ferramenta para Cálculo de Emissões

- **Definir os Objetivos da gestão do Resíduo Sólido para a Definição da Rota Tecnológica**
- **Definir Premissas/Escolhas e Construir a Rota Tecnológica  $\longleftrightarrow$  Validação do Balanço de Massa**
- **Revisar e Ajustar os Parâmetros**
  - **variação das características do resíduo sólido urbano: composição gravimétrica e teor de umidade**
  - **análise da matriz energética: mitigação através da equivalência energética das emissões de CO<sub>2</sub> equiv.**
  - **análise operacional: práticas de separação, reciclagem e queima do biogás gerado no local de disposição final.**
  - **análise das opções tecnológicas**
- **Simulação/Comparativo de Cenários**



 ProteGEEr

**Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU para o Brasil**

*Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)*

Calculadora de Emissões de GEE para Resíduos

*Adaptado para uso no Brasil, comissionado pelo ProteGEEr*

Outubro de 2020

Elaborado por:

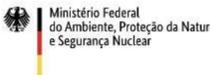
 ifeu INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

Consórcio

 GOPAInfra

 adelphi

Por ordem do

 Ministério Federal do Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear

 giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

 Technische Universität Braunschweig

 MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

 PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

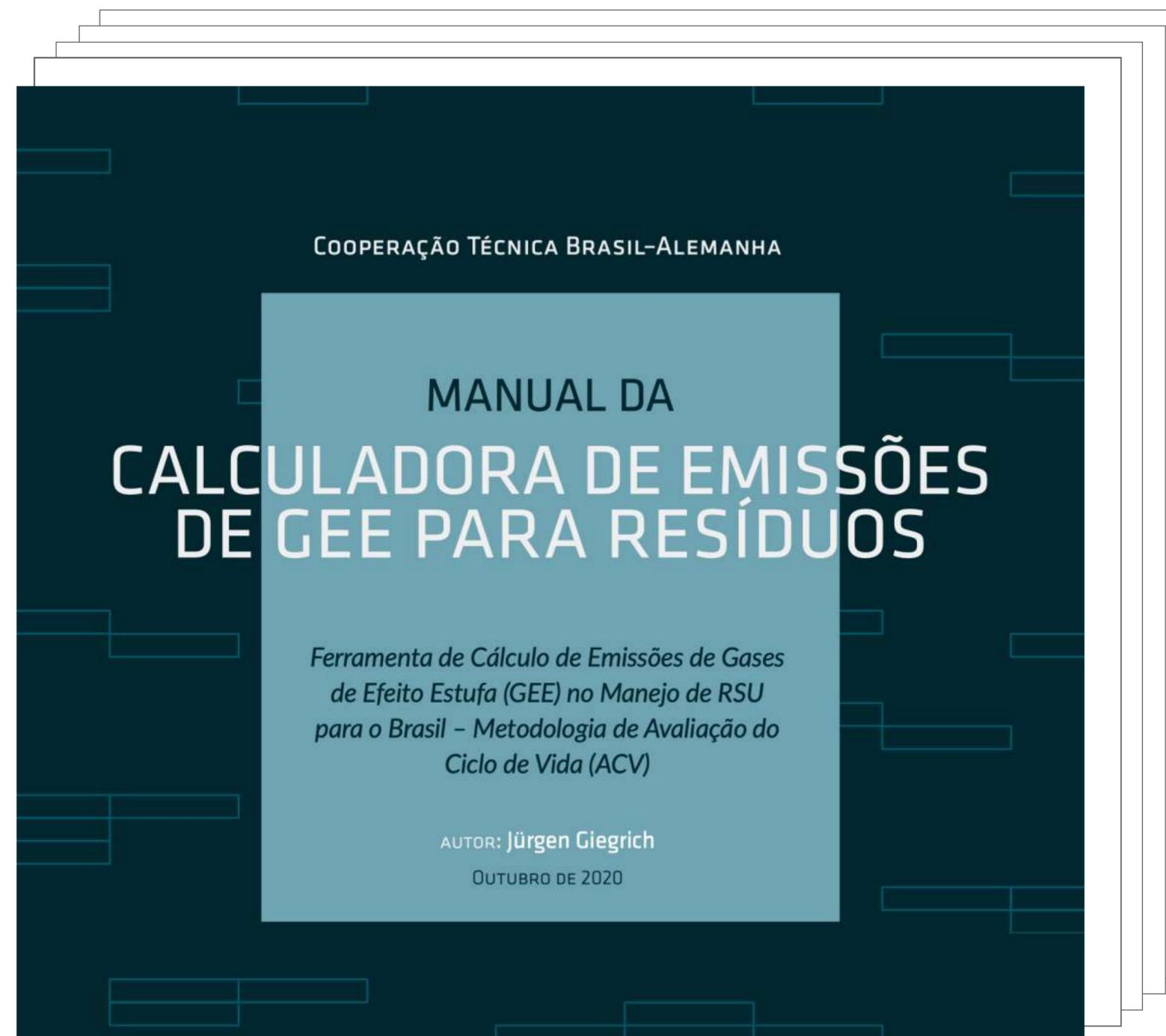
da República Federal da Alemanha

Desenvolvedor (IFEU): Jürgen Giegrich, com apoio de Tathiana Almeida Sereval Colturato

Equipe Técnica ProteGEEr: Consórcio GOPAInfra - adelphi - Jan Janssen, Guilherme Gonçalves e Rebeca Borges de Oliveira; GIZ - Hélina Cardoso Moreira; SNS/MDR - Karina Araújo Souza, Sérgio Luis da Silva Cotrim, Ernani Ciriaco de Miranda, Dogival de Oliveira Costa Júnior

Consultoria Técnica: Francisco Javier Contreras Pineda, Phd

Contato: sanearbrasil@mdr.gov.br



COOPERAÇÃO TÉCNICA BRASIL-ALEMANHA

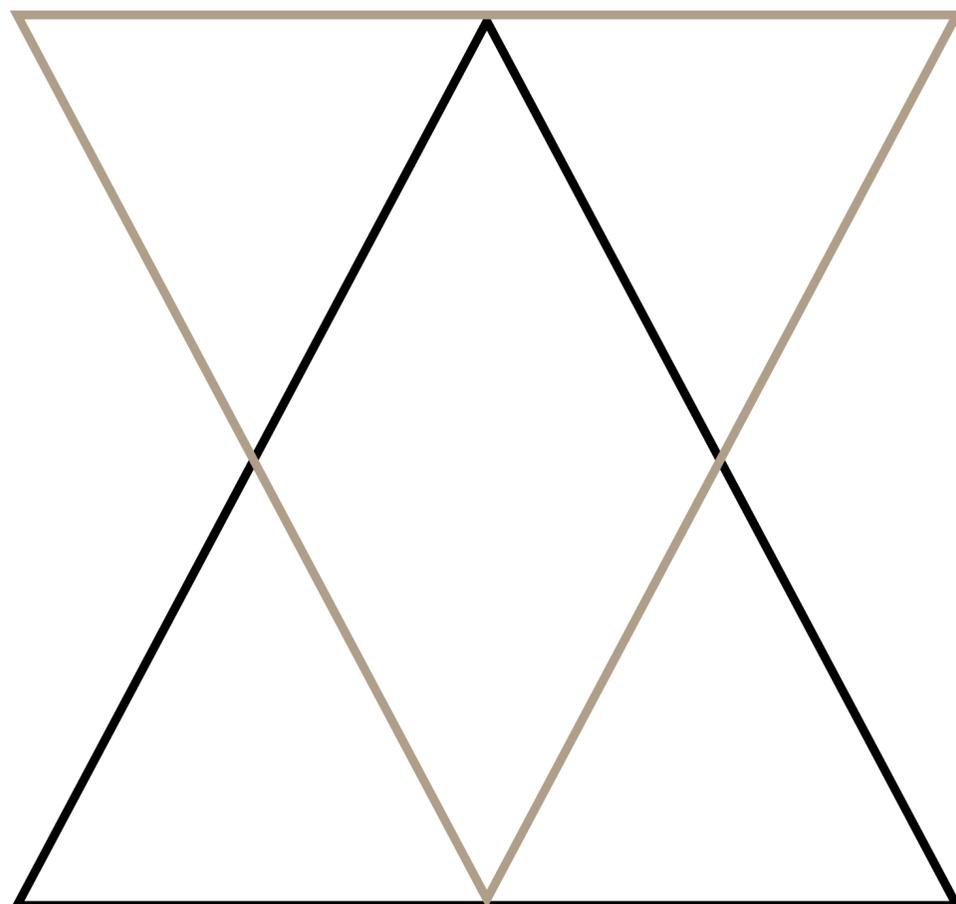
MANUAL DA

**CALCULADORA DE EMISSÕES DE GEE PARA RESÍDUOS**

*Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU para o Brasil – Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)*

AUTOR: Jürgen Giegrich

OUTUBRO DE 2020



## ***O que é a Avaliação do Ciclo de Vida?***

é uma abordagem abrangente do ciclo de vida que quantifica os impactos ecológicos e na saúde humana de um produto ou sistema ao longo de seu ciclo de vida completo.

utiliza métodos científicos para modelar os impactos ambientais e humanos globais num “estado estacionário”.

ajuda aos tomadores de decisão a entender a escala de muitos impactos ambientais e sobre a saúde humana resultantes de produtos, serviços, políticas ou ações concorrentes.

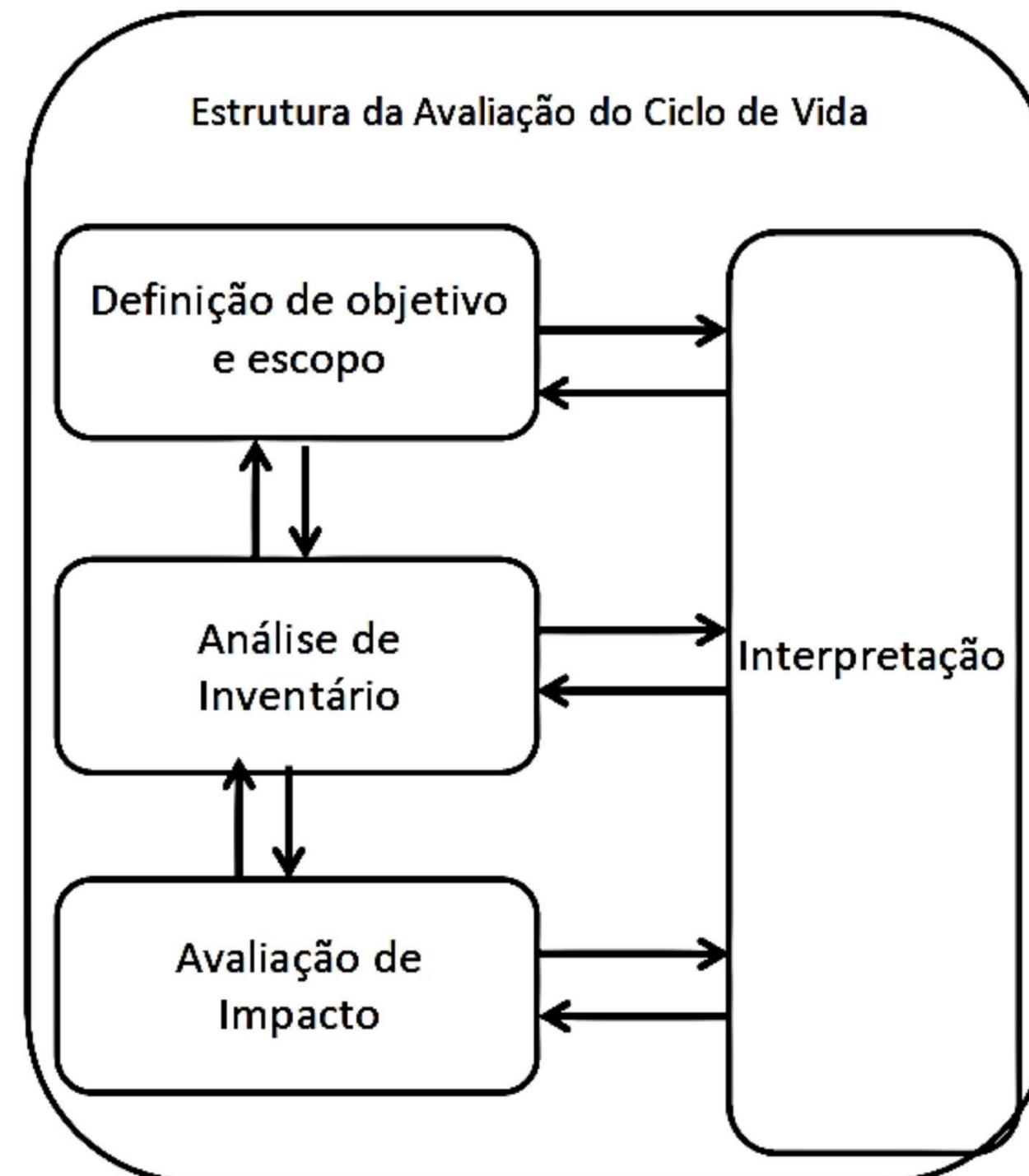
# Avaliação do Ciclo de Vida

*é conduzida em três estágios*

**identificação e quantificação** das cargas ambientais envolvidas, ou seja, materiais e energia usados e também as emissões e resíduos emitidos

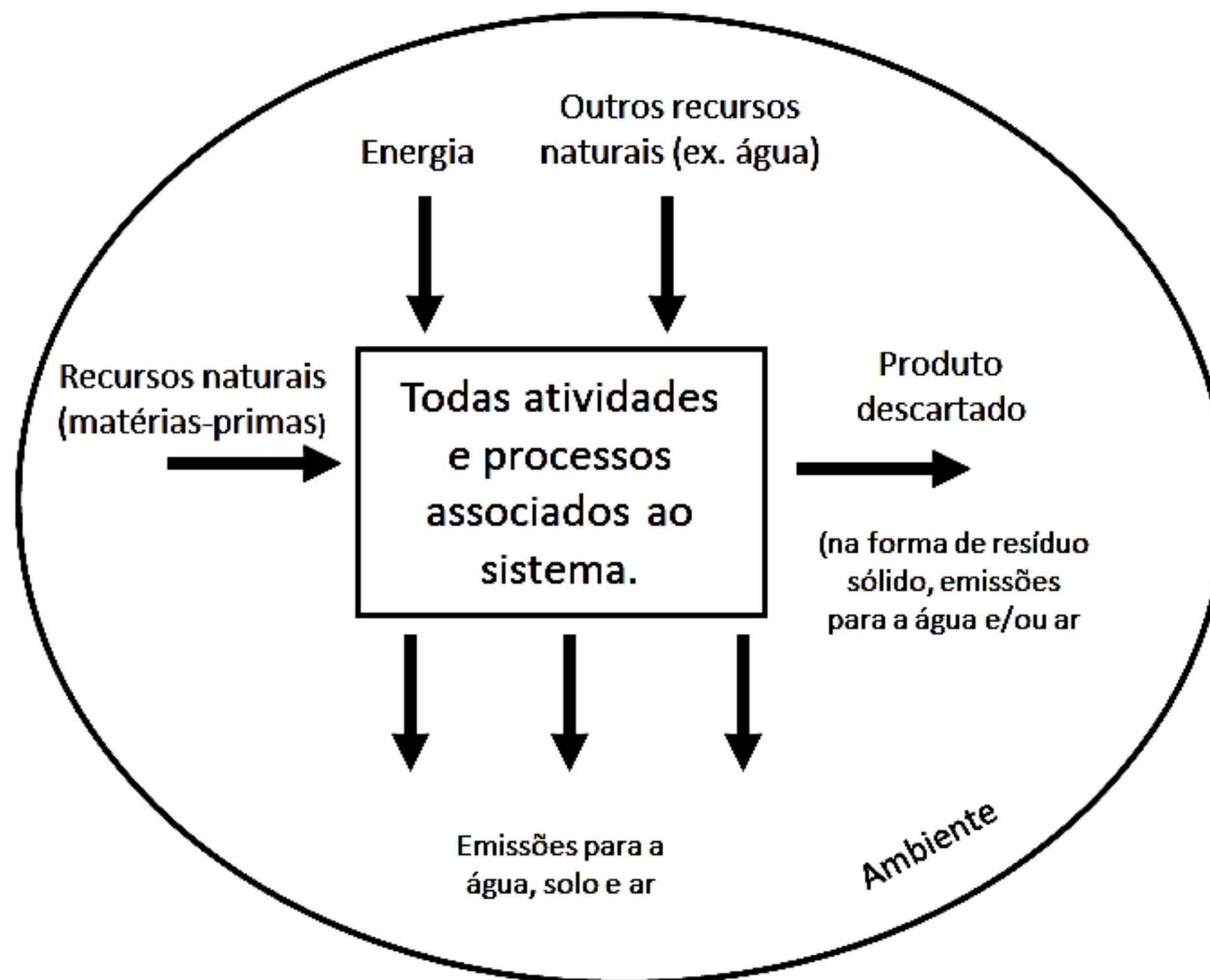
**análise e avaliação** dos potenciais impactos ambientais

**análise das oportunidades** disponíveis para promover a melhoria do ambiente



# ACV

*visão holística*



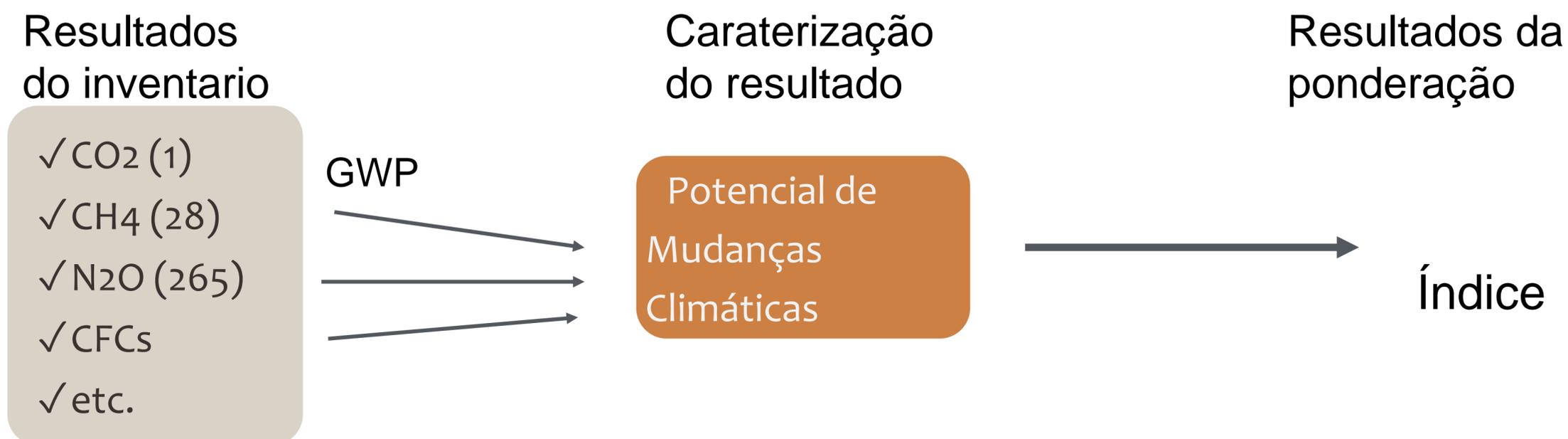
# Avaliação de Impacto

## caraterização

*fator de aquecimento global (GWP), onde  $m_i$  representa a massa da substância emitida em kg. o indicador total é expressado em kg equivalentes de  $CO_2$ . Os fatores de aquecimento são o coeficiente ente a contribuição da adsorção de calor da radiação resultante da emissão de 1 kg de GEE e a emissão equivalente de  $CO_2$  no tempo.*

$$MudancasClimaticas = \sum_i GWP_i \times m_i$$

HEIJUNGS et al. (1992)



# Estrutura da Calculadora de Emissões

## Universo - 11 planilhas

Introdução (1 & 2)

Início  
Parâmetros de entrada/Suposições (3, 4 & 5)

Resultados dos diferentes cenários (6 ~ 9)

Comparação geral  
"Resultados Todos" (10)

Cálculos (11)

Por favor, preencha as células verdes

### Quantidade total de resíduos

A quantidade total de resíduos refere-se ao total de resíduos gerados por ano (que não é apenas o resíduo coletado pelos municípios, mas a quantidade total)

Dependendo dos dados disponíveis, a quantidade total de resíduos pode ser inserida no campo verde, em toneladas por ano, ou...

Quantidade total de resíduos	toneladas/ano	70,080
------------------------------	---------------	--------

...como quantidade per capita de resíduos (em kg/cap/ano ou kg/cap/dia) combinada com o número de habitantes:

### Taxa de geração específica de resíduos sólidos urbanos

Em vez da quantidade total de resíduos, você pode inserir a quantidade específica de resíduos em quilogramas per capita e ano (kg/cap/ano) ou em quilogramas per capita e dia (kg/cap/dia) nos campos verdes.

Se não houver dados disponíveis, o valor padrão do Brasil é recomendado para preencher os campos verdes.

	Padrão do Brasil	kg/cap/ano
Quantidade anual de resíduos per capita	350	350
	Padrão do Brasil	kg/cap/dia
Quantidade diária de resíduos per capita	0.96	0.96

### População

	Nº de habitantes
População total (capita)	200,000

### Composição de resíduos em porcentagens de peso úmido

Utilize como referência o percentual dos resíduos úmidos na quantidade total de resíduos.

Se houver dados sobre a composição total de resíduos, digite a porcentagem — caso contrário, você pode usar o padrão do Brasil.

Componentes	Padrão do Brasil	em % de resíduos úmidos
Resíduos de alimentos	48.4%	48.4%
Resíduos de jardins e parques	3.0%	3.0%
Papel, papelão	13.1%	13.1%
Plásticos	13.5%	13.5%
Vidros	2.4%	2.4%
Metais ferrosos	2.3%	2.3%
Alumínio	0.6%	0.6%
Têxteis	2.6%	2.6%
Borracha, couro	0.7%	0.7%
Fraldas (descartáveis)	4%	4.0%
Madeira	4.7%	4.7%
Resíduos minerais	0.0%	0.0%
Outros	4.7%	4.7%
Total (deve ser 100%)	100.0%	100.00%

### Características dos resíduos

Os resíduos podem diferir significativamente no teor de água e, conseqüentemente, no valor calorífico (para mais explicações, consulte o manual).

Aquí você pode escolher entre um teor de água baixo ou alto. Digite "1" para sua escolha

Classificação do teor de água	
Baixo teor de água	0
Alto teor de água	1

### Fator de emissão de GEE específico para geração de eletricidade

A produção de eletricidade resulta em emissões de GEE variáveis, conforme a fonte.

Se conhecido, insira o fator de emissão específico para a produção de eletricidade em g CO2-eq/kWh.

Mix de eletricidade	Padrão do Brasil 2018	g CO2-eq/kWh
Brasil	93 g CO2-eq/kWh	93

#### Resultado/informação intermediária

Sua entrada resulta em uma quantidade total de resíduos

toneladas/ano	70,080
kg/cap/ano	350
kg/cap/dia	0.96

#### Resultado/informação intermediária

A composição de resíduos e o teor de água que você definiu levam às seguintes propriedades físicas do total de resíduos:

Resultado — valor calorífico e teor de carbono do total de resíduos		
Valor calorífico	em MJ/kg	8.8
Teor total de carbono	em % de resíduos úmidos	28.2%
Teor de carbono fóssil	em % de resíduos úmidos	10.7%
Teor de carbono regenerativo	em % de resíduos úmidos	17.5%

# Estrutura da Calculadora de Emissões

## planilha nº3 - início

### Quantidade total de resíduos

A quantidade total de resíduos refere-se ao total de resíduos gerados por ano (que não é apenas o resíduo coletado pelos municípios, mas a quantidade total)

Dependendo dos dados disponíveis, a quantidade total de resíduos pode ser inserida no campo verde, em toneladas por ano, ou...

	toneladas/ano
Quantidade total de resíduos	70,080

...como quantidade *per capita* de resíduos (em kg/cap/ano ou kg/cap/dia) combinada com o número de habitantes:

### Taxa de geração específica de resíduos sólidos urbanos

Em vez da quantidade total de resíduos, você pode inserir a quantidade específica de resíduos em quilogramas per capita e ano (kg/cap/ano) ou em quilogramas per capita e dia (kg/cap/dia) nos campos verdes.

Se não houver dados disponíveis, o valor padrão do Brasil é recomendado para preencher os campos verdes.

	Padrão do Brasil	kg/cap/ano
Quantidade anual de resíduos per capita	350	350
	Padrão do Brasil	kg/cap/dia
Quantidade diária de resíduos per capita	0.96	0.96

### População

	N° de habitantes
População total (capita)	200,000

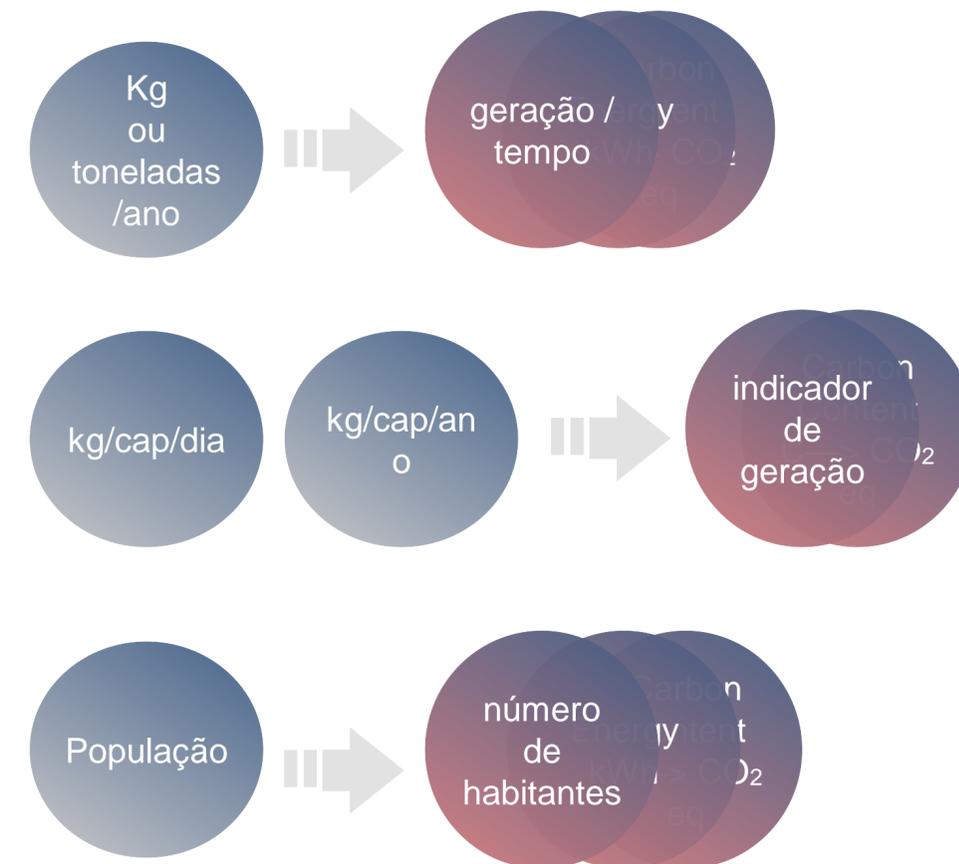
informação a ser fornecida pelo usuário

### Resultado/informação intermediária

Sua entrada resulta em uma quantidade total de resíduos

#### Resultado — quantidade total de resíduos

toneladas/ano	70,080
kg/cap/ano	350
kg/cap/dia	0.96



# Estrutura da Calculadora de Emissões

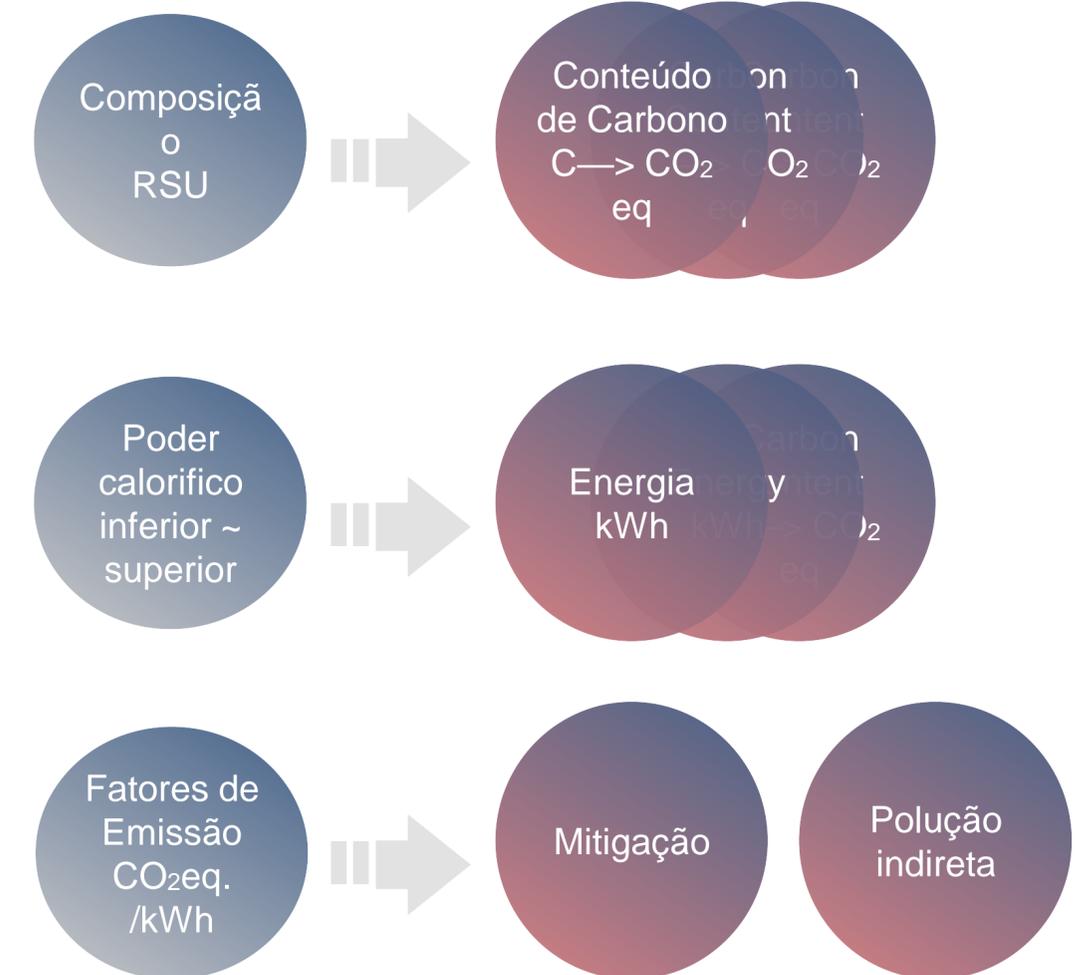
## planilha n<sup>o</sup>3 - início

### Composição de resíduos em porcentagens de peso úmido

Utilize como referência o percentual dos resíduos úmidos na quantidade total de resíduos.

Se houver dados sobre a composição total de resíduos, digite a porcentagem — caso contrário, você pode usar o padrão do Brasil.

Componentes	Padrão do Brasil		em % de resíduos úmidos
Resíduos de alimentos	48.4%		48.4%
Resíduos de jardins e parques	3.0%		3.0%
Papel, papelão	13.1%		13.1%
Plásticos	13.5%		13.5%
Vidros	2.4%		2.4%
Metais ferrosos	2.3%		2.3%
Alumínio	0.6%		0.6%
Têxteis	2.6%		2.6%
Borracha, couro	0.7%		0.7%
Fraldas (descartáveis)	4%		4.0%
Madeira	4.7%		4.7%
Resíduos minerais	0.0%		0.0%
Outros	4.7%		4.7%
<b>Total (deve ser 100%)</b>	<b>100.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>100.00%</b>



### Características dos resíduos

Os resíduos podem diferir significativamente no teor de água e, conseqüentemente, no valor calorífico (para mais explicações, consulte o manual).

Aqui você pode escolher entre um teor de água baixo ou alto. Digite "1" para sua escolha

Classificação do teor de água	
Baixo teor de água	0
Alto teor de água	1

# Estrutura da Calculadora de Emissões

## planilha n<sup>o</sup>3 - início

### Composição de resíduos em porcentagens de peso úmido

Utilize como referência o percentual dos resíduos úmidos na quantidade total de resíduos.

Se houver dados sobre a composição total de resíduos, digite a porcentagem — caso contrário, você pode usar o padrão do Brasil.

Componentes	Padrão do Brasil	em % de resíduos úmidos
Resíduos de alimentos	48.4%	48.4%
Resíduos de jardins e parques	3.0%	3.0%
Papel, papelão	13.1%	13.1%
Plásticos	13.5%	13.5%
Vidros	2.4%	2.4%
Metais ferrosos	2.3%	2.3%
Alumínio	0.6%	0.6%
Têxteis	2.6%	2.6%
Borracha, couro	0.7%	0.7%
Fraldas (descartáveis)	4%	4.0%
Madeira	4.7%	4.7%
Resíduos minerais	0.0%	0.0%
Outros	4.7%	4.7%
<b>Total (deve ser 100%)</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.00%</b>

### Características dos resíduos

Os resíduos podem diferir significativamente no teor de água e, conseqüentemente, no valor calorífico (para mais explicações, consulte o manual).

Aqui você pode escolher entre um teor de água baixo ou alto. Digite "1" para sua escolha

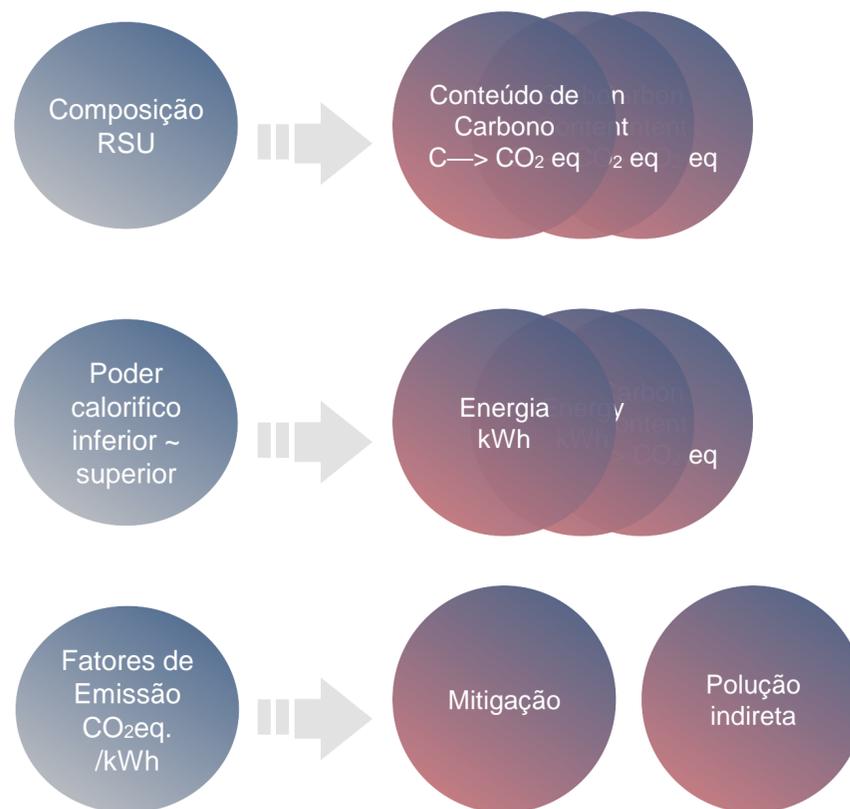
Classificação do teor de água	
Baixo teor de água	0
Alto teor de água	1

### Fator de emissão de GEE específico para geração de eletricidade

A produção de eletricidade resulta em emissões de GEE variáveis, conforme a fonte.

Se conhecido, insira o fator de emissão específico para a produção de eletricidade em g CO<sub>2</sub>-eq/kWh.

Mix de eletricidade	Padrão do Brasil 2018	g CO <sub>2</sub> -eq/kWh
Brasil	93 g CO <sub>2</sub> -eq/kWh	93



### Resultado/informação intermediária

A composição de resíduos e o teor de água que você definiu levam às seguintes propriedades físicas do total de resíduos:

#### Resultado — valor calorífico e teor de carbono do total de resíduos

Valor calorífico	em MJ/kg	8.8
Teor total de carbono	em % de resíduos úmidos	28.2%
Teor de carbono fóssil	em % de resíduos úmidos	10.7%
Teor de carbono regenerativo	em % de resíduos úmidos	17.5%

# Estrutura da Calculadora de Emissões

## planilha nº4 - reciclagem, compostagem e digestão



### digestão

**Você pode alterar os nomes dos cenários**

Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3

**Materiais secos**  
Indique aqui o percentual de material seco reciclado

x% de	Tipo de material para reciclagem	em %	em %	em %	em %
	Papel, papelão	6%	20%	50%	80%
	Plásticos	4%	10%	35%	60%
	Vidros	4%	20%	50%	80%
	Metais ferrosos	15%	30%	60%	90%
	Alumínio	40%	60%	75%	90%

Você pode calcular até 4 cenários

se você deseja alterar a composição de resíduos, é necessário iniciar um novo cálculo em uma cópia.



possíveis percentuais de separação serão baseados no cenário base

**Resíduos orgânicos**  
Indique aqui o percentual de alimentos e resíduos de jardins e parques reciclados que são utilizados na agricultura, em áreas verdes ou no florestamento e que substituem fertilizante mineral/químico.

x% de	Tipo de resíduo orgânico para reciclagem	em %	em %	em %	em %
	Resíduos de alimentos	0%	5%	20%	60%
	Resíduos de jardins e parques	0%	5%	20%	60%

percentuais de resíduo de alimentos/jardins e parques para reciclagem



# Estrutura da Calculadora de Emissões

## planilha n°4 - reciclagem, compostagem e digestão

### digestão

Você pode alterar os nomes dos cenários

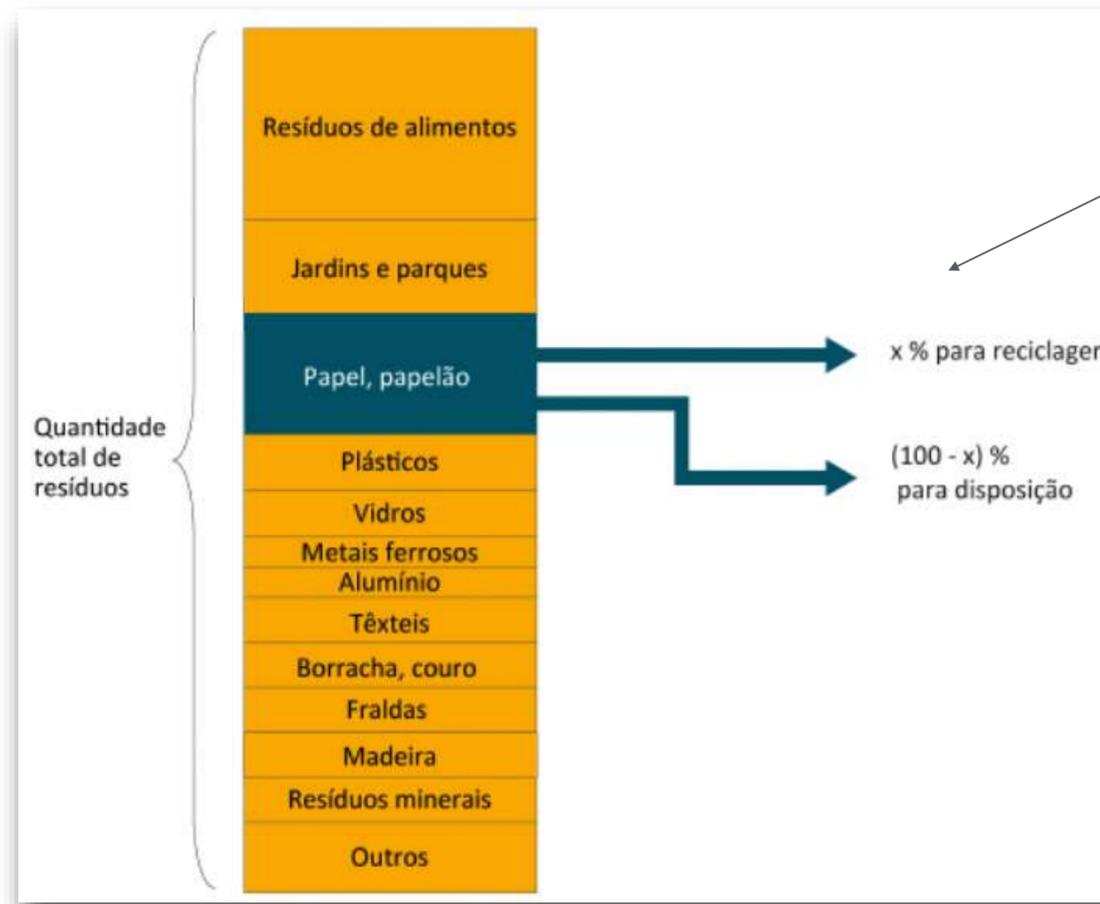
Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3

**Materiais secos**  
Indique aqui o percentual de material seco reciclado

x% de	Tipo de material para reciclagem	em %	em %	em %	em %
	Papel, papelão	6%	20%	50%	80%
	Plásticos	4%	10%	35%	60%
	Vidros	4%	20%	50%	80%
	Metais ferrosos	15%	30%	60%	90%
	Alumínio	40%	60%	75%	90%

**Resíduos orgânicos**  
Indique aqui o percentual de alimentos e resíduos de jardins e parques reciclados que são utilizados na agricultura, em áreas verdes ou no florestamento e que substituem fertilizante mineral/químico.

x% de	Tipo de resíduo orgânico para reciclagem	em %	em %	em %	em %
	Resíduos de alimentos	0%	5%	20%	60%
	Resíduos de jardins e parques	0%	5%	20%	60%



exemplo sobre a definição de "x % reciclagem"

Tabela auxiliar para determinar taxas de reciclagem

Material em tonelada	Reciclado pelo setor informal	Reciclado pelo setor formal	Soma total dos reciclados	Potencial total em resíduos	Reciclado em %	Subtotal
Resíduo de alimentos	0	12,000	12,000	33,919	35.4%	Resíduo orgânico
Resíduo de poda	0	600	600	2,102	28.5%	35.0%
Papel, papelão	500	3,000	3,500	9,180	38.1%	
Plásticos	300	1,200	1,500	9,461	15.9%	
Vidros	0	70	70	1,682	4.2%	
Metais ferrosos	50	700	750	1,612	46.5%	Recicláveis secos
Alumínio	50	200	250	420	59.5%	27.2%

Segmentação por reciclagem informal e formal (toneladas/ano)

potencial disponível baseado na composição gravimétrica e geração total anual

# Estrutura da Calculadora de Emissões

## planilha n°4 - reciclagem, compostagem e digestão

### digestão

Você pode alterar os nomes dos cenários

Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3

Indique aqui o percentual de material seco reciclado

x% de	Tipo de material para reciclagem	em %	em %	em %	em %
	Papel, papelão	6%	20%	50%	80%
	Plásticos	4%	10%	35%	60%
	Vidros	4%	20%	50%	80%
	Metais ferrosos	15%	30%	60%	90%
	Alumínio	40%	60%	75%	90%

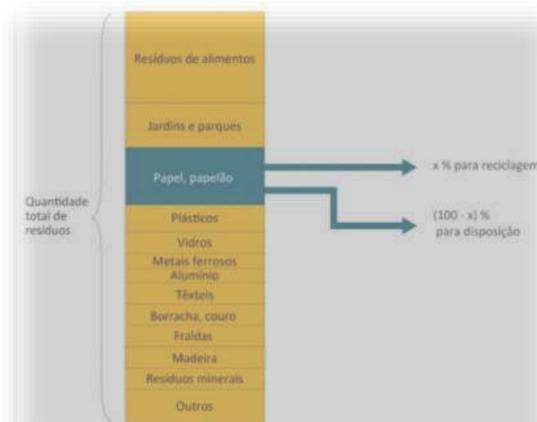
### Resíduos orgânicos

Indique aqui o percentual de alimentos e resíduos de jardins e parques reciclados que são utilizados na agricultura, em áreas verdes ou no florestamento e que substituem fertilizante mineral/químico.

x% de	Tipo de resíduo orgânico para reciclagem	em %	em %	em %	em %
	Resíduos de alimentos	0%	5%	20%	60%
	Resíduos de jardins e parques	0%	5%	20%	60%

### Tabela auxiliar para determinar taxas de reciclagem

Material em tonelada	Reciclado pelo setor informal	Reciclado pelo setor formal	Soma total dos reciclados	Potencial total em resíduos	Reciclado em %	Subtotal
Resíduo de alimentos	0	12,000	12,000	33,919	35.4%	Resíduo orgânico
Resíduo de poda	0	600	600	2,102	28.5%	35.0%
Papel, papelão	500	3,000	3,500	9,180	38.1%	
Plásticos	300	1,200	1,500	9,461	15.9%	
Vidros	0	70	70	1,682	4.2%	
Metais ferrosos	50	700	750	1,612	46.5%	Recicláveis secos
Alumínio	50	200	250	420	59.5%	27.2%



Indique a parcela de resíduos orgânicos que são compostados e digeridos

x% de	Resíduos orgânicos para reciclagem	em %	em %	em %	em %
	Compostagem	0%	100%	50%	0%
	Digestão anaeróbica (DA)	0%	0%	50%	100%
	Total (deve ser 100%)	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		em %	em %	em %	em %
	Biogás da digestão anaeróbica para produção de eletricidade	0%	0%	100%	0%
	Biogás da digestão anaeróbica para produção de biometano	0%	0%	0%	100%

tratamento escolhido

o tratamento do RSO para reciclagem deveria totalizar 100 %

configuração do aproveitamento de biogás

carbono total

### Resultado/informação intermediária

A coleta seletiva altera a composição original dos resíduos. As taxas de reciclagem inseridas levam às seguintes propriedades físicas para o resíduo residual restante:

Características do RSU residual após a reciclagem	Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Valor calorífico em MJ/kg	8.7	8.7	8.4	9.6
Teor total de carbono em% de resíduos úmidos	28.0%	27.9%	27.0%	28.2%
Teor de carbono fóssil em% de resíduos úmidos	10.5%	10.5%	9.5%	10.0%
Teor de carbono regenerativo em% de resíduos úmidos	17.5%	17.4%	17.5%	18.3%

# Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha n<sup>o</sup>5 - opções

de recuperação e

disposição do RSU

Residual

rotas de  
disposição  
final

tratamento  
biológico

CDR / RDF

eficiência na  
coleta de  
biogás

camada de  
oxidação

sistema de  
queima de  
biogás

aproveitame  
nto  
energético

**Opções de Recuperação e Disposição do RSU Residual**

Indique aqui o que acontece com o RSU residual (= quantidade restante de resíduos após a reciclagem).  
Para uma explicação das opções de tratamento, consulte o manual.

		Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Tipo de tratamento e descarte de resíduos		em %	em %	em %	em %
<b>Evitar!</b>	Resíduos dispersos não queimados				
	Queima aberta de resíduos dispersos				
<b>Disposição no solo</b>	Lixão	100.0%			
	Aterro controlado sem coleta de gás				
	Aterro sanitário com possibilidade de coleta de gás		100.0%	50.0%	20.0%
<b>Outras opções de recuperação e disposição final</b>	<i>Se o tratamento biológico for digestão anaeróbica em vez de compostagem,</i>				
	Tratamento biológico + cobertura de aterro	<i>preencha nas linhas 46/47</i>			
	CDR seco + cimenteira + rejeito para aterro			50.0%	
	CDR seco + cimenteira + trat. biol. + cobertura de aterro	<i>preencha nas linhas 51/52</i>			80.0%
	CDR seco + biossecagem CDR org. + cimenteira				
Incineração de RSU					
<b>Total (deve ser 100%)</b>		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

**Informação sobre o aterro sanitário — Coleta e uso do biogás**

Aqui você pode especificar as tecnologias de disposição de aterros.  
Para os fins do ProteGEEr, opções específicas de coleta e tratamento de gases são definidas para o Brasil e podem ser encontradas no manual.

No caso de aterro sanitário, insira aqui a parte geral do gás de aterro coletado como valor médio durante a vida (útil do aterro sanitário (para mais explicações, vide comentário ou manual)).

	Min	Máx				
Eficiência na coleta de gás	10%	50%	0%	40%	40%	40%

Defina aqui o tratamento do gás de aterro coletado geral (para mais explicações sobre as opções de tratamento, consulte o manual).

Tratamento de gás de aterro coletado				
Sem queima (teste de emissão do aterro sanitário)				em %
Queimador Flare			100%	em %
Geração da eletricidade			100%	em %
Produção de biometano			100%	em %
<b>Total (deve ser 100%)</b>	0.00%		100.00%	100.00%

Se uma camada de oxidação aprimorada de metano for aplicada, preencha a eficiência de oxidação superior à eficácia padrão de oxidação de metano do IPCC 2006 de 10% de uma cobertura normal de aterro.

Efeito da oxidação da cobertura do aterro	Padrão IPCC 10%			
Eficiência da oxidação de metano pela camada de oxidação	10%	10%	10%	10%

**Outras opções de tratamento e disposição final**

Se a digestão anaeróbica for aplicada em vez de tratamento biológico aeróbico simples, insira um valor para o uso do biogás gerado (o total deve ser de 100%).

Tratamento biológico + cobertura de aterro				
Produção de eletricidade a partir do biogás				50%
Produção de biometano a partir do biogás				50%
<b>Total (deve ser 100% ou 0%)</b>	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

CDR seco + cimenteira + trat. biol. + cobertura de aterro				
Produção de eletricidade a partir do biogás		100%	70%	em %
Produção de biometano a partir do biogás			30%	em %
<b>Total (deve ser 100% ou 0%)</b>	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%

**Informação sobre a planta de incineração**

Indique aqui a eficiência líquida da utilização de energia através da incineração de resíduos — use dados próprios ou valores-padrão (para explicações adicionais, consulte o comentário ou o manual)

	Padrão				
Eletricidade	15%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
Térmica	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

# Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha nº5 - opções de recuperação e disposição do RSU

## Residual

		Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Tipo de tratamento e descarte de resíduos		em %	em %	em %	em %
<b>Evitar!</b>	Resíduos dispersos não queimados				
	Queima aberta de resíduos dispersos				
<b>Disposição no solo</b>	Lixão				
	Aterro controlado sem coleta de gás				
	Aterro sanitário com possibilidade de coleta de gás		100.0%	50.0%	20.0%
<i>Se o tratamento biológico for digestão anaeróbica em vez de compostagem,</i>					
<b>Outras opções de recuperação e disposição final</b>	Tratamento biológico + cobertura de aterro	<i>preencha nas linhas 46/47</i>			
	CDR seco + cimenteira + rejeito para aterro			50.0%	
	CDR seco + cimenteira + trat. biol.+ cobertura de aterro	<i>preencha nas linhas 51/52</i>			80.0%
	CDR seco + biossecagem CDR org. + cimenteira				
<b>Incineração de RSU</b>					
<b>Total (deve ser 100%)</b>		<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>



## Descrição das opções de pre-tratamento do resíduo residual

- Tratamento biológico da matéria orgânica + uso como cobertura de aterro  
(Tratamento biológico + cobertura de aterro)
- Produção de CDR a partir de resíduos secos como insumo para co-processamento na indústria cimenteira e o todo o resto destinado ao aterro sanitário  
(CDR seco + cimenteira + rejeito para aterro)
- Produção de CDR a partir de resíduos secos como insumo para co-processamento na indústria cimenteira + tratamento biológico do resto + uso do material tratado como cobertura de aterro (CDR seco + cimenteira + trat. biol.+ cobertura de aterro)
- Produção de CDR + bio-secagem do rejeito para a produção de um CDR orgânico + ambos CDR como insumo para co-processamento na indústria cimenteira.  
(CDR seco + biosecagem CDR org. + cimenteira)

# Estrutura da Calculadora de Emissões

Tipo de tratamento e descarte de resíduos		Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
		em %	em %	em %	em %
<b>Evitar!</b>	Resíduos dispersos não queimados				
	Queima aberta de resíduos dispersos				
Disposição no solo	Lixão	100.0%			
	Aterro controlado sem coleta de gás				
	Aterro sanitário com possibilidade de coleta de gás		100.0%	50.0%	20.0%
<i>Se o tratamento biológico for digestão anaeróbica em vez de compostagem,</i>					
Outras opções de recuperação e disposição final	Tratamento biológico + cobertura de aterro <i>preencha nas linhas 46/47</i>				
	CDR seco + cimenteira + rejeito para aterro			50.0%	
	CDR seco + cimenteira + trat. biol. + cobertura de aterro <i>preencha nas linhas 51/52</i>				80.0%
	CDR seco + biossecagem CDR org. + cimenteira				
	Incineração de RSU				
Total (deve ser 100%)		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

*informação sobre o aterro sanitário - coleta e uso de biogás*

*valor referente ao ponto anterior*

	Mín	Máx				
<b>Eficiência na coleta de gás</b>	10%	50%	0%	40%	40%	40%

tamento do gás de aterro coletado geral (para mais explicações sobre as opções de tratamento, consulte o manual).

Tratamento de gás de aterro coletado				
<b>Sem queima (teste de emissão do aterro sanitário)</b>				em %
<b>Queimador Flare</b>		100%		em %
<b>Geração da eletricidade</b>			100%	em %
<b>Produção de biometano</b>				100%
<b>Total (deve ser 100%)</b>	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%

# Estrutura da Calculadora de Emissões

## planilha nº5 - opções de recuperação e disposição do RSU

### Residual

	Cenário-Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
	em %	em %	em %	em %
<b>Tipo de tratamento e descarte de resíduos</b>				
<b>Evitar!</b>	Resíduos dispersos não queimados			
	Queima aberta de resíduos dispersos			
<b>Disposição no solo</b>	Lixão	100.0%		
	Aterro controlado sem coleta de gás			
	Aterro sanitário com possibilidade de coleta de gás		100.0%	50.0%
<b>Outras opções de recuperação e disposição final</b>	<i>Se o tratamento biológico for digestão anaeróbica em vez de compostagem, preencha nas linhas 46/47</i>			
	Tratamento biológico + cobertura de aterro			
	CDR seco + cimenteira + rejeito para aterro		50.0%	
	CDR seco + cimenteira + trat. biol. + cobertura de aterro			80.0%
	CDR seco + biossecagem CDR org. + cimenteira			
	Incineração de RSU			
<b>Total (deve ser 100%)</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

	Mín	Máx				
<b>Eficiência na coleta de gás</b>	10%	50%	0%	40%	40%	40%
tamento do gás de aterro coletado geral (para mais explicações sobre as opções de tratamento, consulte o manual).						
<b>Tratamento de gás de aterro coletado</b>						
<b>Sem queima (teste de emissão do aterro sanitário)</b>						em %
<b>Queimador Flare</b>			100%			em %
<b>Geração da eletricidade</b>				100%		em %
<b>Produção de biometano</b>					100%	em %
<b>Total (deve ser 100%)</b>			0.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Se uma camada de oxidação aprimorada de metano for aplicada, preencha a eficiência de oxidação superior à eficácia padrão de oxidação de metano do IPCC 2006 de 10% de uma cobertura normal de aterro.

<b>Efeito da oxidação da cobertura do aterro</b>	Padrão IPCC 10%				
<b>Eficiência da oxidação de metano pela camada de oxidação</b>	10%	10%	10%	10%	em %

# Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha nº5 - opções de recuperação e disposição do RSU

## Residual

Outras opções de tratamento e disposição final

<b>Tratamento biológico + cobertura de aterro</b>					
Produção de eletricidade a partir do biogás				50%	em %
Produção de biometano a partir do biogás				50%	em %
Total (deve ser 100% ou 0%)	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

<b>CDR seco + cimenteira + trat. biol. + cobertura de aterro</b>					
Produção de eletricidade a partir do biogás		100%	70%		em %
Produção de biometano a partir do biogás			30%	100%	em %
Total (deve ser 100% ou 0%)	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

## Informação sobre a planta de incineração

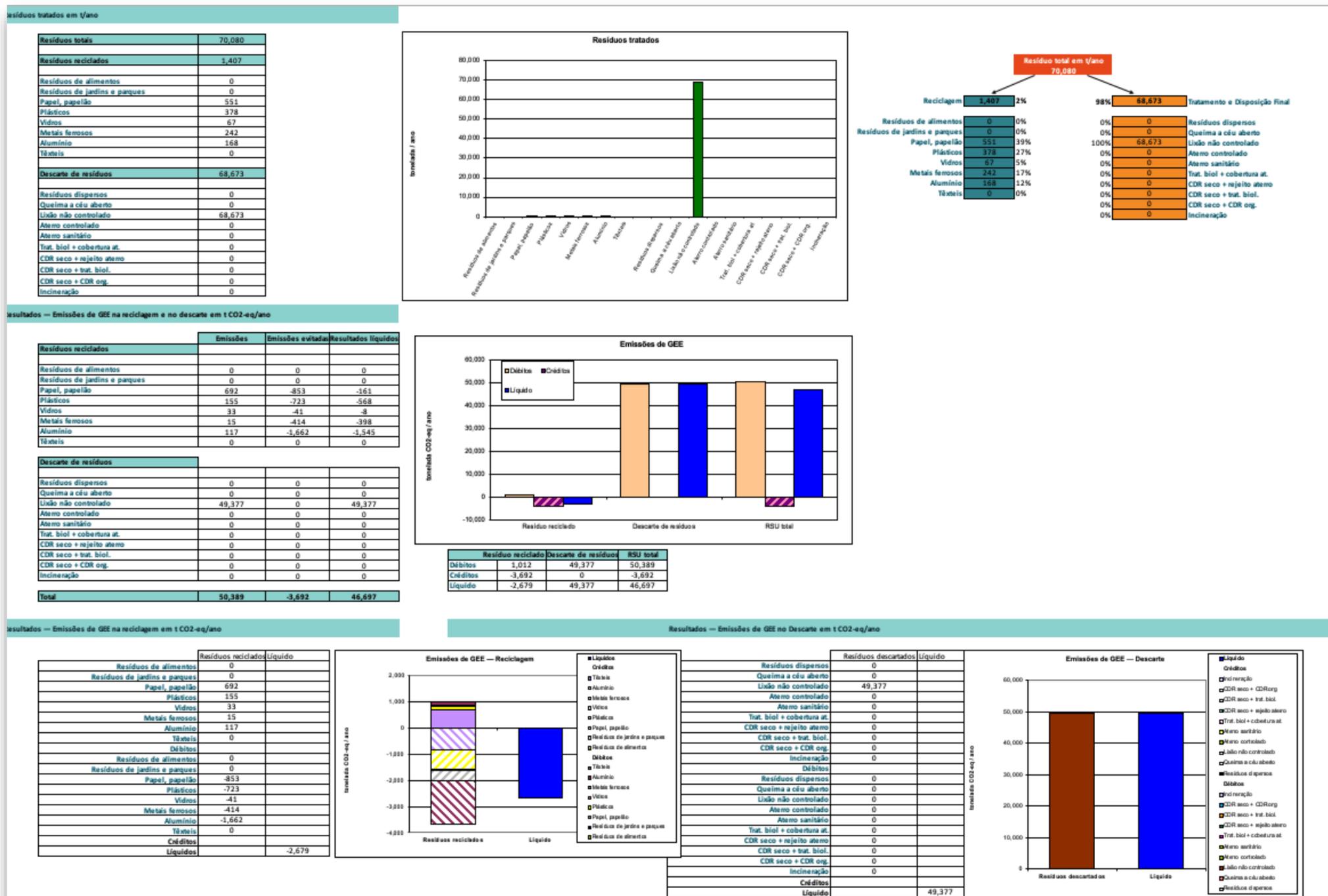
Indique aqui a eficiência líquida da utilização de energia através da incineração de resíduos — use dados próprios ou valores-padrão (para explicações adicionais, consulte o comentário ou o manual)

	Padrão
Eletricidade	15%
Térmica	0%

15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	em %
0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	em %

Eficiência energética

# Estrutura da Calculadora de Emissões



Quantidade de resíduos sólidos urbanos

distribuição da reciclagem

fluxo do tratamento e disposição final (ton/ano)

resumo das emissões de GEE reciclados e descarte

figura resumo total - débitos e créditos da emissões de GEE

figura - detalhes dos débitos e créditos /opção emissões de GEE

# Considerações Finais

- visão sistêmica e holística do gerenciamento dos RSU
- definir uma rota tecnológica —> em função das características do cenário base e o potencial de desenvolvimento (análise de Demanda e Oferta do serviço/recursos) considerando atender à *hierarquia do gerenciamento integrado*.
- a análise de uma rota tecnológica passa pelo *detalhamento do balanço de massa, de energia e a contribuição direta/indireta nas emissões*.
- a quantificação das emissões de GEE (*o encadeamento de diferentes tecnologias e não da comparação par a par de tecnologia*).
- figuras (gráficos) ~ análise da *contribuição agregada* das rotas tecnológicas as emissões de GEE

Muito obrigado!

Guilherme Gonçalves

Guilherme.Goncalves@gopainfra-adelphi.de

Cel: 19 992081882