

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

Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos

Organização das 2 sessões

SESSÃO 1 - Capacitação - Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa

- i. Contextualização e Introdução a ferramenta (15 min)
- ii. Apresentação da Estrutura do Manual e da Ferramenta (40 min)
- iii. Como Utilizar a Ferramenta (35 min)
- iv. Introdução ao trabalho em Grupo (10 min)
- v. Discussão, Perguntas & Respostas (10 min)

Organização das 2 sessões

SESSÃO 1 - Capacitação - Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa

- i. Contextualização e Introdução a ferramenta (15 min)
- ii. Apresentação da Estrutura do Manual e da Ferramenta (45 min)
- iii. Como Utilizar a Ferramenta (30 min)
- iv. Introdução ao trabalho em Grupo (10 min)
- v. Discussão, Perguntas & Respostas (10 min)

SESSÃO 2 - Discussão do Caso DF - Aplicação da Ferramenta

- i. Contextualização do Cenário Atual do caso DF (20 min)
- ii. Caracterização das Linhas de Análise (30 min)
- iii. Comparativo do Cenário Atual e Alternativa proposta (20 min)
- iv. Apresentação do trabalho em Grupo (30 min)
- v. Discussão, Perguntas & Respostas (10 min)

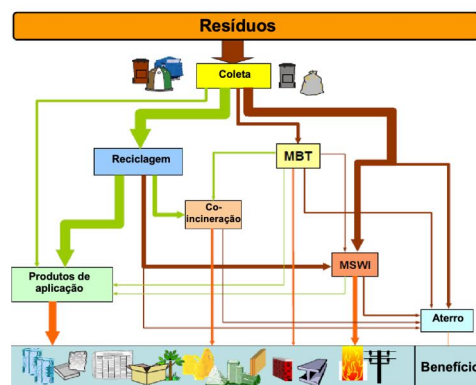
Ferramenta para Cálculo de Emissões de GEE

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.

projeto de Cooperação para proteção do clima na gestão de resíduos sólidos urbanos – ProteGEEr.

a análise é realizada 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 ifeu-Institut Heidelberg, patrocinada pelo KfW Development Bank em cooperação com a GIZ.



Política Nacional de Mudanças Climáticas

PNMC (12.187/2009)

VII - mitigação: mudanças e substituições tecnológicas que **reduzam** o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e aumentem os sumidouros;

Art. 5 Diretrizes

IX - o apoio e o fomento às atividades que efetivamente **reduzam** as emissões ou promovam as remoções por sumidouros de gases de efeito estufa;

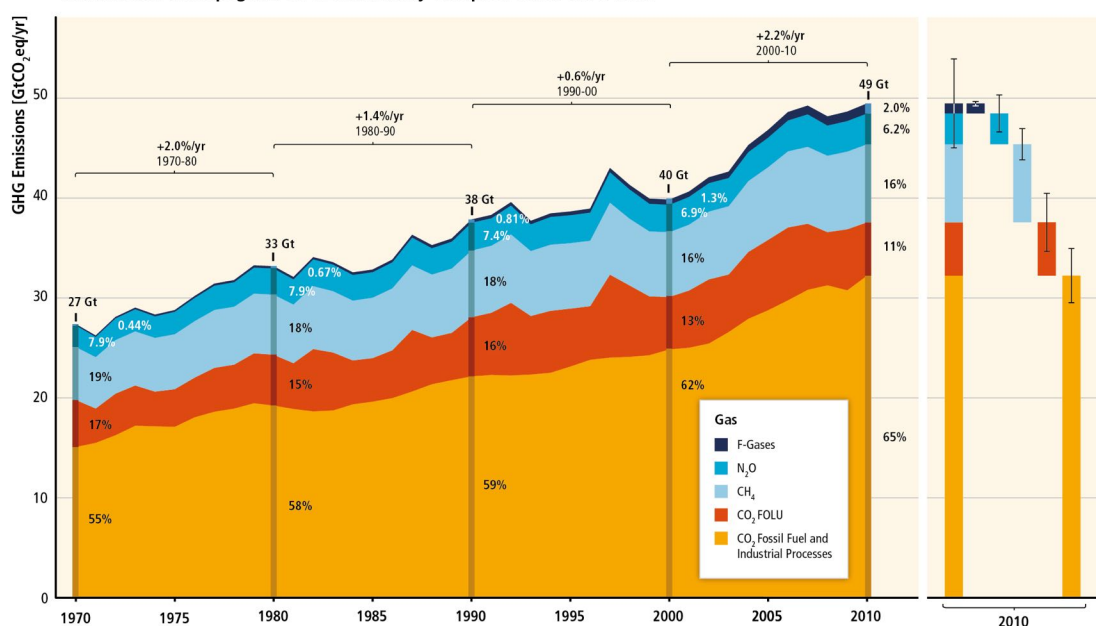
XII - a promoção da disseminação de informações, a educação, a capacitação e a **conscientização pública sobre mudança do clima**;

XIII - o estímulo e o apoio à manutenção e à promoção:

a) de práticas, atividades e tecnologias de **baixas emissões de gases de efeito estufa**;

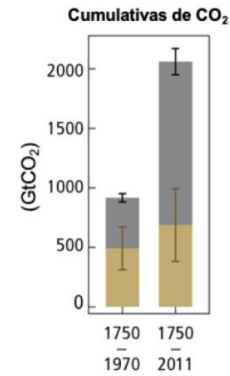
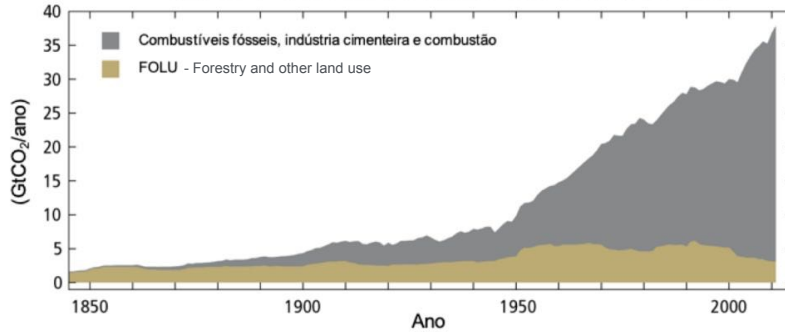
b) de padrões sustentáveis de **produção e consumo**.

Total Annual Anthropogenic GHG Emissions by Groups of Gases 1970-2010



Emissões Antropogênicas de CO₂ Globais

Informações quantitativas sobre as series temporais de emissões de CH₄ e N₂O são limitadas



40%

dos GEE emitidos desde 1750 ainda permanece na atmosfera
880±35 GtCO₂e
(IPCC, 2014)

Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

2.606 MtCO₂e

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

Como manter o aquecimento abaixo de 1.5°C?

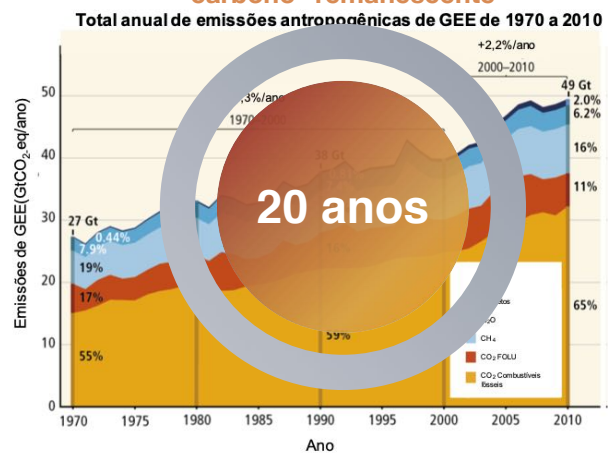
Emissões até o fim do século

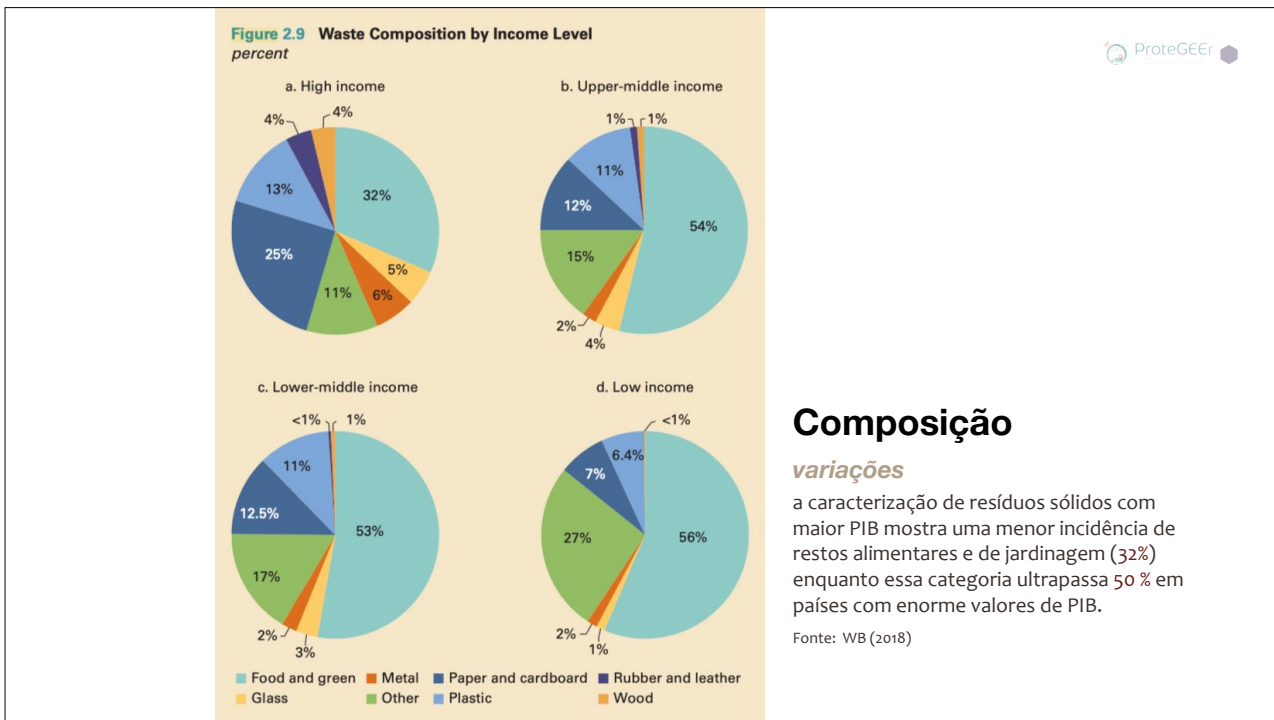
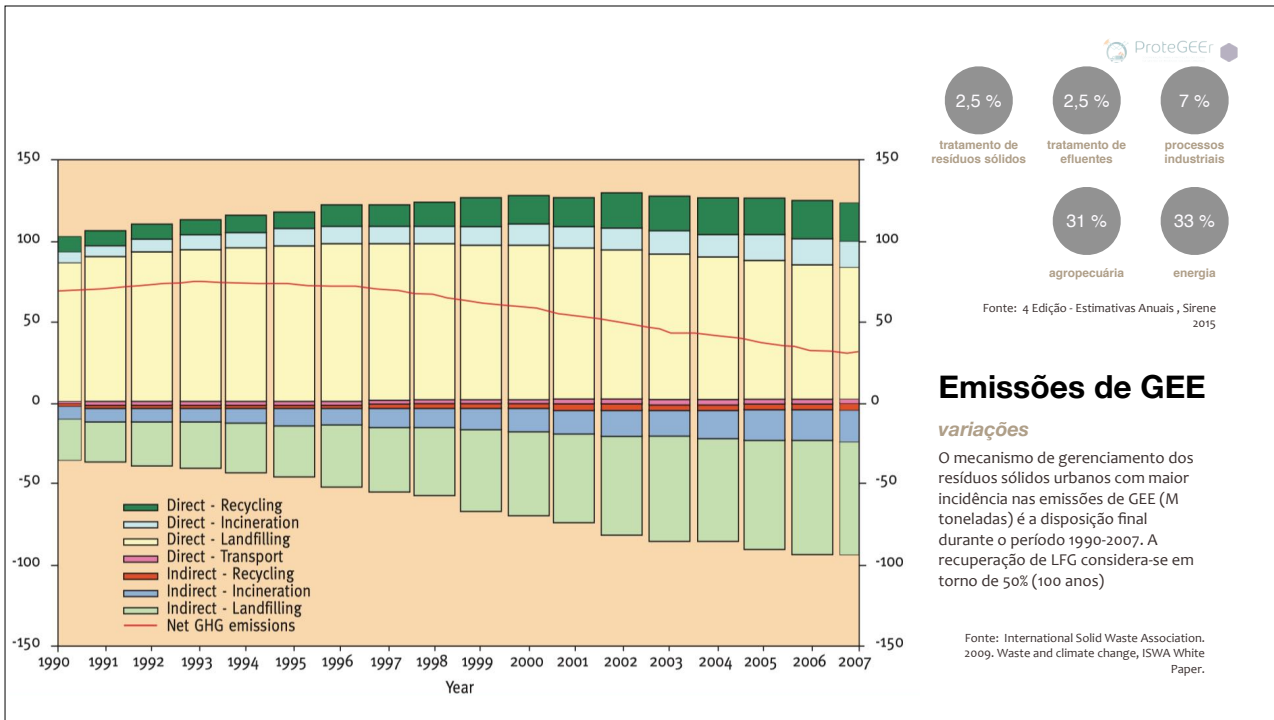


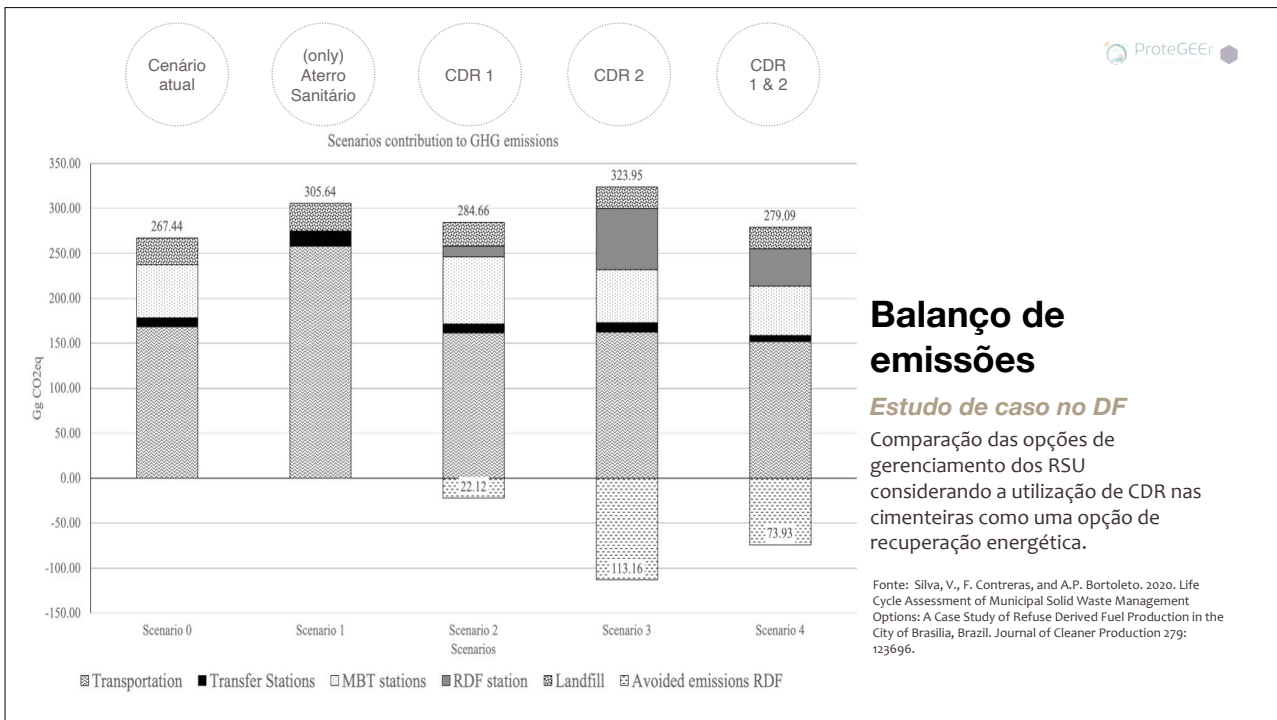
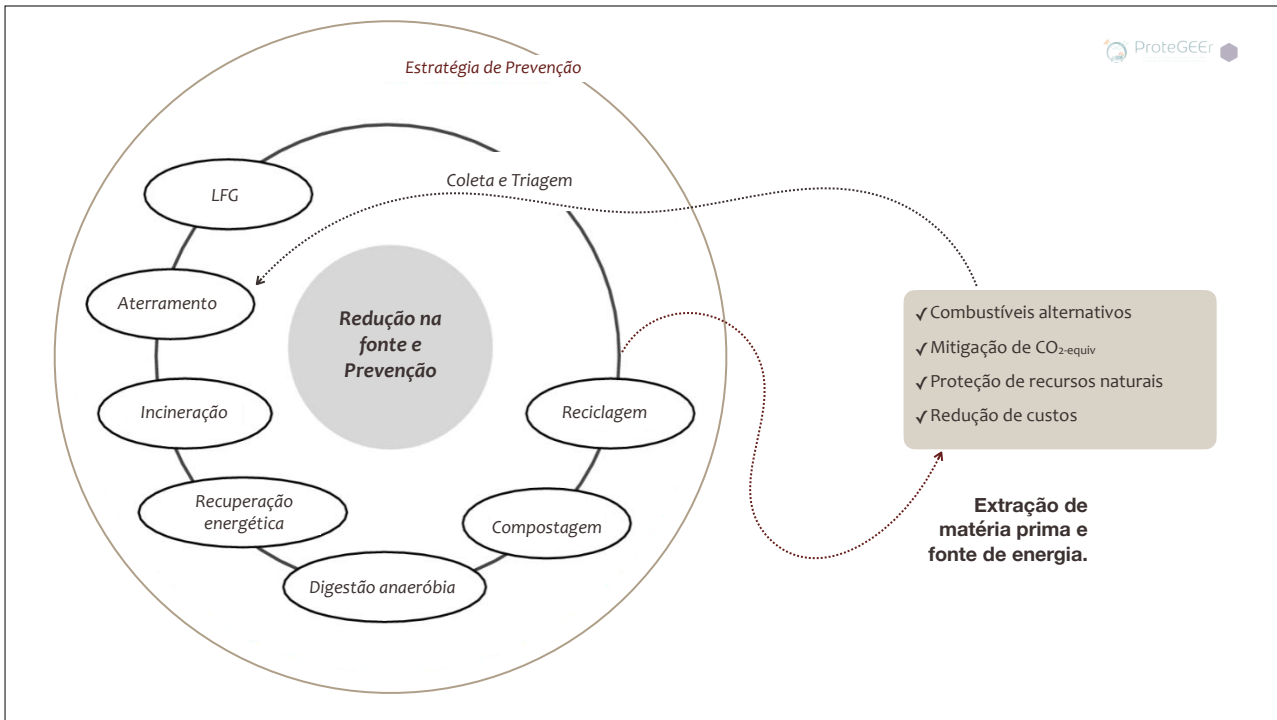
Meinshausen et al. (2009)

Creutzig et al. (2016)

Tempo para consumir o “saldo de carbono” remanescente







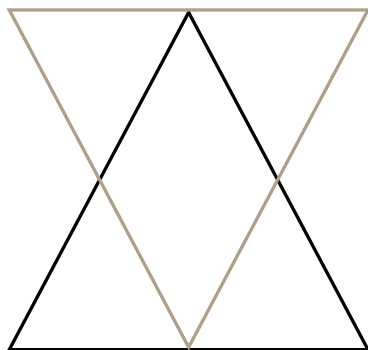
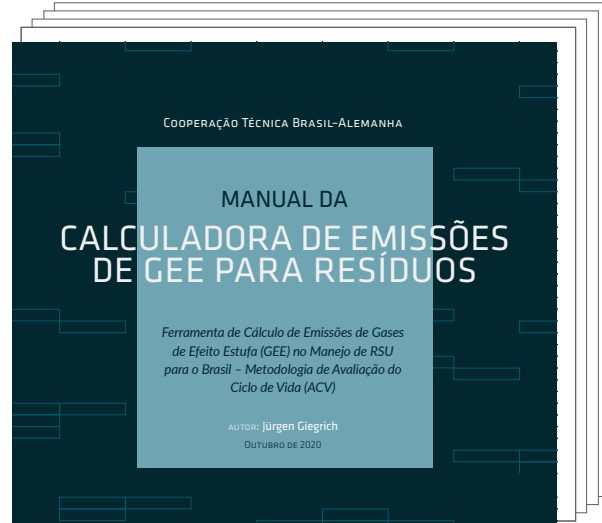
Como Usar a Ferramenta para Cálculo de Emissões

- i. Definir os **Objetivos da gestão do Resíduo Sólido** para a **Definição da Rota Tecnológica**
- ii. Definir **Premissas/Escolhas** e **Construir a Rota Tecnológica** <—> **Validação do Balanço de Massa**
- iii. 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 CO₂ equiv.
 - **análise operacional:** práticas de separação, reciclagem e queima do biogás gerado no local de disposição final.
 - **análise das opções tecnológicas**
- iv. **Simulação/Comparativo de Cenários**

Organização das 2 sessões

SESSÃO 1 - Capacitação - Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa

- i. Contextualização e Introdução a ferramenta (15 min)
- ii. Apresentação da Estrutura do Manual e da Ferramenta (45 min)
- iii. Como Utilizar a Ferramenta (30 min)
- iv. Introdução ao trabalho em Grupo (10 min)
- v. Discussão, Perguntas & Respostas (10 min)



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.

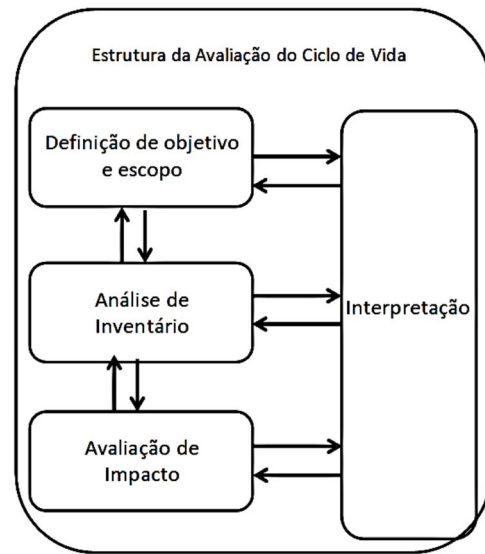
Avaliação do Ciclo de Vida

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

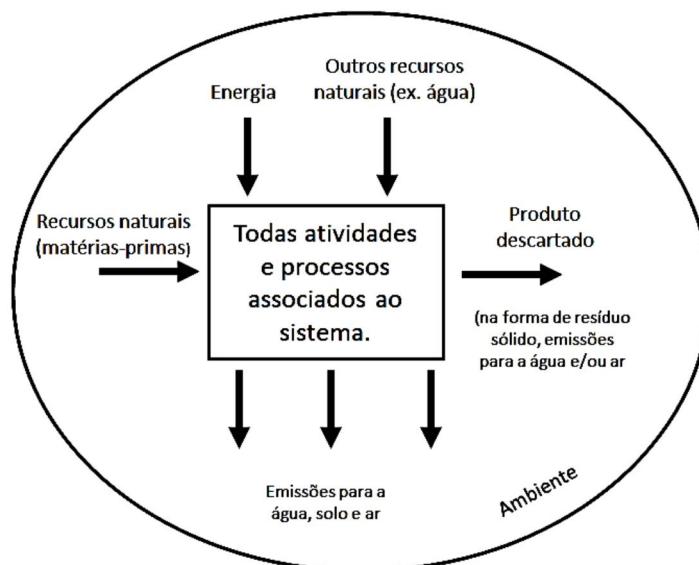
análise e avaliação dos potenciais impactos ambientais

análise das oportunidades disponíveis para promover a melhoria do ambiente



ACV

visão holística



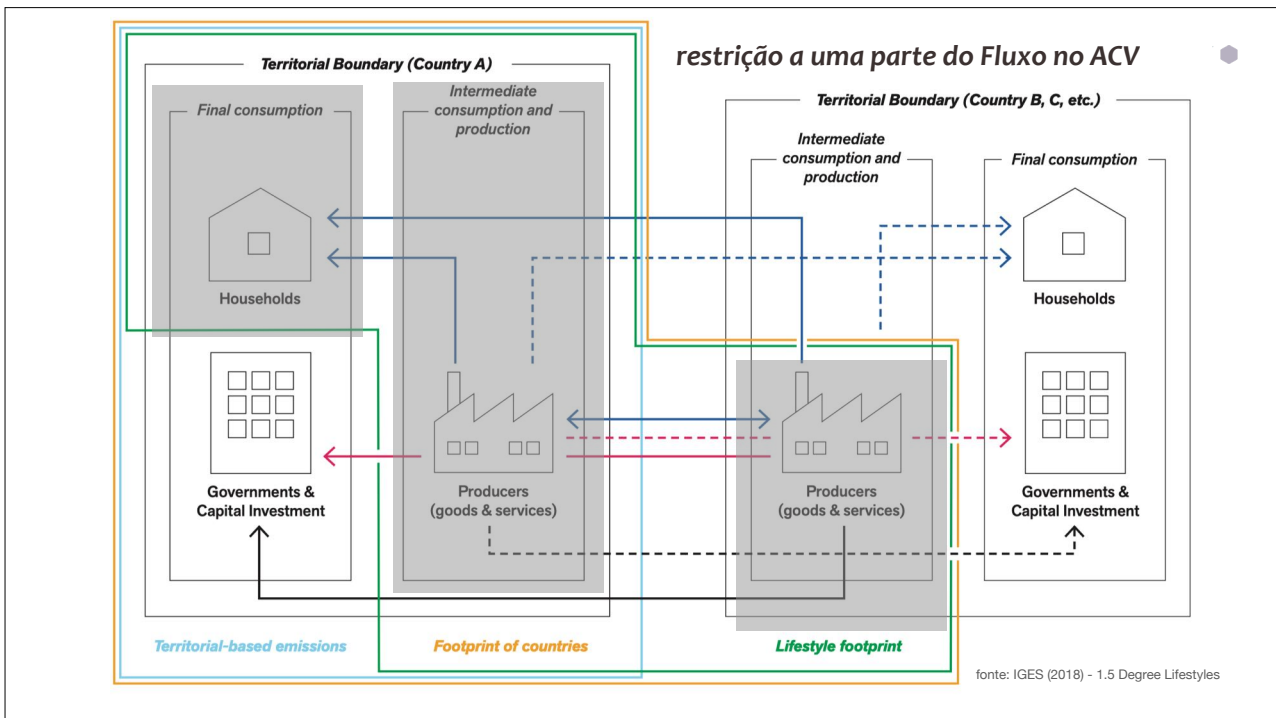
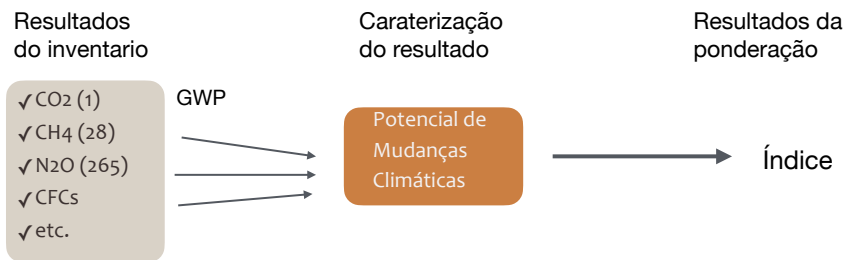
Avaliação de Impacto

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 CO₂. 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 CO₂ no tempo.

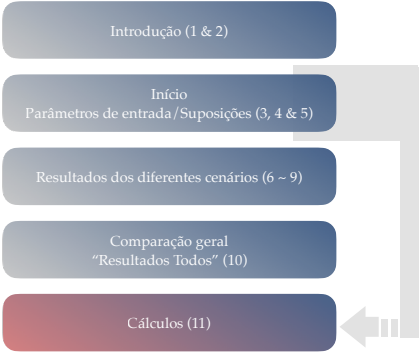
$$Mudancas\ Climaticas = \sum_i GWP_i \times m_i$$

HEIJUNGS et al. (1992)



Estrutura da Calculadora de Emissões

Universo - 11 planilhas



Por favor, preencha as células verdes.

Quantidade total de resíduos

A quantidade total de resíduos refere-se ao total de resíduos gerados por uma fonte (ou apenas o resíduo coletado pelas instituições, mas a quantidade total). Dependendo dos dados disponíveis, a quantidade total de resíduos pode ser inserida no campo verde, em toneladas por ano, ou...

Como quantidade por capta de resíduos (em kg/captação ou kg/habitante) combinado com o número de habitantes:

| | | |
|------------------------------|---------------|--------|
| Quantidade total de resíduos | toneladas/ano | 70.000 |
|------------------------------|---------------|--------|

Taxa de geração específica de resíduos sólidos urbanos

Em vez da quantidade total de resíduos, você pode inserir a quantidade específica de resíduos em kg/captação por capta e em kg/habitante em kg/captação por capta e em kg/habitante nos campos verdes.

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

| | | |
|--|--------------|------|
| Quantidade anual de resíduos por capta | kg/captação | 100 |
| Quantidade anual de resíduos por capta | kg/habitante | 0,96 |

Produção

Produção total (toneladas)

Nº de habitantes

100.000

Composição de resíduos em percentagem de peso úmido

Utilize como referência a percentagem dos resíduos em toneladas na quantidade total de resíduos.

Se houver dados sobre a composição total de resíduos, digite a percentagem - caso contrário, não pode usar o padrão do Brasil.

| Componentes | Padrão do Brasil | em % de resíduos úmidos |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|
| Resíduos de alimentos | 48,2% | 48,2% |
| Resíduos de papelão e plástico | 2,1% | 2,1% |
| Resíduos de vidro | 10,1% | 10,1% |
| Resíduos de madeira | 13,1% | 13,1% |
| Resíduos de metal | 2,1% | 2,1% |
| Resíduos de têxtil | 2,2% | 2,2% |
| Resíduos de couro | 0,2% | 0,2% |
| Resíduos de borracha, plástico | 0,2% | 0,2% |
| Resíduos de outros materiais | 0,4% | 0,4% |
| Resíduos de madeira | 4,7% | 4,7% |
| Resíduos de metal | 0,2% | 0,2% |
| Resíduos de plástico | 4,2% | 4,2% |
| Total (líquido em 2000) | 100,0% | 100,0% |

Características dos resíduos

Os resíduos podem diferir significativamente no teor de água e, conseqüentemente, no valor calorífico (para mais explicações, consulte o manual). Assim, você pode escolher entre um teor de água baixo ou alto. Digite "F" para seu estado.

| | |
|------------------|---|
| Conteúdo de água | 0 |
| Resíduos de água | 0 |
| Teor de água | 1 |

Teor de emissão de CO2 específico para produção de aterro

A produção de aterro produz emissões de CO2 específicas, conforme a tabela.

Se estiver, insira o teor de emissão específico para a produção de aterro em CO2/kgRSU.

| | | |
|----------------|-------------------------|-----------|
| Teor de aterro | Padrão do Brasil (2019) | CO2/kgRSU |
| Valor | 14 | 14 |

Resultados/Informação Intermediária

Sua entrada resulta em uma quantidade total de resíduos

| | |
|---------------|--------|
| toneladas/ano | 70.000 |
| kg/captação | 100 |
| kg/habitante | 0,96 |

Resultados/Informação Intermediária

A composição de resíduos e o teor de água que você definiu foram os seguintes parâmetros base de total de resíduos.

Resultado - valor calorífico e teor de carbono de total de resíduos

| | | |
|--------------------------|-------------------------|-------|
| Valor calorífico | em MJ/kg | 8,8 |
| Teor total de carbono | em % de resíduos úmidos | 28,2% |
| Teor de carbono RSU | em % de resíduos úmidos | 15,7% |
| Teor de carbono Superior | em % de resíduos úmidos | 17,2% |

Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha nº3 - início



Por favor, preencha as células verdes.

Quantidade total de resíduos

A quantidade total de resíduos refere-se ao total de resíduos gerados por uma fonte (ou apenas o resíduo coletado pelas instituições, mas a quantidade total). Dependendo dos dados disponíveis, a quantidade total de resíduos pode ser inserida no campo verde, em toneladas por ano, ou...

Como quantidade por capta de resíduos (em kg/captação ou kg/habitante) combinado com o número de habitantes:

| | | |
|------------------------------|---------------|--------|
| Quantidade total de resíduos | toneladas/ano | 70.000 |
|------------------------------|---------------|--------|

Taxa de geração específica de resíduos sólidos urbanos

Em vez da quantidade total de resíduos, você pode inserir a quantidade específica de resíduos em kg/captação por capta e em kg/habitante em kg/captação por capta e em kg/habitante nos campos verdes.

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

| | | |
|--|--------------|------|
| Quantidade anual de resíduos por capta | kg/captação | 100 |
| Quantidade anual de resíduos por capta | kg/habitante | 0,96 |

Produção

Produção total (toneladas)

Nº de habitantes

100.000

Composição de resíduos em percentagem de peso úmido

Utilize como referência a percentagem dos resíduos em toneladas na quantidade total de resíduos.

Se houver dados sobre a composição total de resíduos, digite a percentagem - caso contrário, não pode usar o padrão do Brasil.

| Componentes | Padrão do Brasil | em % de resíduos úmidos |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|
| Resíduos de alimentos | 48,2% | 48,2% |
| Resíduos de papelão e plástico | 2,1% | 2,1% |
| Resíduos de vidro | 10,1% | 10,1% |
| Resíduos de madeira | 13,1% | 13,1% |
| Resíduos de metal | 2,1% | 2,1% |
| Resíduos de têxtil | 2,2% | 2,2% |
| Resíduos de couro | 0,2% | 0,2% |
| Resíduos de borracha, plástico | 0,2% | 0,2% |
| Resíduos de outros materiais | 0,4% | 0,4% |
| Resíduos de madeira | 4,7% | 4,7% |
| Resíduos de metal | 0,2% | 0,2% |
| Resíduos de plástico | 4,2% | 4,2% |
| Total (líquido em 2000) | 100,0% | 100,0% |

Características dos resíduos

Os resíduos podem diferir significativamente no teor de água e, conseqüentemente, no valor calorífico (para mais explicações, consulte o manual). Assim, você pode escolher entre um teor de água baixo ou alto. Digite "F" para seu estado.

| | |
|------------------|---|
| Conteúdo de água | 0 |
| Resíduos de água | 0 |
| Teor de água | 1 |

Teor de emissão de CO2 específico para produção de aterro

A produção de aterro produz emissões de CO2 específicas, conforme a tabela.

Se estiver, insira o teor de emissão específico para a produção de aterro em CO2/kgRSU.

| | | |
|----------------|-------------------------|-----------|
| Teor de aterro | Padrão do Brasil (2019) | CO2/kgRSU |
| Valor | 14 | 14 |

Resultados/Informação Intermediária

Sua entrada resulta em uma quantidade total de resíduos

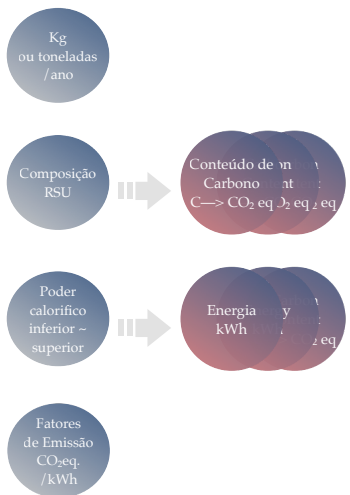
| | |
|---------------|--------|
| toneladas/ano | 70.000 |
| kg/captação | 100 |
| kg/habitante | 0,96 |

Resultados/Informação Intermediária

A composição de resíduos e o teor de água que você definiu foram os seguintes parâmetros base de total de resíduos.

Resultado - valor calorífico e teor de carbono de total de resíduos

| | | |
|--------------------------|-------------------------|-------|
| Valor calorífico | em MJ/kg | 8,8 |
| Teor total de carbono | em % de resíduos úmidos | 28,2% |
| Teor de carbono RSU | em % de resíduos úmidos | 15,7% |
| Teor de carbono Superior | em % de resíduos úmidos | 17,2% |



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...

Quantidade total de resíduos toneladas/ano

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

informação a ser fornecida pelo usuário

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 | <input type="text" value="350"/> |
| | Padrão do Brasil | kg/cap/dia |
| Quantidade diária de resíduos per capita | 0.96 | <input type="text" value="0.96"/> |

População

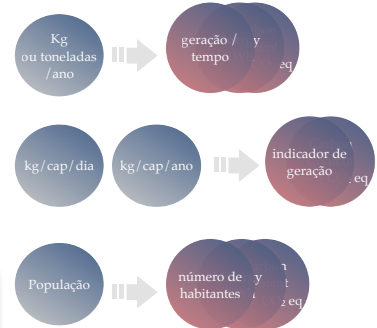
População total (capita) N° de habitantes

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 nº3 - início

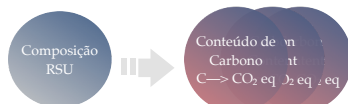


Composição de resíduos em porcentagens de peso úmido

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% | <input type="text" value="48.4%"/> |
| Resíduos de jardins e parques | 3.0% | <input type="text" value="3.0%"/> |
| Papel, papelão | 13.1% | <input type="text" value="13.1%"/> |
| Plásticos | 13.5% | <input type="text" value="13.5%"/> |
| Vidros | 2.4% | <input type="text" value="2.4%"/> |
| Metais ferrosos | 2.3% | <input type="text" value="2.3%"/> |
| Alumínio | 0.6% | <input type="text" value="0.6%"/> |
| Têxteis | 2.6% | <input type="text" value="2.6%"/> |
| Borracha, couro | 0.7% | <input type="text" value="0.7%"/> |
| Fraldas (descartáveis) | 4% | <input type="text" value="4.0%"/> |
| Madeira | 4.7% | <input type="text" value="4.7%"/> |
| Resíduos minerais | 0.0% | <input type="text" value="0.0%"/> |
| Outros | 4.7% | <input type="text" value="4.7%"/> |
| Total (deve ser 100%) | 100.0% | 0.0% <input type="text" value="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).

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 | <input type="text" value="0"/> |
| Alto teor de água | <input type="text" value="1"/> |

Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha nº3 - início

Composição de resíduos em percentagens 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 percentagem – 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% |
| Vídeos | 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% |
| Frutas (descartáveis) | 4% | 4% |
| Madeira | 4.7% | 4.7% |
| Resíduos minerais | 0.0% | 0.0% |
| Outros | 4.7% | 4.7% |
| Total (deve ser 100%) | 100.0% | 100.0% |

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 CO₂-eq/kWh.

| Mix de eletricidade | Padrão do Brasil 2018 | g CO ₂ -eq/kWh |
|---------------------|-----------------------|---------------------------|
| Brasil | 93 | 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



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% |
| | Vídeos | 4% | 20% | 50% | 80% |
| | Metais ferrosos | 15% | 30% | 60% | 90% |
| | Alumínio | 40% | 60% | 75% | 90% |

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% |

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

percentuais de resíduo de alimentos/jardins e parques para reciclagem



Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha nº4 - reciclagem, compostagem e digestão



Você pode alterar os nomes dos cenários

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

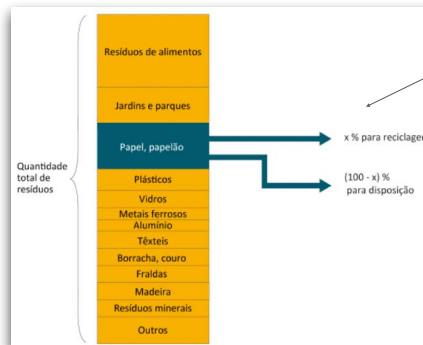
Indique aqui o percentual de material seco reciclado

| x% de | Tipo de material | para reciclagem | em % | em % | em % | em % |
|-------|------------------|-----------------|------|------|------|------|
| | Papel, papelão | | 6% | 20% | 50% | 80% |
| | Plásticos | | 4% | 10% | 30% | 80% |
| | Vidros | | 4% | 20% | 60% | 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 fertilizantes minerais/químicos.

| 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 nº4 - reciclagem, compostagem e 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% | 30% | 80% |
| | Vidros | | 4% | 20% | 60% | 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 fertilizantes minerais/químicos.

| 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 %

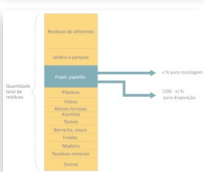
configuração do aproveitamento de biogás

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 M/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°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

aproveitamento energético

Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha n°5 - opções de recuperação e disposição do RSU Residual

| | | Cenário-Base | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | em % | em % | em % | em % |
| Tipo de tratamento e descarte de resíduos | | | | | |
| Evitar! | Resíduos dispersos não queimados | | | | |
| | Queima aberta de resíduos dispersos | | | | |
| Disposição no solo | 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> | | | | | |
| Outras opções de recuperação e disposição final | 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 | | | | | |
| Total (deve ser 100%) | | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

tratamento biológico

biossecagem CDR org

CDR seco tambor rotativo de 50 mm

cobertura aterro

incineração de RSU

rotas de disposição final

fator de geração de metano - FCM

conversão completa do carbono **

planilha nº5 - opções de recuperação e disposição do RSU Residual

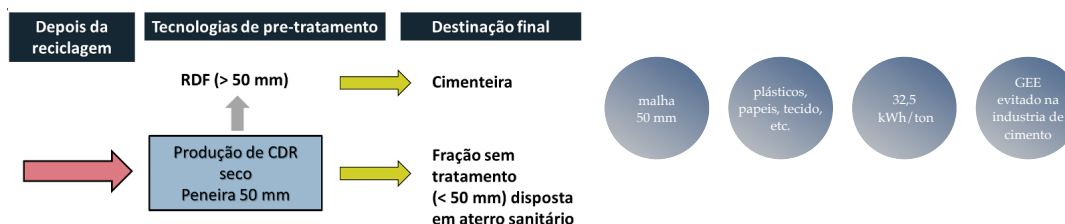
Descrição das opções de pre-tratamento do resíduo residual

- i. Tratamento biológico da matéria orgânica + uso como cobertura de aterro
(Tratamento biológico + cobertura de aterro)
- ii. 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)
- iii. 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)
- iv. 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)

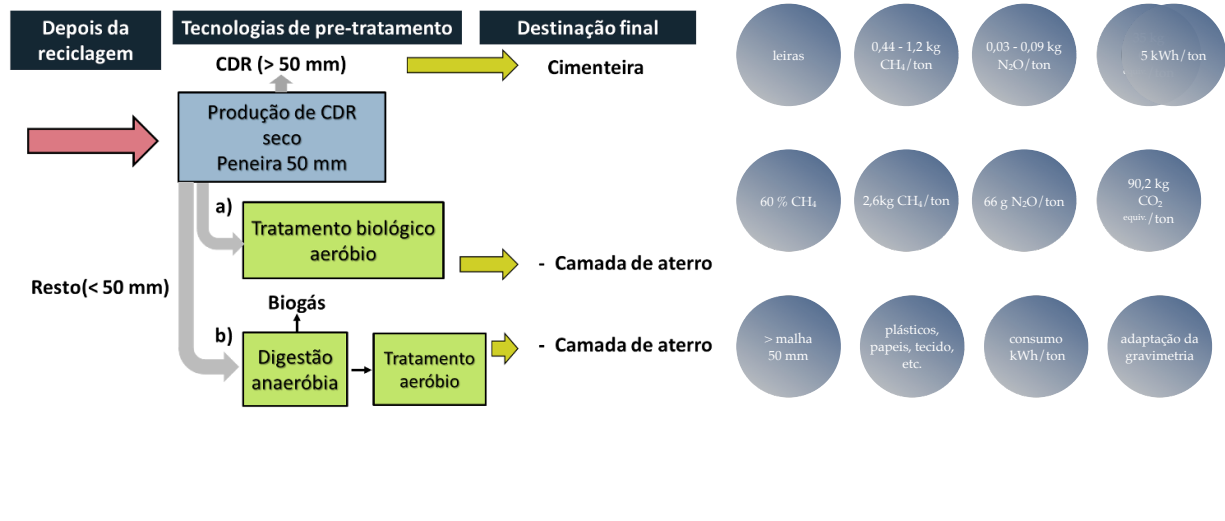
Tratamento biológico + cobertura de aterro



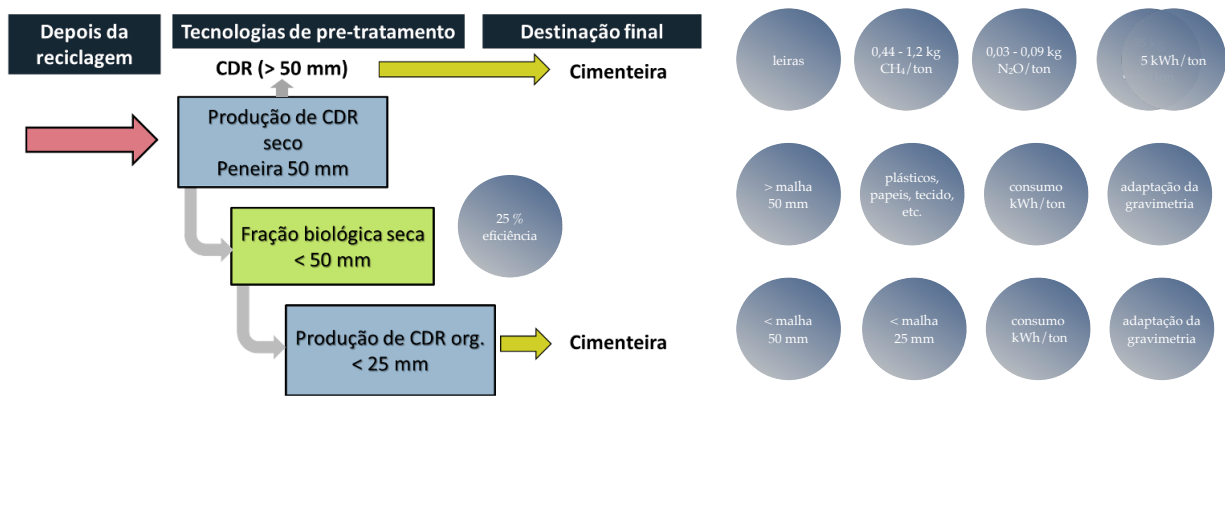
Produção de CDR para co-processamento + rejeito para aterro sanitário



Produção de CDR para co-processamento + tratamento biológico + uso do material tratado como cobertura de aterro



Produção de CDR + bio-secagem para CDR orgânico + ambos para co-processamento na indústria cimenteira



Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha n°5 - opções de recuperação e disposição do RSU Residual

| | Cenário Base | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 |
|---|--------------|-----------|-----------|-----------|
| | em % | em % | em % | em % |
| Tipos de Tratamento e destino de resíduos | | | | |
| Enterramento | | | | |
| Resíduos dispostos em aterro | | | | |
| Queima aberta de resíduos dispostos | | | | |
| Disposição de gás | | | | |
| Leito | 100.0% | | | |
| Aterro controlado sem coleta de gás | | 100.0% | 10.0% | 20.0% |
| Aterro controlado com possibilidade de coleta de gás | | | | |
| <i>Se o tratamento biológico for aplicado, preencha em um dos campos seguintes:</i> | | | | |
| Tratamento biológico + cobertura de aterro | | | | |
| Outras opções de recuperação | | | 10.0% | |
| Resposta final | | | | 80.0% |
| Indicação de RSU | | | | |
| Total (deve ser 100%) | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

informação sobre o aterro sanitário - coleta e uso de biogás

valor referente ao ponto anterior

| | Min | Máx | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| Eficiência na coleta de gás | 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 | | | | | em % |
|--|-------|--|---------|---------|---------|
| Sem queima (teste de emissão do aterro sanitário) | | | | | |
| Queimador Flare | | | 100% | | em % |
| Geração da eletricidade | | | | 100% | em % |
| Produção de biometano | | | | | 100% |
| Total (deve ser 100%) | 0.00% | | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha n°5 - opções de recuperação e disposição do RSU Residual

| | Cenário Base | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 |
|---|--------------|-----------|-----------|-----------|
| | em % | em % | em % | em % |
| Tipos de Tratamento e destino de resíduos | | | | |
| Enterramento | | | | |
| Resíduos dispostos em aterro | | | | |
| Queima aberta de resíduos dispostos | | | | |
| Disposição de gás | | | | |
| Leito | 100.0% | | | |
| Aterro controlado sem coleta de gás | | 100.0% | 10.0% | 20.0% |
| Aterro controlado com possibilidade de coleta de gás | | | | |
| <i>Se o tratamento biológico for aplicado, preencha em um dos campos seguintes:</i> | | | | |
| Tratamento biológico + cobertura de aterro | | | | |
| Outras opções de recuperação | | | 10.0% | |
| Resposta final | | | | 80.0% |
| Indicação de RSU | | | | |
| Total (deve ser 100%) | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

| | Min | Máx | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| Eficiência na coleta de gás | 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 | | | | | em % |
|--|-------|--|---------|---------|---------|
| Sem queima (teste de emissão do aterro sanitário) | | | | | |
| Queimador Flare | | | 100% | | em % |
| Geração da eletricidade | | | | 100% | em % |
| Produção de biometano | | | | | 100% |
| Total (deve ser 100%) | 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.

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

Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha n°5 - opções de recuperação e disposição do RSU Residual

Outras opções de tratamento e disposição final

| Tratamento biológico + cobertura de aterro | | | | | |
|---|-------|-------|-------|---------|------|
| 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% | |

| 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% | 100% | em % |
| Total (deve ser 100% ou 0%) | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | |

Informação sobre a planta de incineração

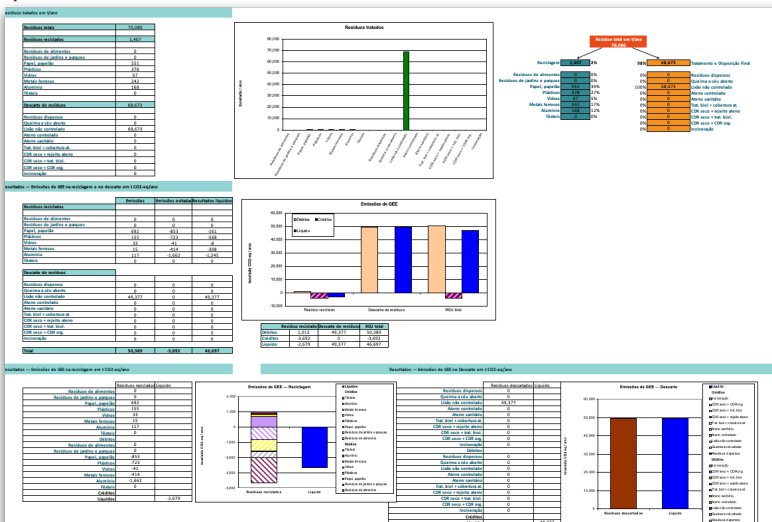
Indique aqui a eficiência líquida da utilização de energia através da incineração de resíduos — use dados próprios ou valores-padrão (para explicações adicionais, consulte o comentário ou o manual)

| | Padrão | | | | | |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| Eletricidade | 15% | 15.0% | 15.0% | 15.0% | 15.0% | em % |
| Térmica | 0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | em % |

Eficiência energética

Estrutura da Calculadora de Emissões

planilha n° 6, 7 e 8 - resultados

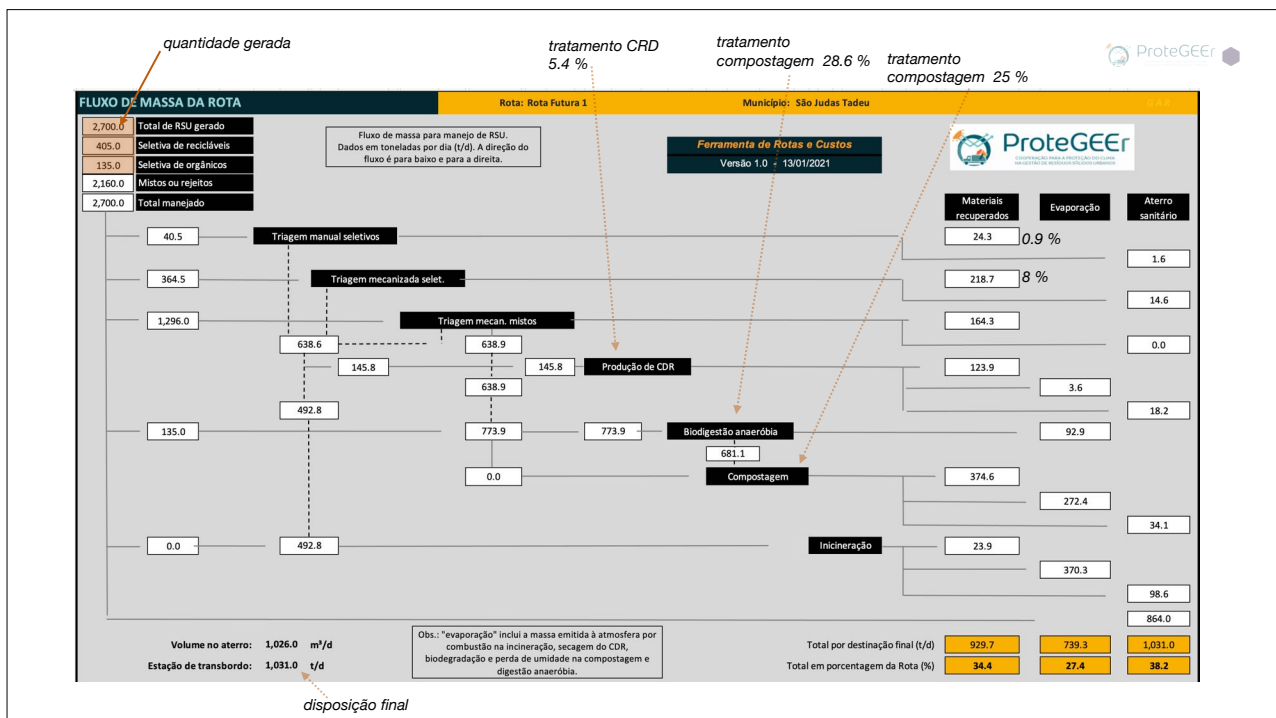


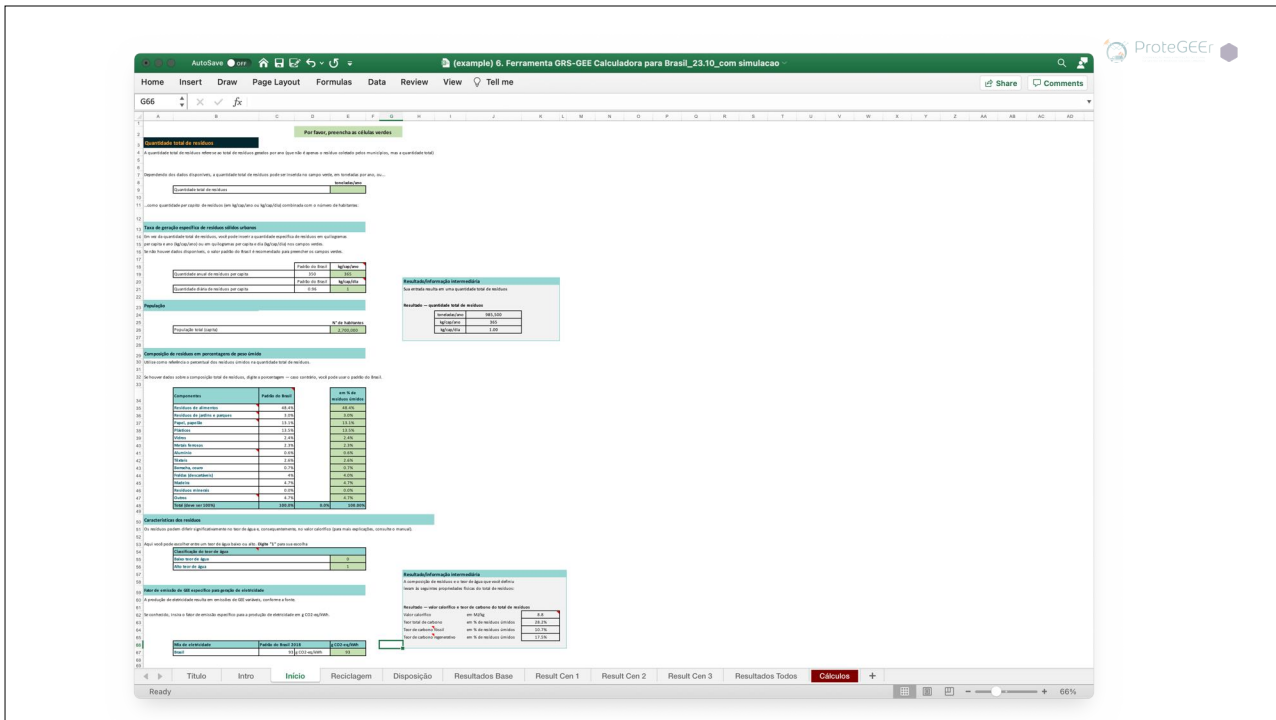
- Quantidade de resíduos sólidos urbanos
- distribuição da reciclagem
- fluxo do tratamento e disposição final (ton/ano)
- resumo das emissões de GEE reciclados e descarte
- figura resumo total - débitos e créditos da emissões de GEE
- figura - detalhes dos débitos e créditos / opção emissões de GEE

Organização das 2 sessões

SESSÃO 1 - Capacitação - Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa

- i. Contextualização e Introdução a ferramenta (15 min)
- ii. Apresentação da Estrutura do Manual e da Ferramenta (45 min)
- iii. Como Utilizar a Ferramenta (30 min)
- iv. Introdução ao trabalho em Grupo (10 min)
- v. Discussão, Perguntas & Respostas (10 min)





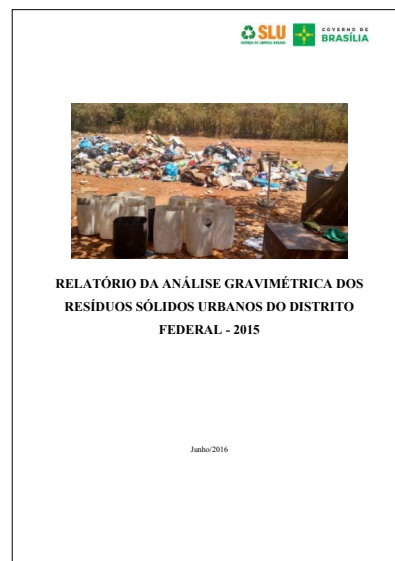
Organização das 2 sessões

SESSÃO 1 - Capacitação - Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa

- i. Contextualização e Introdução a ferramenta (15 min)
- ii. Apresentação da Estrutura do Manual e da Ferramenta (40 min)
- iii. Como Utilizar a Ferramenta (35 min)
- iv. Introdução ao trabalho em Grupo (10 min)
- v. Discussão, Perguntas & Respostas (10 min)

Trabalho em Grupo - Capacitação - Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa - Coleta Convencional

- i. Lote 01: Brasília, Cruzeiro, Sudoeste/Octogonal, Itapoã, Lago Norte, São Sebastião, Paranoá, Varjão, Planaltina, Sobradinho I, Sobradinho II e Fercal
- ii. Lote 02: Brazlândia, Ceilândia, Samambaia, Taguatinga e Sol Nascente;
- iii. Lote 03: Águas Claras, Candangolândia, Gama, Guará, Núcleo Bandeirante, Park Way, Lago Sul, Jardim Botânico, Recanto das Emas, Riacho Fundo I, Riacho Fundo II, Santa Maria, SCIA/Estrutural, SIA e Vicente Pires



Trabalho em Grupo - Capacitação

Objetivo: baseada/o na aplicação da ferramenta de cálculo, realizar a estimativa da contribuição das rotas tecnológicas as emissões da GEE.

roteiro sugerido de análise:

- i. cada grupo deveria escolher um Lote para representar a área de estudo.
- ii. baseada/o no lote determinar a quantidade e composição gravimétrica (adaptada) do resíduo sólido domiciliar gerado na Coleta Convencional
- iii. caso a reciclagem informal e formal esteja sendo aplicada, definir valores representativos
- iv. caracterizar o atual modelo de gerenciamento (transbordo, tratamento e disposição final)
- v. caracterizar o cenário atual conforme a ferramenta de cálculo
- vi. propor cenários alternativos de gerenciamento



Organização das 2 sessões

SESSÃO 1 - Capacitação - Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito de Estufa

- i. Contextualização e Introdução a ferramenta (15 min)
- ii. Apresentação da Estrutura do Manual e da Ferramenta (40 min)
- iii. Como Utilizar a Ferramenta (35 min)
- iv. Introdução ao trabalho em Grupo (10 min)
- v. Discussão, Perguntas & Respostas (10 min)

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