

Método do IPCC 2000 para o setor de resíduos sólidos, esgotos domésticos e efluentes industriais:

Estimativa das emissões de CH_4 pela disposição de resíduos sólidos em **aterros**.

$$Q = (k * A * MSW_t * MSW_f * L_0 * e^{-kt} - R) * (1 - OX)$$

Q = quantidade de metano gerada ao ano [$GgCH_4/ano$]

k = Constante de decaimento [$1/ano$]

A = Fator de normalização para a soma [%]

$$A = \frac{1 - e^{-kt}}{k}$$

$$MSW_t * MSW_f = Rx = TaxaRSD * Pop_{urb}$$

MSW_t = Quantidade total de RSD gerado [$GgRSD/ano$]

MSW_f = Fração de RSD destinada ao aterro [%]

Devido à dificuldade de se obterem os dados de MSW_t^1 e MSW_f , estimatimamos, sem perda da qualidade da informação da mesma quantidade empregando informações mais acessíveis como $TaxaRSD$ e Pop_{urb} .

Rx = Quantidade de RSD aterrada [$GgRSD/ano$]

$TaxaRSD$ = Taxa de geração de RSD por habitante [$kgRSD/hab.dia$] ou [$GgRSD/1000hab.ano$]

Pop_{urb} = População urbana [hab] ou [$1000hab$]

L_0 = Potencial de geração de metano [$GgCH_4/GgRSD$]

$$L_0 = MCF * DOC * DOC_f * F * 16/12$$

MCF = Fator de correção do metano referente ao gerenciamento dos locais de disposição

Local de disposição = aterro sanitário, então $MCF = 1$

Local de disposição = aterro com mais de 5m de profundidade, então $MCF = 0,8$

Local de disposição = aterro com menos de 5m de profundidade, então $MCF = 0,4$

Local de disposição = não conhecido, então $MCF = 0,6$

DOC = Carbono orgânico degradável [%]

$$DOC = (0,4*A) + (0,17*B) + (0,15*C) + (0,3*D)$$

A = Fração do resíduo correspondente a papéis e têxteis [%]

B = Fração do resíduo proveniente de jardins, parques e outros putrescíveis não alimentares [%]

C = Fração do resíduo correspondente a resíduos alimentares [%]

D = Fração do resíduo correspondente a madeira e palha [%]

¹ Esta informação (MSW_t) significa a quantidade total de resíduos gerados no Brasil, em cada Estado e em cada município. Sabemos que este levantamento não é feito no Brasil. Multiplicando-se este número pela fração do que é coletado (MSW_f), obtém-se a quantidade de resíduo que é depositada no aterro (Rx). Essa informação (Rx) pode ser gerada, sem perda de qualidade empregando-se dados conhecidos e publicados nacionalmente como $TaxaRSD$ e Pop_{urb} .

DOC_f = Fração do DOC que decompõe [%]

$$DOC_f = 0.014T + 0.28$$

Onde

T : temperatura [°C]

Normalmente se emprega 35°C, o que implica que o valor do DOC_f é igual a 0,77.

F = Fração de metano no aterro [%]

Normalmente o biogás ocorre com concentração igual a 50% de CH_4

16/12 = razão de conversão de carbono (C) a metano (CH_4)

t = Ano do cálculo [ano]

R = Recuperação do metano [$GgCH_4$ /ano]

OX = Fator de oxidação

Estimativa das emissões de CO_2 por **incineração** de resíduos sólidos.

$$Q_{CO_2} = \sum_i (M_i \cdot C_i \cdot FC_i \cdot E_i \cdot 44/12)$$

onde:

Q_{CO_2} = quantidade de dióxido de carbono gerada ao ano [$GgCO_2$ /ano]

i = RSD: Resíduo sólido doméstico

RP: Resíduo perigoso

Resíduo hospitalar

Lodo de esgoto

M = Massa de resíduo incinerado por tipo i [Gg /ano]

C = Carbono contido no resíduo tipo i [%]

FC = Fração de carbono fóssil no resíduo tipo i [%]

E = Eficiência de queima dos incineradores de resíduo tipo i

44/12 = Conversão de C para CO_2

Estimativa das emissões de N_2O por **incineração** de resíduos sólidos.

$$Q_{N_2O} = \sum_i (M_i \cdot E_i) \cdot 10^{-6}$$

onde:

Q_{N_2O} = quantidade de óxido nitroso gerada ao ano [GgN_2O /ano]

i = RSD: Resíduo sólido doméstico

RP: Resíduo perigoso

Resíduo hospitalar

Lodo de esgoto

M = Massa de resíduo incinerado por tipo i [Gg /ano]

E = Fator de emissão i

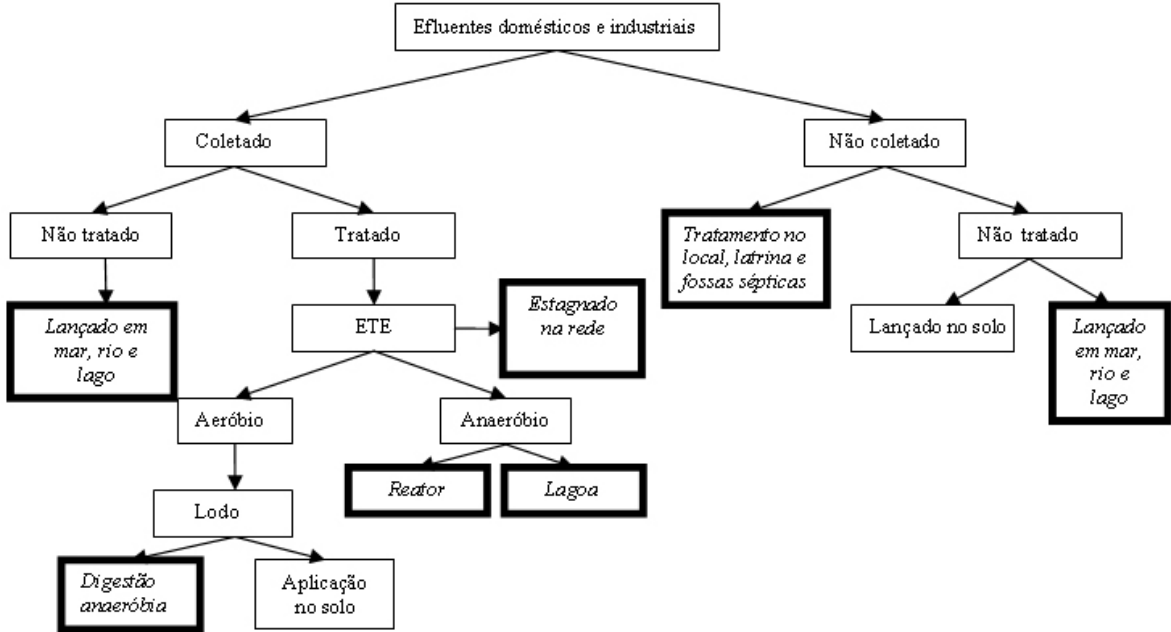
Dados para estimativa das emissões de CO_2 pela incineração de resíduos				
	RSD	Lodo de esgoto	Resíduo hospitalar	Resíduo perigoso
C contido no resíduo	33 – 50% de resíduo	10 – 40% de lodo (material	50 – 70% de resíduo (material	1 – 95% de resíduo (úmido)

	(úmido) sugerido 40%	(seco) sugerido 30%	(seco) sugerido 60%	sugerido 50%
% de Carbono fóssil do total de Carbono	30 – 50%	0%	30 – 50% sugerido 40% é necessário mais informação	90 – 100% sugerido 90%
Eficiência de queima	95 – 99% sugerido 95%	95%	50 - 99,5% sugerido 95%	95 – 99,5% sugerido 99,5%
O resíduo hospitalar contém principalmente papel e plásticos. O conteúdo de carbono pode ser estimado pelos seguintes fatores: C_{contido no papel}: 50% e C_{contido no plástico}: 75 – 85% O carbono fóssil pode ser reduzido se ele inclui carbono de material de embalagens e materiais similares Depende do projeto, manutenção e idade do incinerador Fonte: Especialistas do IPCC citados pelo GPG IPCC 2000				

Estimativa das emissões de CH₄ pelo *tratamento de disposição de esgotos domésticos e efluentes industriais*.

A Figura 1, abaixo, resume as fontes de efluentes e seus sistemas de tratamento

Figura 1 - Fontes de efluentes domésticos e industriais, sistemas de tratamento e emissões potenciais de CH₄



Nota: O texto em *itálico* e o quadro em **negrito** indicam uma possível fonte de emissão de CH₄

Fonte: IPCC, 2000.

$$Emissões = TOW_{dom} \cdot EF - R$$

onde:

Emissões = Quantidade de metano gerada ao ano

TOW_{dom} = Efluente doméstico orgânico total

EF = Fator de Emissão

R = metano recuperado ao ano

Equação 1 – Estimativa de emissão de CH₄ por tratamento anaeróbio de efluentes domésticos

[GgCH₄/ano]

[kgDBO/ano]

[kgCH₄/kgDBO]

[k CH₄g/ano]

$$TOW_{dom} = P \cdot D_{dom}$$

Equação 2 - Estimativa do efluente doméstico orgânico total

onde:

P = População¹ [1.000 pessoas]
 D_{dom} = Componente orgânico degradável do efluente doméstico [kgDBO/1.000pessoas.ano]

$$EF = B_0 \cdot \text{Média ponderada dos MCF}$$

Equação 3 - Estimativa do Fator de emissão para efluentes domésticos e industriais

onde:

B_0 = Capacidade máxima de produção de metano [kgCH₄/kgDBO] ou [kgCH₄/kgDQO]

$$\text{Média ponderada dos MCF}_i = \sum_x (WS_{i,x} \cdot MCF_x)$$

Equação 4 - Média ponderada dos MCF

onde:

$WS_{i,x}$ = Fração de efluente do tipo "i" tratada usando o sistema "x" [adimensional]

MCF_x = Fator de conversão de metano do sistema "x" tratando o efluente "i" [adimensional]

R = Recuperação de metano do efluente doméstico [GgCH₄/ano]

Estimativa das emissões de CH₄ pelo **tratamento de efluentes industriais**.

$$\text{Emissões} = TOW_{ind} \cdot EF - R$$

Equação 5 - Estimativa de emissão de CH₄ por tratamento anaeróbico de efluentes industriais

onde:

Emissões = Quantidade de metano gerada ao ano [GgCH₄/ano]

TOW_{ind} = Efluente industrial orgânico total [kgDBO/ano ou kgCOD/ano]

EF_i = Fator de Emissão do efluente industrial [kgCH₄/kgDBO]

R_i = metano recuperado do efluente industrial ao ano [k CH₄g/ano]

$$TOW_{ind} = P_i \cdot W_i \cdot D_{ind}$$

Equação 6 - Estimativa do efluente industrial orgânico total

P_i = Produção industrial [un produto/ano]

W_i = efluente gerado [m³/t produto]

D_{ind} = Componente orgânico degradável do efluente industrial [kgDBO/m³/un prod.] ou [kgDQO/ m³ un prod.]

Para os casos em que não se dispõe das frações por tipo de tratamento o IPCC sugere substituir a Eq.14, utilizada para o cálculo das emissões de efluentes domésticos, por

Média ponderada dos MCF = Fração de DBO que degrada anaerobiamente [adimensional]

¹ Para os fins deste inventário, foi considerada a população urbana

determinando-se a média ponderada dos MCF através de julgamento de especialistas.

$$EF_i = B_{0i} \cdot \text{Média ponderada dos MCF}$$

Equação 7 – Estimativa do Fator de emissão para efluentes domésticos e industriais

onde:

$$B_{0i} = \text{Capacidade máxima de produção de metano} \quad \begin{matrix} [\text{kgCH}_4/\text{kgDBO}] \text{ ou} \\ [\text{kgCH}_4/\text{kgDQO}] \end{matrix}$$

onde:

$$R_i = \text{Recuperação do metano do efluente industrial} \quad [\text{GgCH}_4/\text{ano}]$$