

# Indicadores de Sustentabilidade Ambiental

Roberta Bruno S. Carneiro – Monsanto  
Mariana R. Sigrist - BASF



13º Congresso de  
Atuação Responsável

2ª Conferência  
Latino-Americana de  
Segurança de Processos

1ª Feira Internacional dos  
Fornecedores da Indústria  
Química e Petroquímica

São Paulo, 21 a 24 de junho de 2010



# Indicadores de Sustentabilidade Ambiental

## Grupo de Trabalho:

Fernanda - Solvay

Lorena – Oxiteno

Luis Gulin – Carbocloro

Luiz Marques – Elequeiroz

Maria Fatima – Quattor

Maria Luiza – Rhodia

Mariana – Basf

Mauro – Braskem

Obdulio - Abiquim

Raphael – Bayer

Renata – Montana

Roberta – Monsanto

Silvia - Dow

### Aspecto: Emissões Atmosféricas

Essencial	ISA1	Emissões NOx, SOx, MPt
	ISA2	Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)
	ISA3	Emissões de Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio

Opcional	ISA4	Emissões de CO
----------	------	----------------

Essencial	ISA5	Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis
-----------	------	--

### Aspecto: Água

Essencial	ISA6	Total de água Consumida pela Organização
	ISA7	Volume Total de Água Reciclada e Reutilizada

### Aspecto: Efluentes

Essencial	ISA8	Descarte Total e Destinação do Efluente
	ISA9	Qualidade da Água Descartada (Proteção do Meio Aquático)

### Aspecto: Resíduo

Essencial	ISA10	Total de Resíduos, por Classe e Destinação
-----------	-------	--

### Aspecto: Áreas Contaminadas

Essencial	ISA11	Total de Áreas Contaminadas, com e sem Processo de Remediação
-----------	-------	---

Opcional	ISA12	Total de Áreas com Monitoramento Preventivo
----------	-------	---

### Aspecto: Energia

Essencial	ISA13	Energia
-----------	-------	---------



## INDICADORES ATUAIS

- Resíduos Perigosos e Não Perigosos;
- Emissões de CO<sub>2</sub> – Processo e Combustão;
- Emissões de SO<sub>x</sub> - Processo e Combustão;
- Efluente lançado e reciclados;
- Efluente: Fósforo, Nitrogênio, DQO e Metais;
- Energia Elétrica: Comprada e Gerada.
- Energia Térmica: Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos;
- Captação de água de diversas fontes.

## ASPECTO: EMISSÕES ATMOSFÉRICAS



### ISA 1: EMISSÕES NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, MPt

Identifique as fontes de emissões atmosféricas e calcule as emissões segundo uma das seguintes metodologias:

- Medição direta de emissões (ex: analisadores na linha de produção, amostragens de chaminé, etc.);
- Estimativas baseadas em fatores de emissão obtidos no AP-42 , parâmetros substitutos ou balanço de massa.

Aspecto		Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
Emissões Atmosféricas	Poluentes para o ar	NO <sub>x</sub>	C/M	30.683	Kg/ano	0,251	kg/ton	1
		SO <sub>x</sub>	M	6.931		0,057		
		MPt	C/M	5.227		0,043		

## ASPECTO: EMISSÕES ATMOSFÉRICAS



### ISA 2: EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

São considerados GEE diretos: **dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**, metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), e o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>).

Identifique as emissões da organização:

- Realização do inventário das emissões de GEE (**diretas** e indiretas)

Table IIc. Default CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O Emission Factors for Natural Gas, and Fuel Oil, Coal

Fuel Type	Greenhouse Gas	Emissions per Unit of Fuel Input (kg CO <sub>2</sub> e/MMBtu)
Natural Gas	CH <sub>4</sub>	0.105
	N <sub>2</sub> O	0.031
Petroleum (Commercial sector)	CH <sub>4</sub>	0.231
	N <sub>2</sub> O	0.186
Petroleum (Industrial sector)	CH <sub>4</sub>	0.063
	N <sub>2</sub> O	0.186
Coal	CH <sub>4</sub>	0.231
	N <sub>2</sub> O	0.496

Source: Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2006. U.S. Environmental Protection Agency, April 2008.

Table IIId. Default CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O Emission Factors for Electricity

Fuel Type	Greenhouse Gas	Emissions per Unit of Fuel Input (kg CO <sub>2</sub> e/MMBtu)
Natural Gas	CH <sub>4</sub>	0.021
	N <sub>2</sub> O	0.031
Petroleum	CH <sub>4</sub>	0.063
	N <sub>2</sub> O	0.031
Coal	CH <sub>4</sub>	0.021
	N <sub>2</sub> O	0.496

Note: Electricity emissions of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O relate to the fuel used to produce the electricity. Information on fuel type will be needed to estimate CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O.

Source: Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2006. U.S. Environmental Protection Agency, April 2008.

EPA – Abril de 2008

## ASPECTO: EMISSÕES ATMOSFÉRICAS



### ISA 2: EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

As emissões totais deverão ser expressas em kg/ano de cada um dos gases efeito estufa considerados e em CO<sub>2</sub> eq.

Os potenciais de aquecimento global (GWPs) usados são:

CO<sub>2</sub>: 1

N<sub>2</sub>O: 310

CH<sub>4</sub>: 21

HFCs, PFCs e SF<sub>6</sub>: 140 a 23.900 (valores específicos para cada)

Aspecto		Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
Emissões Atmosféricas	Gases de Efeito Estufa - Emissão Direta	CO <sub>2</sub>	C	19.745.247	Kg/ano	161,554	Kg/ton	2
		CH <sub>4</sub>	C	195		0,002		
		N <sub>2</sub> O	C/M	156		0,001		
		HFCs	G	0		0,000		
		PFCs	C	0		0,000		
		SF <sub>6</sub>	C	0		0,000		
Emissões Atmosféricas	Gases de Efeito Estufa - Emissão Indireta	CO <sub>2</sub>	C	5.244.465	Kg/ano	42,910	Kg/ton	
Emissões Atmosféricas	Gases de Efeito Estufa - CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub> eq	C	25.042.044	Kg/ano	204,892	Kg/ton	

## ASPECTO: EMISSÕES ATMOSFÉRICAS



### ISA 3: EMISSÕES DE SUBSTÂNCIAS DESTRUIDORAS DA CAMADA DE OZÔNIO

Identifique as substâncias listadas na Resolução CONAMA No 267 - controladas nos termos do Protocolo de Montreal - CFCs, HCFCs, halons e brometo de metila).

Devem ser consideradas todas as substâncias destruidoras da camada de ozônio emitidas (ODS), como por exemplo, em equipamentos de refrigeração em geral, compressores, etc.

Equivalente de CFC-11: é uma medida usada para comparar várias substâncias com base em seu potencial relativo de destruição de ozônio.

CAS-No.			ODP
75-45-6	HCFC-22	CHClF <sub>2</sub>	0,055
306-83-2	HCFC-123	CF <sub>3</sub> CHCl <sub>2</sub>	0,02
2837-89-0	HCFC-124	CF <sub>3</sub> CHClF	0,022
1717-00-6	HCFC-141b	CH <sub>3</sub> CFCI <sub>2</sub>	0,11
75-68-3	HCFC-142b	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> Cl	0,065

Aspecto	Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
Emissões Atmosféricas	Poluentes para o ar			t/ano CFC			
	SDO - Substância destruidora da camada de ozônio	E	32	11 eq.	0,00026	CFC 11 eq.	3

## ASPECTO: EMISSÕES ATMOSFÉRICAS



### ISA 4: EMISSÕES DE MONÓXIDO DE CARBONO

Identifique as fontes de emissões atmosféricas e calcule as emissões segundo uma das metodologias:

- Medição direta de emissões (ex: analisadores na linha de produção, amostragens de chaminé, etc.);
- Estimativas baseadas em fatores de emissão obtidos no AP-42, parâmetros substitutos ou balanço de massa.

Aspecto		Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
Emissões Atmosféricas	Poluentes para o ar	CO (Opcional)	C/M	89.825	Kg/ano	0,735	Kg/ton	4

## ASPECTO: EMISSÕES ATMOSFÉRICAS



### ISA 5: EMISSÕES DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

Identifique as fontes potenciais de emissão de COVs, como por exemplo:

- Processos de transferência ;
- Tancagem de produtos orgânicos
- Fontes pontuais na área produtiva;
- Fontes pontuais nos processos de combustão;
- Fontes de emissões fugitivas de processo;
- Áreas de tratamento de efluentes (ETE).

Identifique, se for possível, as substâncias que compõe os COV's para determinar o potencial de formação de ozônio troposférico acordo com a tabela de reatividade (MIR – Maximum Incremental Reactivities).

## ASPECTO: EMISSÕES ATMOSFÉRICAS



### ISA 5: EMISSÕES DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

Metodologias:

- Software TANKS disponível no portal do EPA;
- Fontes pontuais: amostragens ou estimativas via os fatores de emissões constantes no AP-42 da EPA;
- Emissões fugitivas de processo: utilizar o Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (EPA, november 1995) para SOCM1;
- Estação de tratamento de efluentes: pode-se utilizar software WATER9 da EPA.

Aspecto		Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Especificos	Unidade	ISA
Emissões Atmosféricas	Poluentes para o ar	COV - Compostos Orgânicos Voláteis	C/M	64.712	Kg/ano	0,529	Kg/ton	5

## ASPECTO: ÁGUA



### ISA 6: TOTAL DE ÁGUA CONSUMIDA PELA ORGANIZAÇÃO

Identifique o **volume total de água** retirada de qualquer fonte de água, quer seja diretamente retirado pela organização relatora ou por intermediários, como por exemplo:

- Águas superficiais;
- Águas subterrâneas;
- Águas de chuvas diretamente coletada e armazenada pela organização;
- Abastecimento municipal de água ou outras empresas de abastecimento;
- Outras (por exemplo, efluentes oriundos de outra organização).

O volume total de água consumida pela organização deverá ser reportado em metros cúbicos por ano (m<sup>3</sup>/ano), associados ao tipo de fonte de abastecimento.

Aspecto	Indicador Ambiental	M / C e E	Consumo	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
Água	Volume total de água consumida	M	1.133.376	m <sup>3</sup> /ano	9,273	m <sup>3</sup> /ton	6
	Volume de água superficial	M	488.452		3,996		
	Volume de água subterrânea	M	379.726		3,107		
	Volume de água de chuva	M	0		0,000		
	Volume de água de abastecimento público	M	10.674		0,087		
	Volume de água para reúso recebida de outra o	M	0		0,000		
	Volume de água de outras fontes	M	254.524		2,083		

## ASPECTO: ÁGUA



### ISA 7: VOLUME TOTAL DE ÁGUA RECICLADA E REUTILIZADA

Este indicador mede tanto a **água reutilizada e ou reciclada** pela organização antes do descarte.

Relate o volume total de água reciclada/reutilizada pela organização em metros cúbicos por ano (m<sup>3</sup>/ano).

Aspecto	Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
	Volume total de água reciclada ou reutilizada	E	300	m <sup>3</sup> /ano	0,002	m <sup>3</sup> /ton	7

## ASPECTO: EFLUENTE



### ISA 8: DESCARTE TOTAL E DESTINAÇÃO DO EFLUENTE

Identifique os pontos de **descarte** como, por exemplo:

- Descarte em água superficial;
- Descarte para a rede pública ou privada;
- Descarte por infiltração;
- Reutilização externa do efluente por outra organização;
- Outros.

Relate o **volume total dos efluentes** em metros cúbicos por ano (m<sup>3</sup>/ano), dividindo-o de acordo com o tipo de destinação.

Aspecto	Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
Efluentes	Volume total de água descartada - Efluente	M	840.493	m <sup>3</sup> /ano	6,877	m <sup>3</sup> /ton	8
	Descarte em águas superficiais	M	675.645		5,528		
	Descarte para rede pública ou privada	M	164.848		1,349		
	Descarte por infiltração	E	0		0,000		
	Transferência para reúso em outra organização	M	0		0,000		
	Outros	M	0		0,000		

## ASPECTO: EFLUENTE



### ISA 9: QUALIDADE DA ÁGUA DESCARTADA (PROTEÇÃO DO MEIO AQUÁTICO)

Relate as emissões (em kg/ano) para cada uma das seguintes categorias:

- DQO (Demanda Química de Oxigênio);
- Metais;
- Nitrogênio e Fósforo;
- Sais Solúveis.

Relate a carga tóxica em unidades Tóxicas (UT) de seu efluente lançado diretamente em corpos de águas superficiais (Opcional). Pode ser avaliado através do ensaio de toxicidade aguda realizada com *Daphnia similis*.

Aspecto	Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Especificos	Unidade	ISA
Efluentes	DQO - Demanda Química de Oxigênio	M	782.639	Kg/ano	6,403	Kg/ton	9
	Metais tóxicos (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb e Zn)	M/E	443		0,004		
	Nitrogênio	M	25.655		0,210		
	Fósforo	M	23.283		0,190		
	Sais Solúveis	M/E	5.702.126		46,654		

## ASPECTO: RESÍDUOS



### ISA 10: TOTAL DE RESÍDUOS, POR CLASSIFICAÇÃO E DESTINAÇÃO

Identifique a **quantidade de resíduos gerada** pelas operações da organização por:

- Resíduos Perigosos (conforme definido pela legislação nacional no local de geração);
- Resíduos Não Perigosos (todos os outros resíduos sólidos ou líquidos, exceto efluentes).
- Relate a quantidade total de resíduos em toneladas por classe, para cada um dos seguintes métodos de tratamento:
  - Tratamento (Compostagem, Incineração, Landfarming);
  - Reutilização e Reciclagem (Coprocessoamento, Reutilização, Reciclagem e Recuperação);
  - Disposição Final (Aterros interno ou externo);
  - Armazenamento no local;
  - Outros (a serem especificados pela organização relatora).

## ASPECTO: RESÍDUOS



### ISA 10: TOTAL DE RESÍDUOS, POR CLASSIFICAÇÃO E DESTINAÇÃO

Se nenhum dado sobre peso estiver disponível, faça uma estimativa do peso usando as informações disponíveis sobre a densidade e o volume dos resíduos coletados, balanços de massa ou informações semelhantes.

Aspecto		Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
Resíduos	Resíduos perigosos	Total	M	2.014	t/ano	0,0165	ton/ton	10
		Tratamento (Compostagem, Incineração, Landfarming)	M	615		0,0050		
		Reutilização e reciclagem	M	588		0,0048		
		Disposição Final (Aterros internos ou externos)	M	1.157		0,0095		
		Armazenamento no local	M	4		0,0000		
		Outros - Especificar	M	0		0,000		
	Resíduos não perigosos	Total	M	4.119	t/ano	0,0337	ton/ton	
		Tratamento (Compostagem, Incineração, Landfarming)	M	26		0,0002		
		Reutilização e reciclagem	M	840		0,0069		
		Disposição Final (Aterros internos ou externos)	M	3.420		0,0280		
		Armazenamento no local	M	8		0,000		
		Outros - Especificar	M	1		0,000		

## ASPECTO: ÁREAS CONTAMINADAS



### ISA 11: TOTAL DE ÁREAS CONTAMINADAS COM E SEM PROCESSO DE REMEDIAÇÃO

Relate o número total de áreas contaminadas reconhecidas em nome da organização e formalizadas junto ao órgão ambiental.

Relate o número total de áreas contaminadas que estão em processo de remediação, reconhecidas em nome da organização e formalizadas junto ao órgão ambiental.

Aspecto		Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	ISA
Passivos Ambientais	Áreas Contaminadas	Total de áreas contaminadas	M	0	Nº de áreas	11
		Total de áreas contaminadas com remediação (Interna ou externa)	M	1		

## ASPECTO: ÁREAS CONTAMINADAS



### ISA 12: TOTAL DE ÁREAS COM MONITORAMENTO PREVENTIVO

Relate o número total de áreas da organização, sem contaminação, que são monitoradas com caráter preventivo (Opcional).

Aspecto		Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	ISA
Passivos Ambientais	Áreas Contaminadas	Total de áreas contaminadas sem remediação (Interna ou externa)	M	0	Nº de áreas	12

## ASPECTO: ENERGIA



### ISA 12: ENERGIA

Identifique as fontes de energia como:

- Energia direta:
  - **Energia térmica** (para a geração de vapor ou calor) proveniente da queima de combustível fóssil e consumida dentro da organização (ETfóssil);
  - Energia térmica (na forma de vapor ou calor) proveniente da queima de combustível renovável e consumida dentro da organização (ETrenovável);
  - Geração própria de energia renovável (hidroeletricidade, solar, eólica, etc.) (ERgerada);
  - Energia elétrica exportada para concessionária, (EEex).

## ASPECTO: ENERGIA



### ISA 12: ENERGIA

- Energia indireta:
  - Energia elétrica consumida importada da concessionária , (EEimp);
  - Energia térmica importada de outra organização (ETimp)

Reporte o consumo de combustível para a geração de energia na forma de calor, vapor ou eletricidade, em base anual, em GJ/ano.

Aspecto		Indicador Ambiental	M / C e E	Consumo	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA
Energia	Direta	Energia térmica proveniente de queima de combustível fóssil	M	499.861	GJ/ano	4,090	GJ/ton	13
		Energia térmica proveniente de queima de combustível renovável	M	0		0,000		
		Geração própria de energia renovável	M	0		0,000		
		Energia elétrica exportada para concessionárias	M	0		0,000		
	Indireta	Energia elétrica importada da concessionária	M	166.631	GJ/ano	1,363	GJ/ton	
		Energia térmica importada de outra organização	M	78.410		0,642		

# PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO



- Elaboração do Manual dos ISA (ABIQUIM) - realizado

- Piloto (Empresas Voluntárias) – realizado

- Capacitação dos Associados - 2010

- Implantação 2011

Guia Simplificado



ISA Simplificado

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL  
INDÚSTRIA QUÍMICA

## Indicadores de Sustentabilidade Ambiental - ABIQUIM

Empresa: Piloto das empresas da Comissão de Meio Ambiente

Ano: 2009

Aspecto	Indicador Ambiental	M / C e E	Geração	Unidade	Indicadores Específicos	Unidade	ISA	
Emissões Atmosféricas	Poluentes para o ar	NOx	C/M	30.683	Kg/ano	0,251	kg/ton	1
		SOx	M	6.931		0,057		
		Mpt	C/M	5.227		0,043		
Emissões Atmosféricas	Gases de Efeito Estufa - Emissão Direta	CO2	C	19.745.247	Kg/ano	161,554	Kg/ton	2
		CH4	C	195		0,002		
		N2O	C/M	156		0,001		
		HFCs	C	0		0,000		
		PFCs	C	0		0,000		
		SF6	C	0		0,000		
Emissões Atmosféricas	Gases de Efeito Estufa - Emissão Indireta	CO2	C	5.244.465	Kg/ano	42,910	Kg/ton	
Emissões Atmosféricas	Gases de Efeito Estufa - CO2 eq	CO2 eq	C	25.042.044	Kg/ano	204,892	Kg/ton	
Emissões Atmosféricas	Poluentes para o ar	SDO - Substância destruidora da ozônio	E	263	t/ano CFC	11 eq.	CFC 11 eq.	3
		CO (Opcional)	C/M	89.825	Kg/ano	0,735	Kg/ton	4
		COV - Compostos Orgânicos Voláteis	C/M	64.712	Kg/ano	0,529	Kg/ton	5



ISA Protocolo

Protocolo Completo



### ÍNDICE

1	OBJETO E DOMÍNIO DE APLICAÇÃO	3
2	INDICADORES PARA EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	5
2.1	INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE NOx, SOx, CO E MPT	5
2.1.1	Princípios Gerais para Mensuração do Indicador	5
2.1.2	Instalações Gerais para Mensuração do Indicador	6
2.2	INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA	15
2.2.1	Princípios Gerais para a Mensuração do Indicador	15
2.2.2	Instalações Gerais para Mensuração do Indicador	17
2.2.3	Emissões de HFCs, PFCs e SF6 com potencial de aquecimento global	24
2.3	INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE SUBSTÂNCIAS DESTRUIDORAS DA CAMADA DE OZÔNIO	35
2.3.1	Princípios Gerais para Mensuração do Indicador	35
2.3.2	Instalações Gerais para Mensuração do Indicador	35
2.4	INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS	37
2.4.1	Princípios Gerais para Mensuração	37



# Muito obrigada

Roberta Bruno de Souza Carneiro – [roberta.b.carneiro@monsanto.com](mailto:roberta.b.carneiro@monsanto.com)

Mariana Rossi Sigrist – [mariana.sigrist@basf.com](mailto:mariana.sigrist@basf.com)