

# Reunião do CONSEMA

Recuperação e uso energético do biogás

Governo do Estado de São Paulo



Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA



Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB



Governo Federal - Avança Brasil



Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT



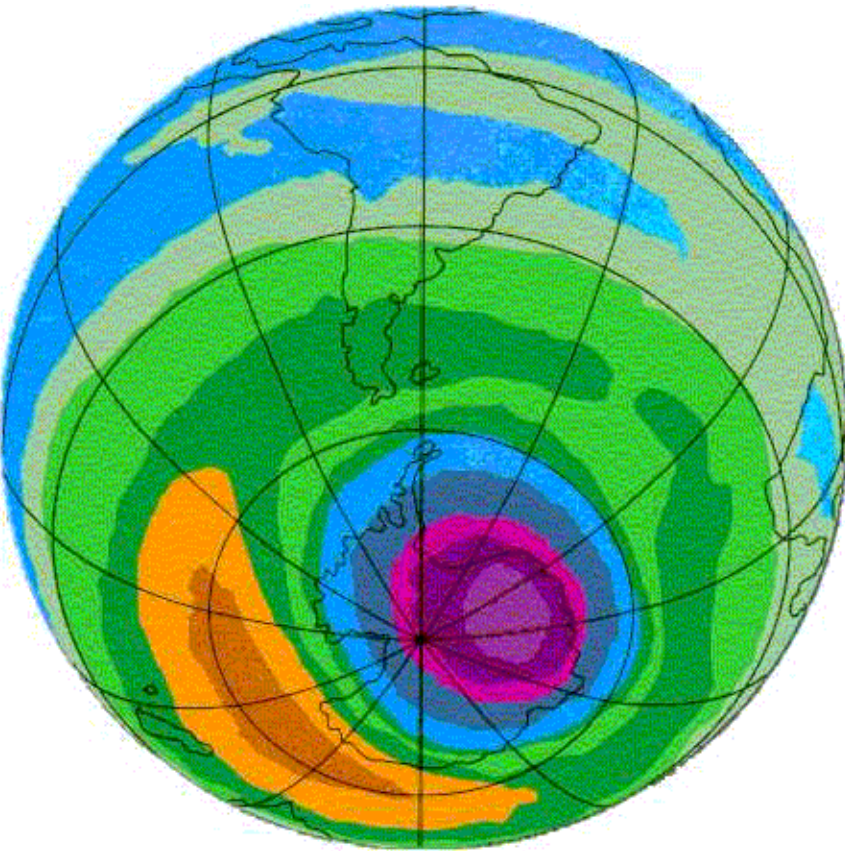
# Workshop *Energia do Biogás*

Convênio entre Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB e Ministério da Ciência e Tecnologia







Subsídios para a recuperação e uso energético do biogás gerado em estações de tratamento anaeróbico de efluentes e locais de disposição de resíduos sólidos

Coordenação: Prof.<sup>a</sup> Suani Teixeira Coelho





# Questões Globais na CETESB



# Mudanças climáticas no Brasil

	<b>Primeira Conferência Mundial sobre o Clima reconhece a gravidade do problema.</b>
	<b>Criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC)</b>
	O IPCC publica seu <b>Primeiro Relatório de Avaliação</b> . “As mudanças climáticas representam uma ameaça à humanidade...”
	A (UNFCCC) <b>Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima</b> é aberta para assinatura durante a Cúpula da Terra no RJ, BR. <b>A UNFCCC foi assinada por 154 nações (mais a União Européia).</b>
	Os signatários da UNFCCC, tanto países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento, assumiram uma série de responsabilidades.
	<b>A primeira sessão da Conferência das Partes, a COP 1, realizou-se em Berlim.</b>

# Mudanças climáticas no Brasil

	<p>A segunda sessão da Conferência das Partes realizou-se em Genebra, de 8 a 19 de junho.</p>
	<p><b>O Protocolo de Kyoto foi adotado por consenso durante a COP-3, em dezembro de 1997.</b> - 5% de reduções das emissões de GEE de 1990, no período de 2008-2012. Aberto para assinatura em 1998 e entrará em vigor 90 dias após sua ratificação por pelo menos 55 países membros da Convenção, incluindo os países desenvolvidos responsáveis por pelo menos 55% do total das emissões de CO2 em 1990.</p>
	<p><b>COP-4 em Buenos Aires.</b> Elaborado um cronograma para a implementação do Protocolo de Kyoto. <b>O Protocolo de Kyoto é aberto para assinatura.</b></p>
	<p><b>COP-5 em Bonn.</b> Cumprimento ao Plano de Buenos Aires.</p>

# Mudanças climáticas no Brasil

<b>2000</b>	<b>COP-6 em Haia.</b> A Secretaria Executiva da COP-6 relatou que a Convenção contava com 183 assinaturas.
<b>2001</b>	<b>COP 6,5 em Bonn, na Alemanha</b> Os resultados da conferência são considerados um sucesso pelos negociadores brasileiros, pois o Protocolo de Kyoto ficou mais perto da ratificação, mesmo sem o apoio dos EUA e com modificações no texto original. <b>COP 7 em Marraqueche</b>
<b>2002</b>	União Européia ratifica o Protocolo de Kyoto Japão ratifica o Protocolo de Kyoto <b>COP 8 na Índia</b>  <b>Brasil ratifica o Protocolo de Kyoto em julho</b>



# Mudanças climáticas no Brasil



# Workshop *Energia do Biogás*

## Uso do biogás



Eng. João Wagner S. Alves

23 e 24 de abril de 2003



# Workshop *Energia do Biogás*



Brasil e as mudanças climáticas – José Miguez

Uso do biogás – João Alves

Recuperação de biogás em aterros dos EUA – Jerry Leone

Recuperação de biogás em ETAEs na Europa – Dr. Stephen P Etheridge

Projetos de credito de carbono – Prof. José R. Moreira

Recuperação de biogás em aterros dos EUA – Jerry Leone

Projeto de aterro sanitário energético em Salvador – Florent Maily

Oportunidades de recuperação de biogás – Luiz S. Kayamoto

Recuperação de biogás em ETAEs na Europa – Dr. Stephen P Etheridge

Aterros do Estado de SP – Aruntho S. Neto

# Workshop *Energia do Biogás*



## **Tecnologias para recuperação do biogás em aterros – João Alves**

Aplicações do biogás, custos, barreiras e legislação - Jerry Leone

Mesa redonda do setor de resíduos sólidos

Levantamento de potencial de geração de energia elétrica – Silvia

Uso de biogás – José Penido

Aterro energético Novagerar – Nuno Silva

## **Tecnologias para recuperação do biogás ETAEs – Sonia Vieira**

Aplicações do biogás, custos, barreiras e legislação - Dr. Stephen P Etheridge

Reator anaeróbio de fluxo ascendente – Marcos Grischeck

# Uso do biogás

## Digestão Anaeróbia

- Degradação da matéria orgânica presente no resíduo na ausência de ar por bactérias anaeróbias;
- Aterros sanitários (lixo) e Digestores Anaeróbios (esgoto);
- Condições ideais de temperatura, pH e concentração de nutrientes;
- Produção de Biogás:
  - em aterros sanitários: 50% metano; 50% gás carbônico;
  - digestores anaeróbios: +/- 80% metano;
  - digestor anaeróbio de resíduos na Europa.

Uso do biogás

**Índia e China**

**CETESB SABESP**

**USP**

**Marinha**

**IPT**

**Sucro-alcooleiras**

**PMSP**

**EMBRAPA**

**CESP**

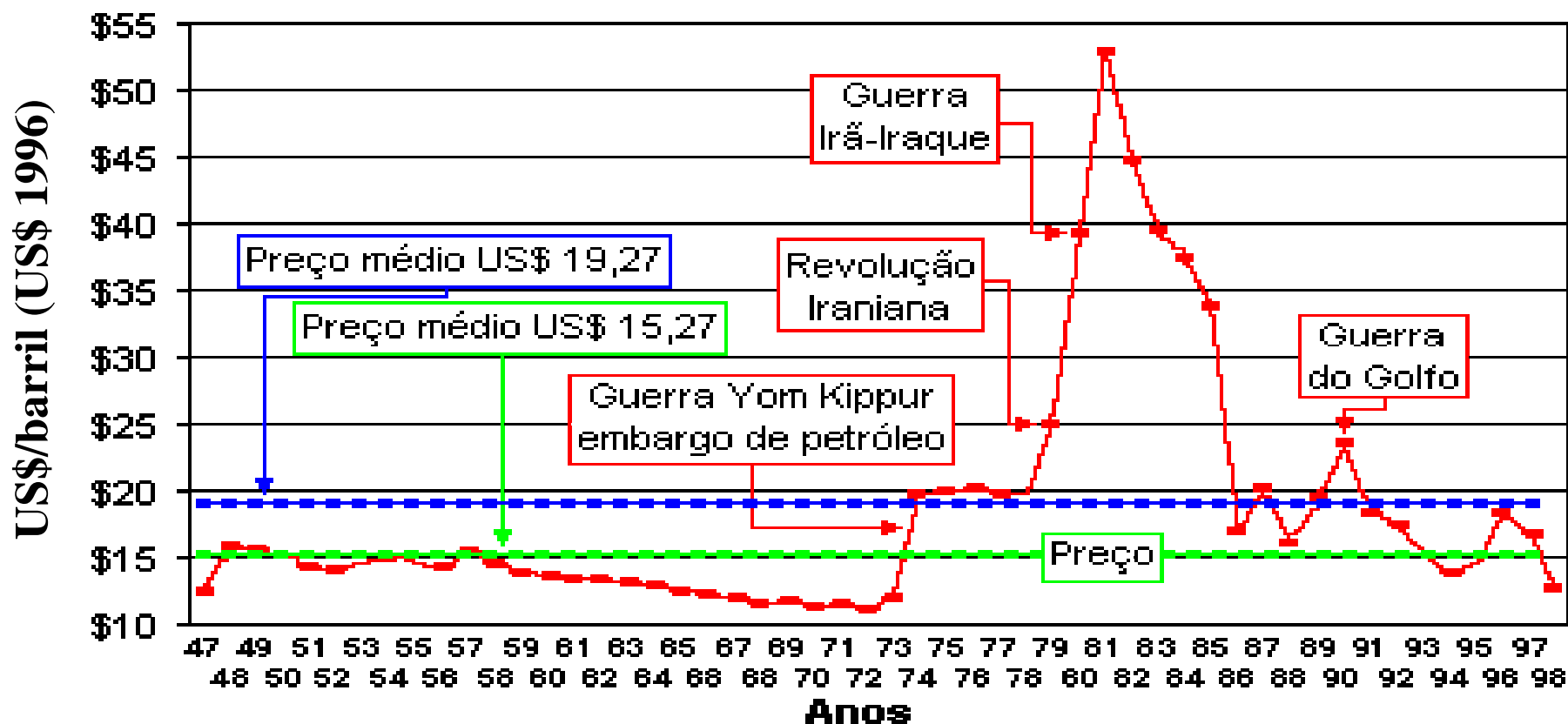
**UFPA**

**CONLURB**

# Uso do biogás

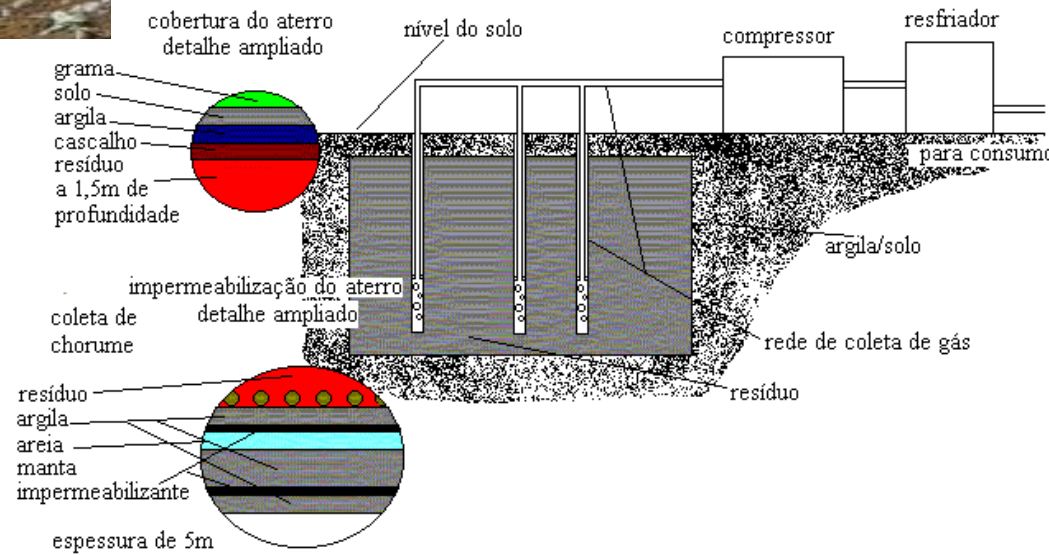
O novo cenário:

Escassez de energia no Brasil e aumento do efeito estufa

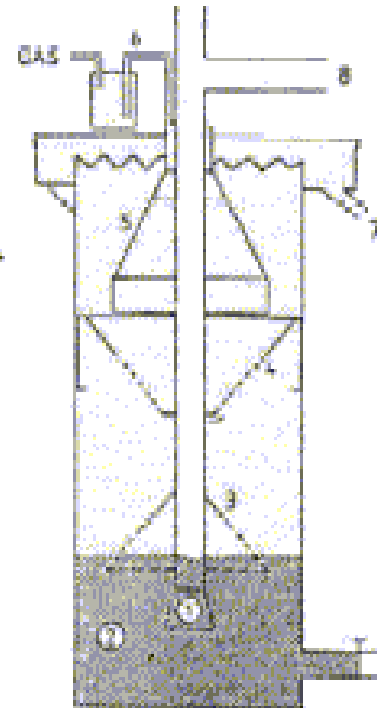
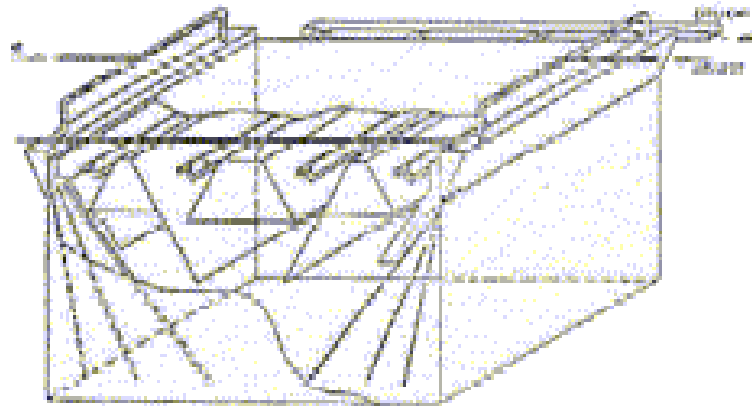
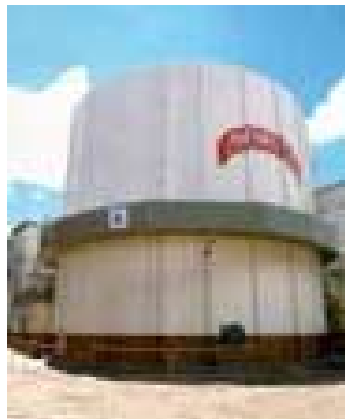
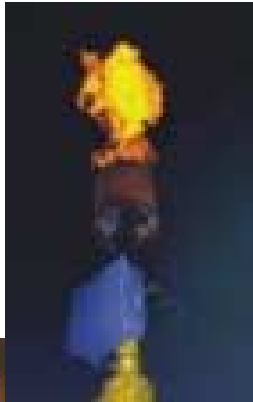




# Uso do biogás



# Uso do biogás



# Uso do biogás



# Uso do biogás

- R\$ 3,60 a 8,30 /MMBtu, em função de:
  - Comprimento do gasoduto
  - Existência de um sistema de coleta no aterro
- Outros custos
  - Troca da caldeira
  - Operação e manutenção adicionais
- R\$ 2600 - 3100 Real / kW



**800 kW**

# Uso do biogás

- R\$ 2.800 a 4000 / kW)



**Turbina a Gás 3 MW**

- Adaptação dos veículos
  - R\$ 3.000 / veículo
- Posto de abastecimento
  - R\$ 2.380.000
- Combustível
- R\$ 0,004 a 0,01 / m<sup>3</sup>





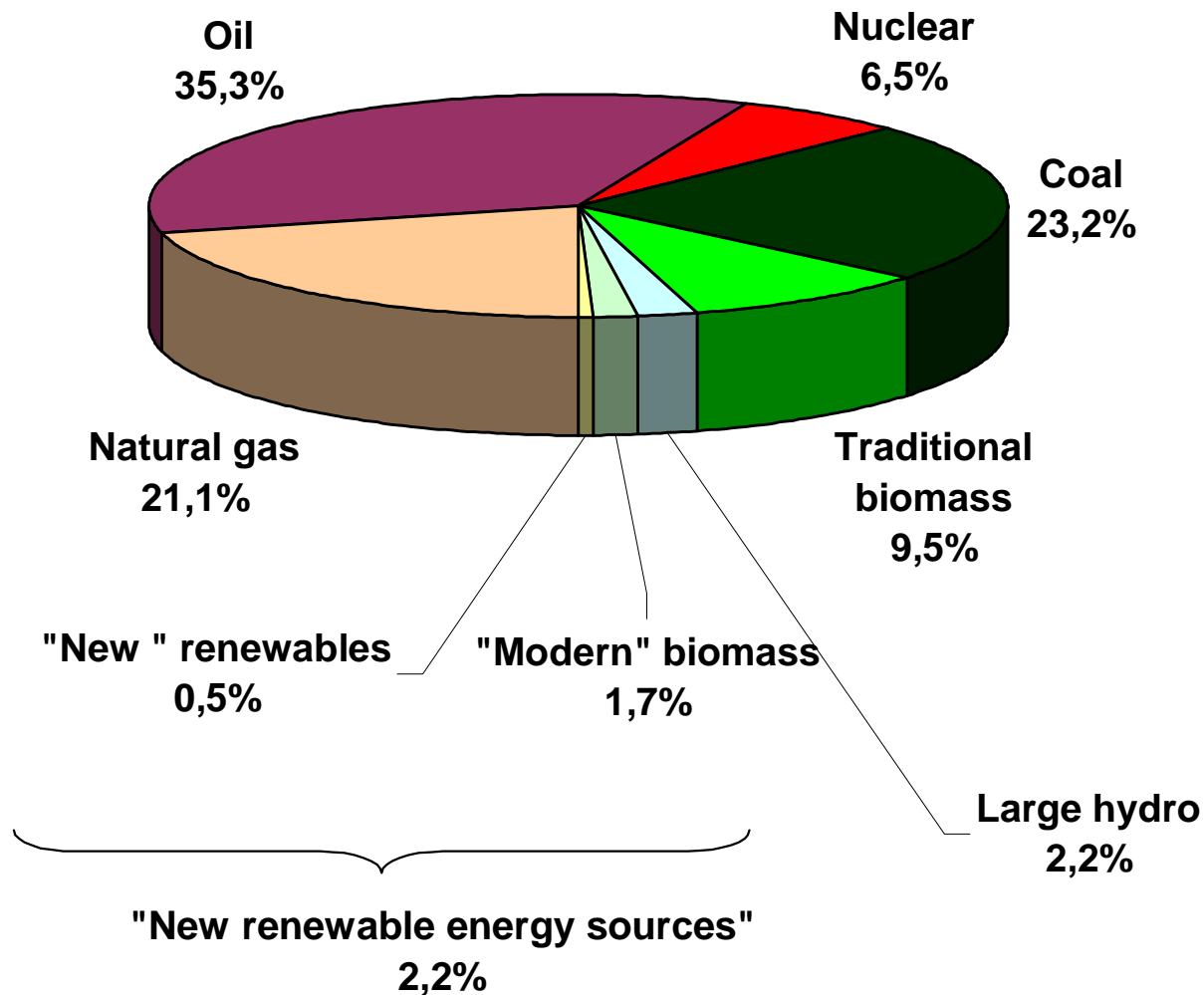


# **A Conferência de Joanesburgo sobre Desenvolvimento Sustentado: a proposta do Brasil**

**José Goldemberg**



# World Consumption of Primary Energy and Renewables, by Energy Type, 1998



# **A Iniciativa Energética Brasileira proposta na WSSD**

***Aumentar a parcela de energia  
renovável para 10% em todo o  
mundo até 2010***

**Um novo paradigma de políticas: metas e prazos** visando a compromissos de governo para incentivar o lado da demanda de maneira a aumentar a oferta

# Uso do biogás

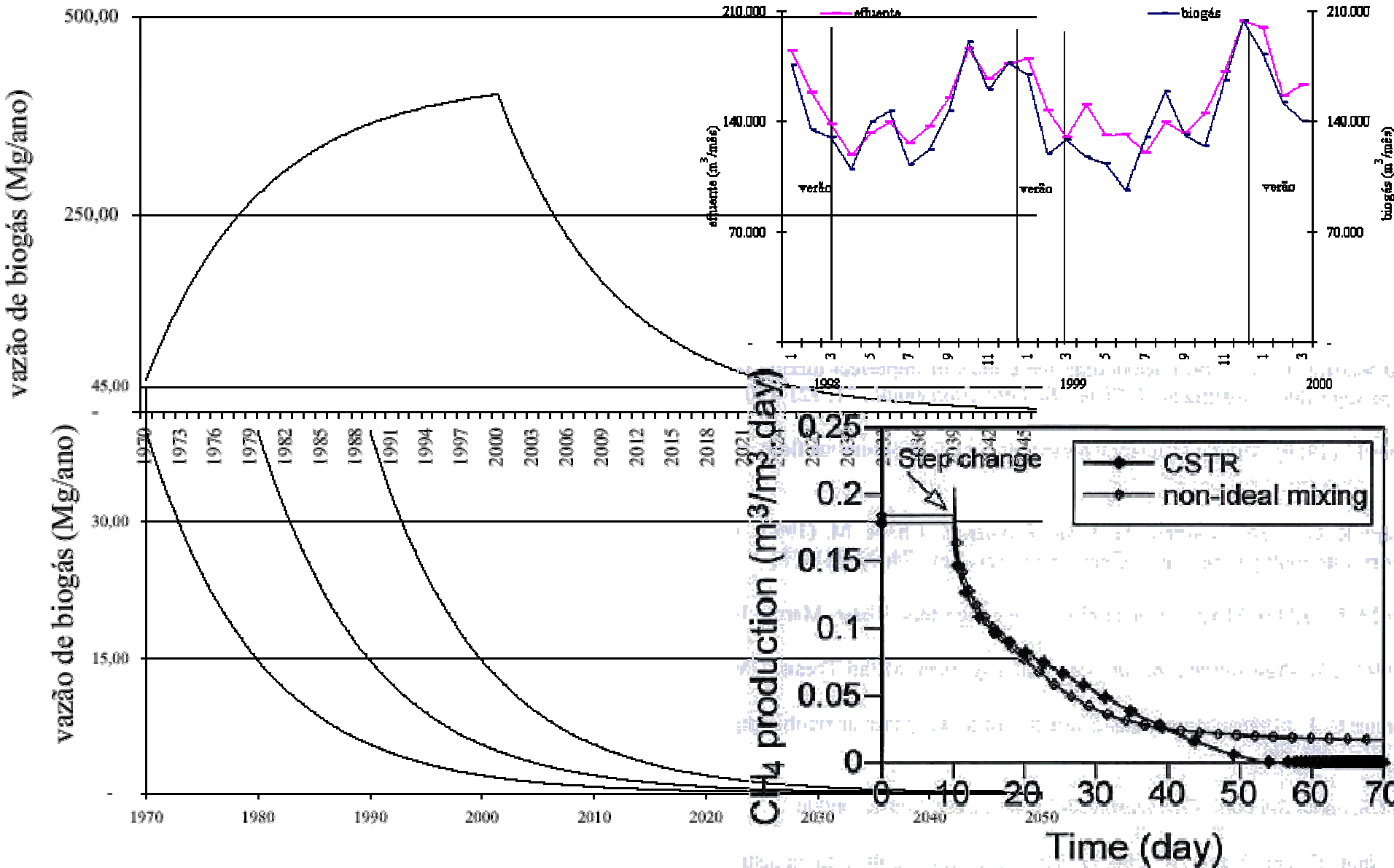
O novo cenário:

Escassez de energia no Brasil e aumento do efeito estufa

Os principais gases de efeito estufa

	Fórmula	vida	GWP (100anos)	Contribuição
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	n.d.	1	55%
<b>Metano</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>15%</b>
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	120	310	6%
Ozônio	O <sub>3</sub>	1mês	n.d.	n.d.
CFCs	n.d.	n.d.	n.d.	17%

# Uso do biogás

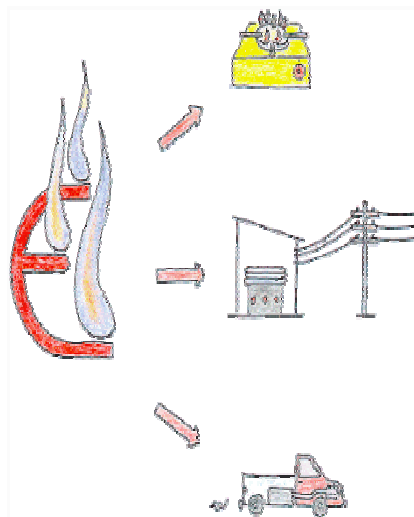




# Uso do biogás

## Inventário de CH<sub>4</sub>

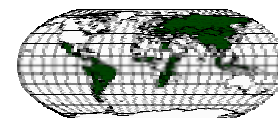
- UNFCCC – 92 (Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas)
- IPCC – 96 (Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas)
- Inventário Nacional de emissões de metano gerado pela degradação anaeróbia de resíduos 1990 a 1994 (líquido ou sólido)



**CT BRASIL**  
Ministério da Ciência e Tecnologia



CETESB



# Uso do biogás

Inventário de emissões de biogás gerado pelos resíduos no Brasil -1990 a 1994

## Emissões de metano (1.000t CH<sub>4</sub>/ano)

Ano	Resíduos sólidos	Esgotos domésticos e comerciais	Efluentes industriais
1990	618	39	80
1991	636	40	79
1992	650	41	82
1993	663	42	83
1994	677	43	84

# Uso do biogás

## Inventário

As mais significativas oportunidades de redução das emissões de metano estão relacionadas aos resíduos sólidos.

As oportunidades mais promissoras estão relacionadas às indústrias alimentícias e cervejeiras que usam reator anaeróbico de efluentes.

É possível substituir fontes fósseis de combustíveis por biogás, gerando ganhos sociais (geração de empregos), energéticos (geração descentralizada, redução de desperdício e diversificação na matriz) e ambientais locais e globais (devidos ao melhor gerenciamento de resíduos e a redução das emissões de GHGs).

# Uso do biogás

## O banco de dados de locais com geração de biogás

- Principais resultados
  - O banco apresenta recursos que permitem a sua permanente atualização com respeito aos principais parâmetros necessários ao aperfeiçoamento da gestão de resíduos no Brasil.

The screenshot displays a Microsoft Access database window titled 'Microsoft Access - [Cadastro de Resíduos Sólidos]'. The main form is titled 'Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental' and 'Dados Operacionais'. It contains several input fields and buttons for data entry and management.

Dados Operacionais	
Número do Município:	<input type="text"/>
Número do Sistema:	<input type="text" value="0"/>
Ano:	<input type="text"/>
Quantidade Diária de Resíduo	
Domiciliar:	<input type="text" value="0"/> (t/dia)
Varição Pública:	<input type="text" value="0"/> (t/dia)
Industrial:	<input type="text" value="0"/> (t/dia)
Serviços de Saúde:	<input type="text" value="0"/> (t/dia)
Entulho:	<input type="text" value="0"/> (t/dia)
Outros Resíduos:	<input type="text" value="0"/> (t/dia)
Total Resíduos:	<input type="text" value="0"/> (t/dia)
Quantidade Total já Depositada:	<input type="text" value="0.00"/> (t)
Data Quant. Depositada:	<input type="text" value="02/01/01"/>
Recuperação Gás:	<input type="text" value="0.00"/> (m³/ano)
Destino do Gás:	<input type="text"/>
Responsável Atual:	<input type="text" value="0"/>

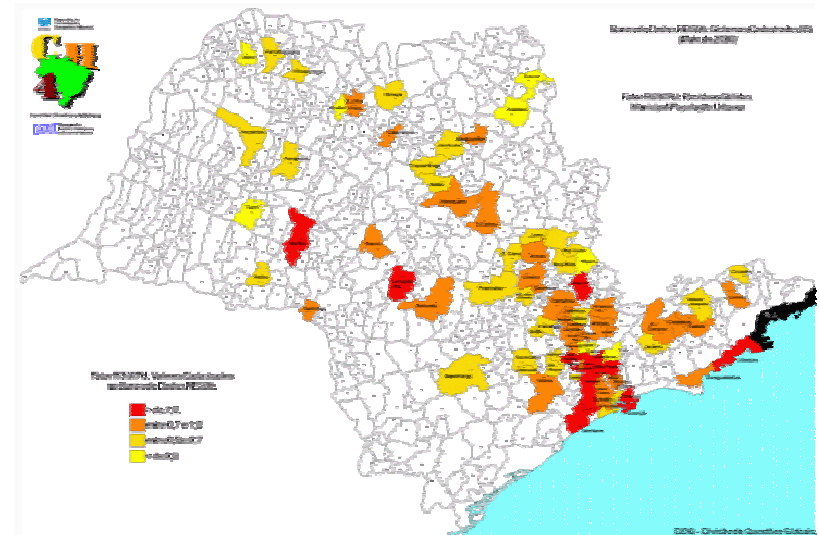
Buttons: Responsável (Adicione, Exclui, Consulta), Reciclar (Adicione, Alteração)

Footer: numero do municipio segundo classificação federal, NUM

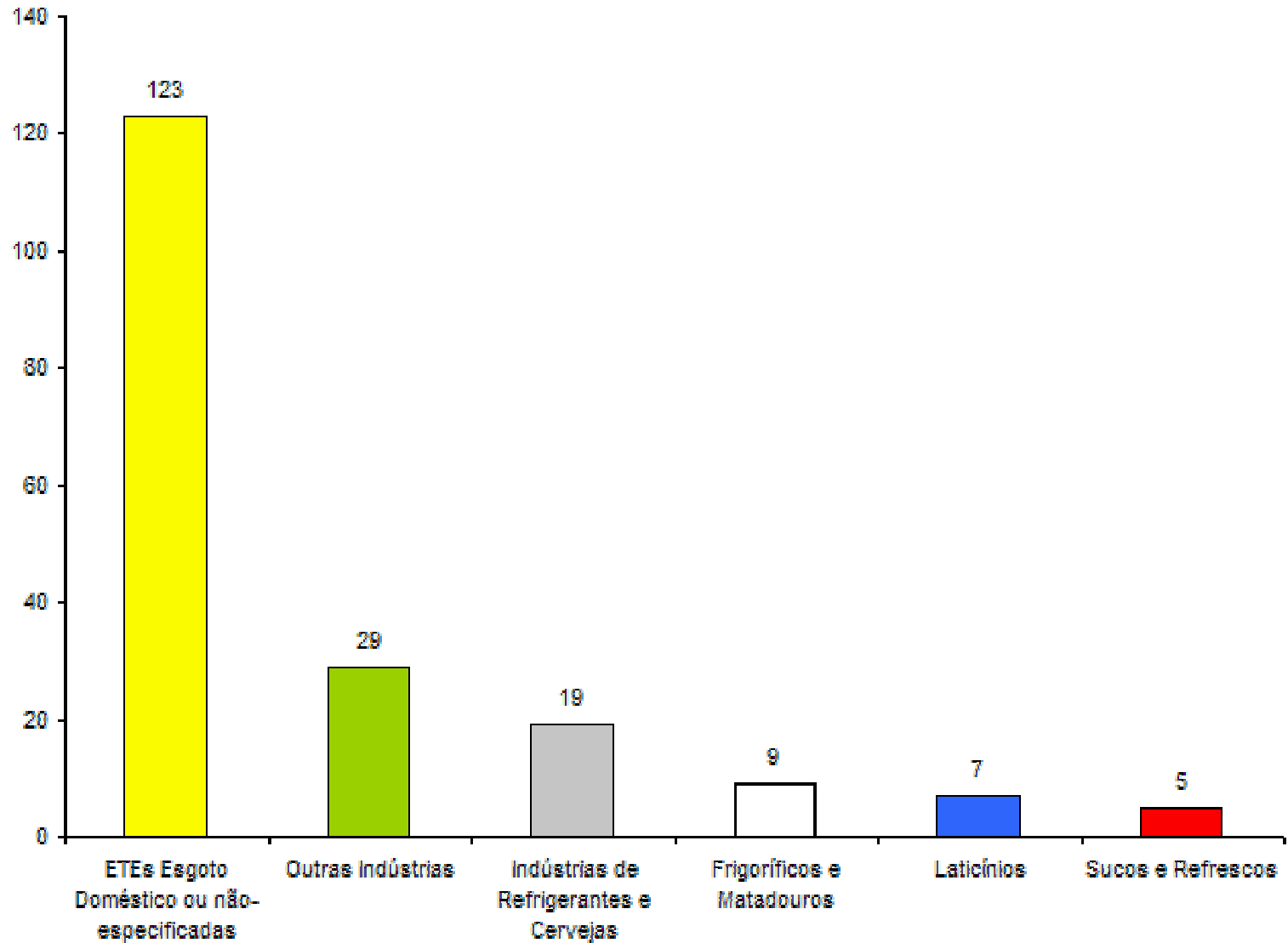
# Uso do biogás

## O banco de dados de locais com geração de biogás

- Principais resultados
  - As informações reunidas nesse banco podem ser apresentadas das mais diferentes maneiras auxiliando na compreensão do tema e na tomada de decisões.



# Uso do biogás





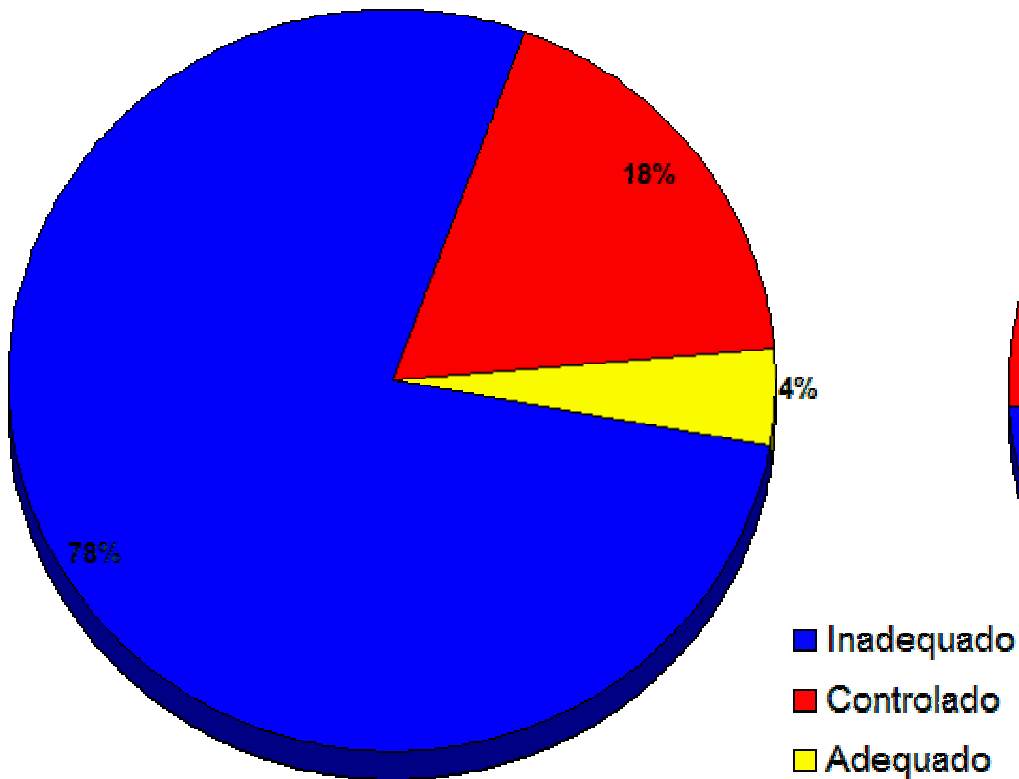
# Uso do biogás



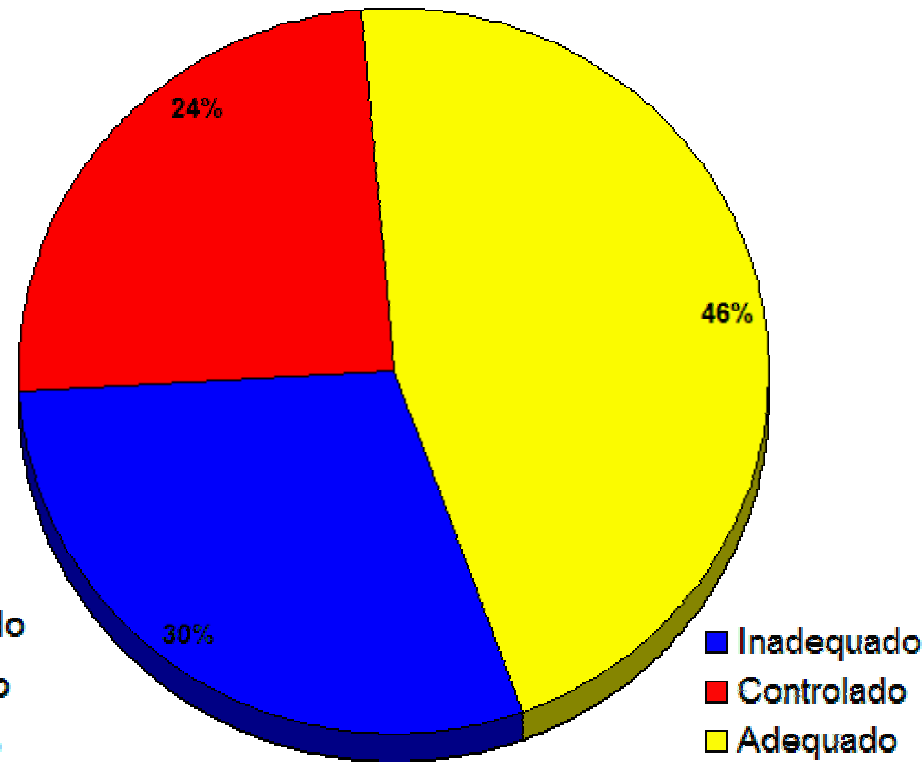
***Inventário Estadual de Resíduos Sólidos  
Domiciliares***

# Uso do biogás

IQR 1997



IQR 2002





# Uso do biogás

Município	t/dia	t/ano	Biogás Recuperado (m <sup>3</sup> /ano)		Potência disponível (MW)		Potencia Elétrica (MW) @33%	
			IPCC	USEPA	IPCC	USEPA	IPCC	USEPA
São Paulo (Banderiantes)	6,946.5	2,535,473	304,256,700	59,425,137	337.68	65.95	111.43	21.76
São Paulo (São João)	6,946.5	2,535,473	304,256,700	59,425,137	337.68	65.95	111.43	21.76
Mauá (Aterro Sertãozinho)	1,252.0	456,980	54,837,600	10,710,469	60.86	11.89	20.08	3.92
Guarulhos	751.8	274,407	32,928,840	6,431,414	36.55	7.14	12.06	2.36
Campinas	676.9	247,069	29,648,220	5,790,668	32.90	6.43	10.86	2.12
Itaquaquecetuba	674.4	246,156	29,538,720	5,769,281	32.78	6.40	10.82	2.11
Santo André	458.0	167,170	20,060,400	3,918,047	22.26	4.35	7.35	1.43
São José dos Campos	384.6	140,379	16,845,480	3,290,133	18.70	3.65	6.17	1.21
Ribeirão Preto	360.7	131,656	15,798,660	3,085,676	17.53	3.42	5.79	1.13
Paulínia (ESTRE)	335.7	122,531	14,703,660	2,871,809	16.32	3.19	5.39	1.05
Sorocaba	302.9	110,559	13,267,020	2,591,215	14.72	2.88	4.86	0.95
Bauru	189.7	69,241	8,308,860	1,622,824	9.22	1.80	3.04	0.59
Indaiatuba	169.7	61,941	7,432,860	1,451,730	8.25	1.61	2.72	0.53
Guarujá	165.5	60,408	7,248,900	1,415,801	8.05	1.57	2.65	0.52
Taubaté	142.0	51,830	6,219,600	1,214,766	6.90	1.35	2.28	0.44
Jacareí	99.0	36,135	4,336,200	846,914	4.81	0.94	1.59	0.31
Bragança Paulista	97.5	35,588	4,270,500	834,082	4.74	0.93	1.56	0.31
São Carlos	93.9	34,274	4,112,820	803,285	4.56	0.89	1.51	0.29
Caieiras (Essencis)	74.7	27,266	3,271,860	639,035	3.63	0.71	1.20	0.23
Itú	63.5	23,178	2,781,300	543,223	3.09	0.60	1.02	0.20
Pindamonhangaba	60.9	22,229	2,667,420	520,980	2.96	0.58	0.98	0.19
Mogi-Guaçu	59.2	21,608	2,592,960	506,438	2.88	0.56	0.95	0.19
Tremembé	59.1	21,572	2,588,580	505,582	2.87	0.56	0.95	0.19
Araçatuba	83.1	30,332	3,639,780	710,895	4.04	0.79	1.33	0.26

# Uso do biogás

## Considerações finais

Total de resíduos gerados no país:	60.000 t/dia
Total coletado:	48.000 t/dia (80%)
Inventário de emissões:	650.000 tCH <sub>4</sub> /ano
Parâmetro:	2.000 tCH <sub>4</sub> /ano.MW
Máxima potência estimada:	325 MW
Brasil (60.000MW)	0,5%
Itaipú (12.600MW)	2,6%
Um projeto em andamento (6MW)	2MW = 33%

# Contato e Informações

[joaoa@cetesb.sp.gov.br](mailto:joaoa@cetesb.sp.gov.br)

<http://www.ambiente.sp.gov.br>

<http://www.cetesb.sp.gov.br>

<http://groups.yahoo.com/group/gasdeaterro>

<http://www.mct.gov.br>

**OBRIGADO**

# Uso do biogás

## Considerações finais

Aterros da RMSP e Campinas: 35 a 80MW (incertezas)

Em todo o Brasil 150MW em apenas 13 grandes aterros



# Vantagens dos novos renováveis

- aumenta a diversidade nos mercados de oferta
- garante fornecimento sustentado, a longo prazo
- reduzem emissões atmosféricas (ocupacionais, locais, regionais e globais), além do desflorestamento
- melhora condições de vida, ex. bombeamento de água
- criam novas oportunidades de empregos locais em comunidades rurais e
- aumenta a segurança no fornecimento, por não demandar importações

# WSSD 2002

- 28/agosto a 4/setembro
- avaliação dos resultados na implantação da Agenda 21 (Rio 1992)
- mais de 170 países
- voltada às Metas do Milênio:
  - erradicação da exclusão social
  - combate à pobreza e
  - sustentabilidade ambiental



# Uso do biogás

Método de estimativa de geração de biogás pelo aterro da USEPA:

$$Q = L_o R (e^{-kc} - e^{-kt})$$

Valores de:

0 – 312 ( $\text{m}^3\text{CH}_4/\text{Mg}$ )

Valores default da USEPA:

CAA – 170 ( $\text{m}^3\text{CH}_4/\text{Mg}$ )

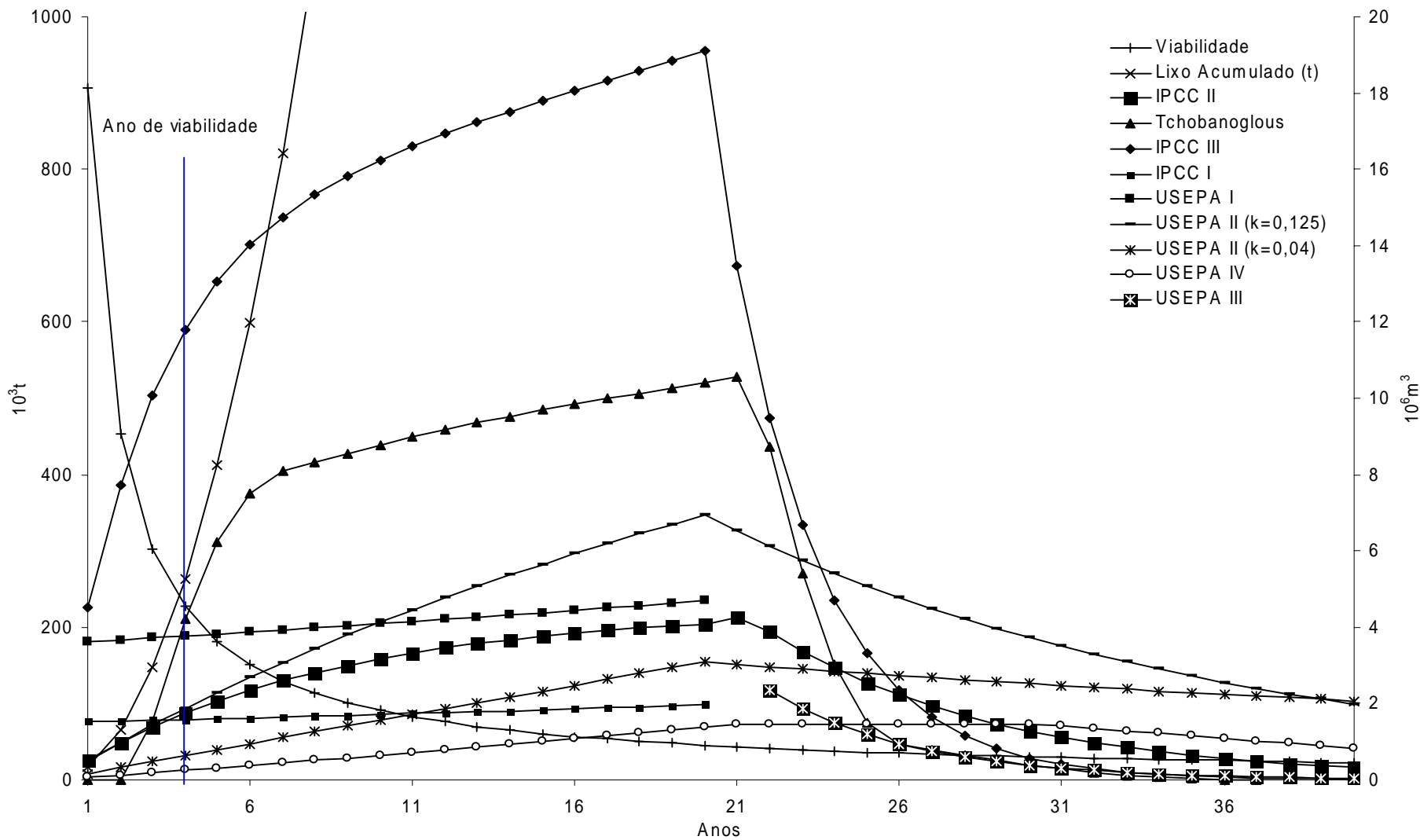
AP42 – 100 ( $\text{m}^3\text{CH}_4/\text{Mg}$ )

Sugeridos para BR:

Aproximadamente 140 - 180 ( $\text{m}^3\text{CH}_4/\text{Mg}$ )

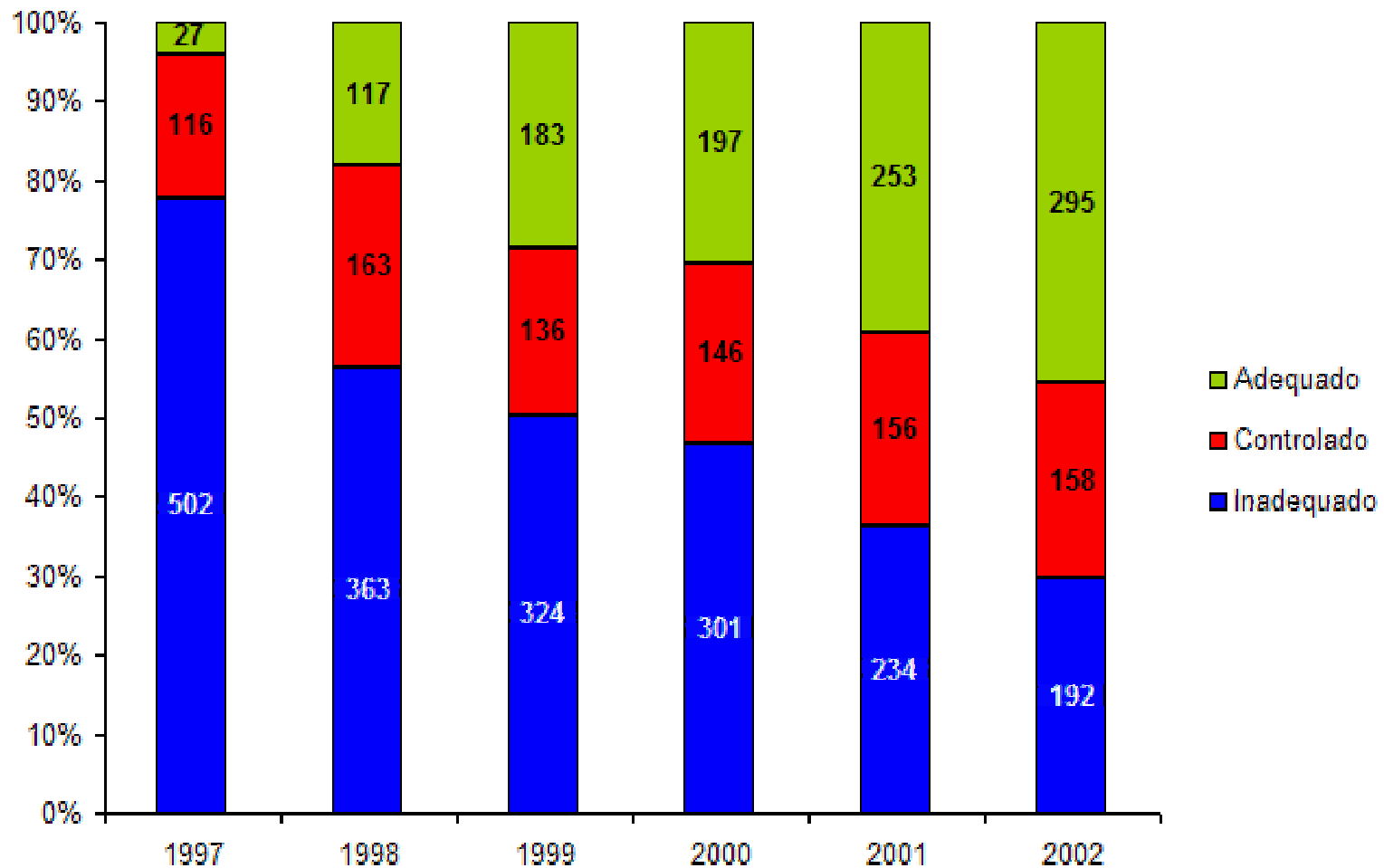


# Uso do biogás





# Uso do biogás



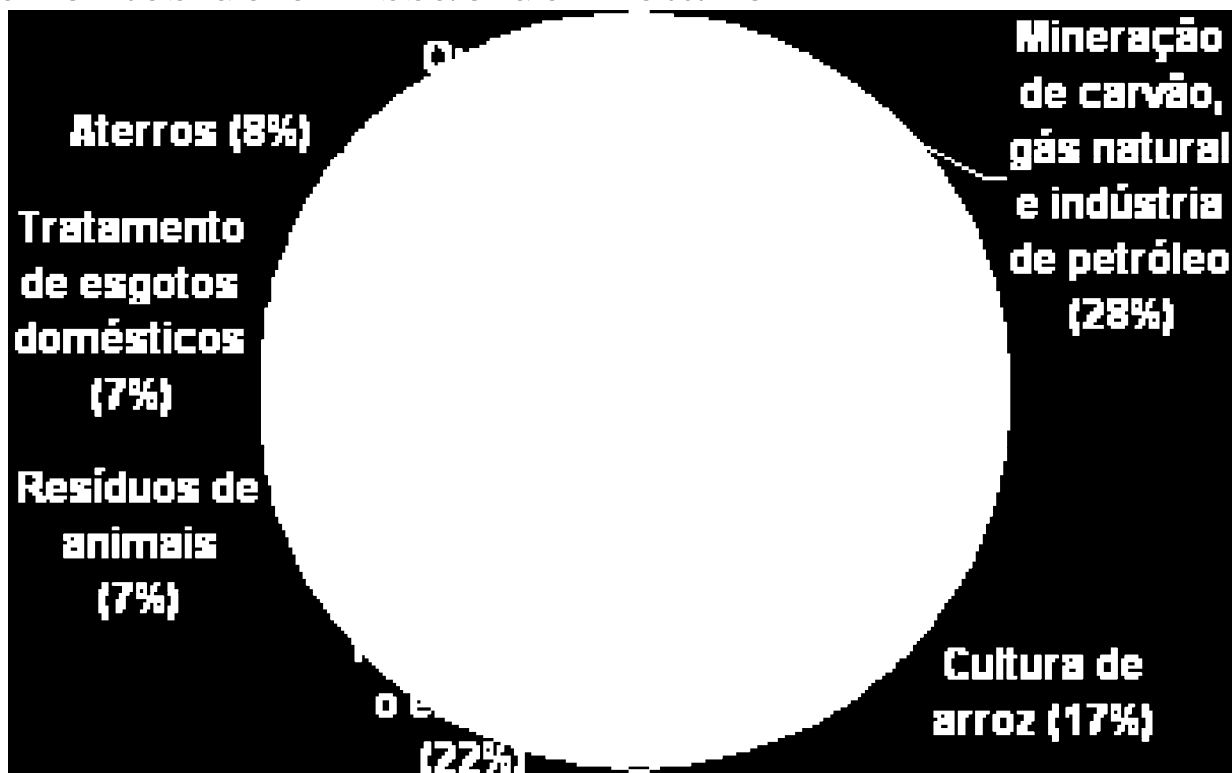
# Recuperação e uso energético do biogás

## A CETESB/SMA - SP

- A CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, subordinada à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, foi criada há quase 30 anos, conta com agências em todo o Estado, fornece licença ambiental para a instalação de empreendimentos da forma como determina a lei, fiscaliza emissões atmosféricas e de efluentes, controla o manejo de resíduos sólidos domésticos, industriais etc.
- A CETESB também coopera como Governo Federal na implementação dos tratados internacionais, por ex.: Protocolo de Montreal e Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas.

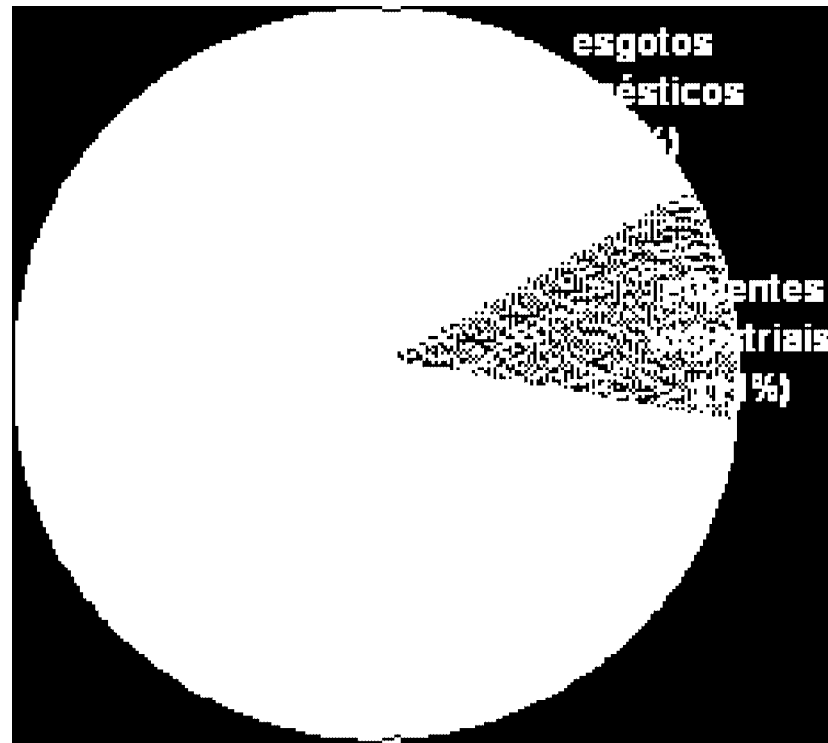
# Recuperação e uso energético do biogás

As principais fontes de emissão de metano



# Recuperação e uso energético do biogás

Inventário de emissões de biogás gerado pelos resíduos no Brasil -1990 a 1994



# Recuperação e uso energético do biogás

## Banco de dados

- Queima e dispersão em proporções iguais;
- Ausência de medição do biogás nos aterros;
- Pouca prática de se manter registros;
- Aterros cadastrados recebem resíduos domiciliares e, em menor escala, de entulhos;
- Inicia-se a utilização conjunta dos aterros sanitários pelos municípios ou por estes e as indústrias.

# Recuperação e uso energético do biogás

## Barreiras

- Descontinuidade política e falta de coordenação entre níveis governamentais
- Ausência de leis ou obrigatoriedade de recuperação
- Dificuldades associadas à oferta e demanda de energia
- Poucos fornecedores de tecnologia
- Escassez de recursos financeiros
- Competição entre alternativas ambientais
- Poucos LDRS adequados,
- Pensamento conservador e falta de consciência
- Resistência em assumir riscos

# Recuperação e uso energético do biogás

## Outras barreiras

- Poucos LDRS adequados,
- Ausência de leis ou obrigatoriedade de recuperação
- Descontinuidade política e falta de coordenação entre níveis governamentais
- Pensamento conservador e falta de consciência
- Dificuldades associadas à oferta e demanda de energia
- Poucos fornecedores de tecnologia
- Competição entre alternativas ambientais
- Escassez de recursos financeiros
- Resistência em assumir riscos

# Recuperação e uso energético do biogás

## Fomento ao uso do biogás

- Superação das barreiras
- Incentivo e coordenação de pesquisa
- Incluir a questão na pauta de discussão política
- Contribuir para a formação de massa crítica a respeito do tema
- Contribuir para a elaboração de legislação nas áreas de saneamento, tarifas públicas de saneamento e de comércio de energia.



# Recuperação e uso energético do biogás

## Vantagens energéticas:

- Energia renovável;
- Geração descentralizada;

## Vantagens sanitárias e ambientais:

- Aterros bem operados são os potenciais projetos;
- Redução de emissão de GEE;

## Vantagens sociais:

- Geração de empregos;
- Geração de renda e desenvolvimento uma nova atividade tecnológico no país.

## Desvantagens