

Workshop – Energia do Biogás  
CETESB/SMA  
São Paulo – 23-24 de abril de 2003

---

**Transformando un Passivo Ambiental  
em um Recurso Energético:  
o metano como fonte de energia  
Perspectivas no Brasil**

J. H. Penido Monteiro  
**COMLURB – Rio de Janeiro**



# BRASIL

## Organização Política



Uma Federação com 26 Estados e um Distrito Federal

Área Total: 8.547.403 km<sup>2</sup>

População Total:  
170.000.000 (2.000)

População Urbana:  
138.000.000 (81 %)

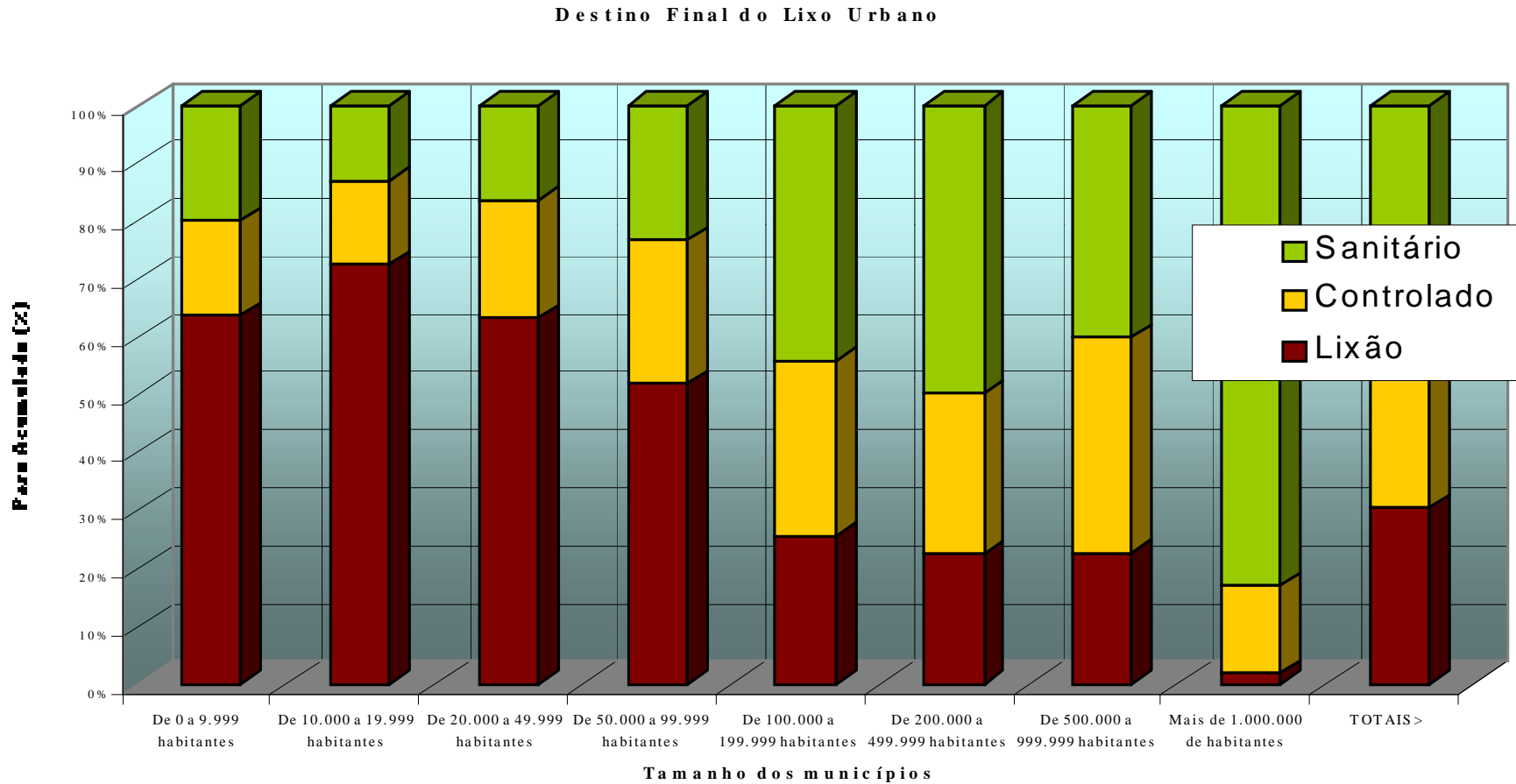
5.561 municipalidades

**Gestão de resíduos urbanos: uma responsabilidade municipal**

# A situação dos aterros de resíduos urbanos no Brasil PNSB 2000

Classe de população dos municípios	nº de Cidades	% nº Cidades	% nº Cidades Acumulado	População Total por Classe	Total Lixo Domiciliar Gerado	Total Lixo Público Gerado	Total Lixo Urbano Gerado	Produção per capita Lixo Dom kg/dia	Produção per capita Lixo Púb kg/dia	Produção per capita Lixo Urb kg/dia
De 0 a 9.999 hab	2.644	48,0%	48,0%	13.865.155	6.364,1	2.820,7	9.184,8	0,46	0,20	0,66
De 10.000 a 19.999 hab	1.382	25,1%	73,1%	19.654.601	8.316,0	3.157,1	11.473,1	0,42	0,16	0,58
De 20.000 a 49.999 hab	957	17,4%	90,5%	28.674.236	13.729,8	4.551,8	18.281,6	0,48	0,16	0,64
De 50.000 a 99.999 hab	300	5,4%	95,9%	20.836.724	11.625,2	3.082,9	14.708,1	0,56	0,15	0,71
De 100.000 a 199.999 hab	117	2,1%	98,1%	16.376.710	11.329,5	2.392,2	13.721,7	0,69	0,15	0,84
De 200.000 a 499.999 hab	76	1,4%	99,4%	23.200.154	17.986,4	3.190,9	21.177,3	0,78	0,14	0,91
De 500.000 a 999.999 hab	18	0,3%	99,8%	12.554.978	16.210,5	5.434,8	21.645,3	1,29	0,43	1,72
Mais de 1.000.000 de hab	13	0,2%	100,0%	34.327.295	39.719,6	11.915,6	51.635,2	1,16	0,35	1,50
<b>TOTAIS</b>	<b>5.507</b>	<b>100,0%</b>		<b>169.489.853</b>	<b>125.281</b>	<b>36.546</b>	<b>161.827,1</b>	<b>0,74</b>	<b>0,22</b>	<b>0,95</b>

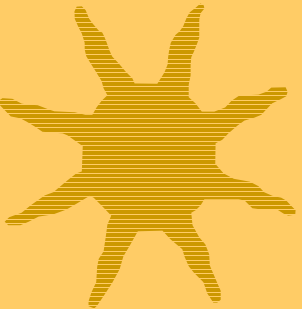
# A situação dos aterros de resíduos urbanos no Brasil PNSB 2000



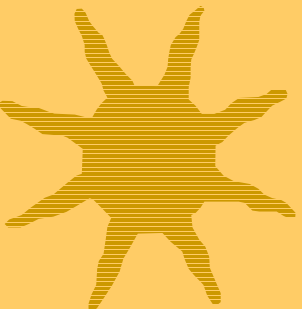
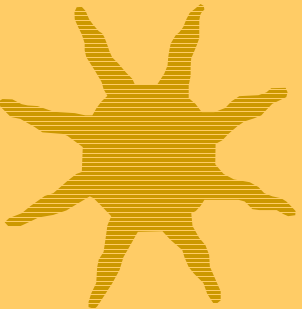


# A recuperação do biogás em aterros de resíduos urbanos

---



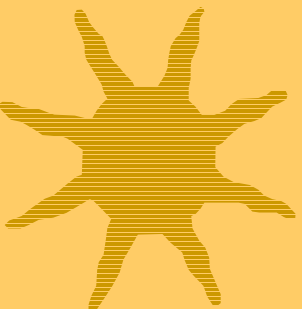
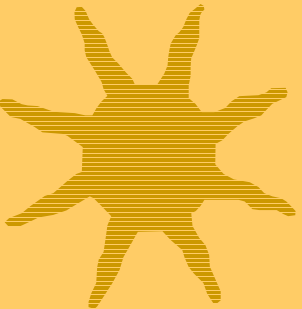
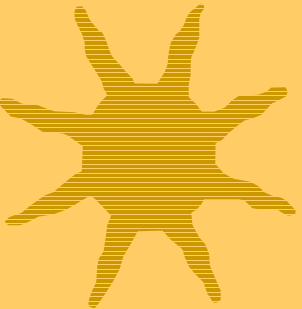
- O processo de produção do biogás em um aterro de resíduos sólidos
- Avaliação das diferentes alternativas para o uso do biogás
- Projeto básico de um sistema de recuperação e utilização do biogás





# Etapas para Implementação de um Projeto Típico

---

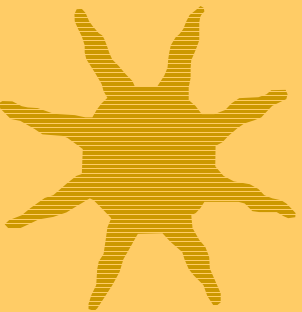


- Instalação de poços pilotos
- Análises das amostras do gás (teor de  $\text{CH}_4$  de pelo menos 50%);
- Estudo de viabilidade técnica, institucional e econômica
- Desenvolvimento do projeto de um sistema de recuperação e utilização do biogás, adequado às condições econômicas, sociais e culturais da região



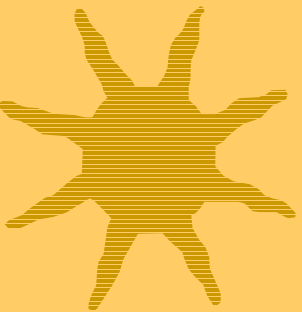
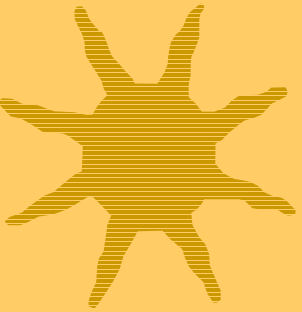


# Instalação simplificada de um poço para captação do biogás





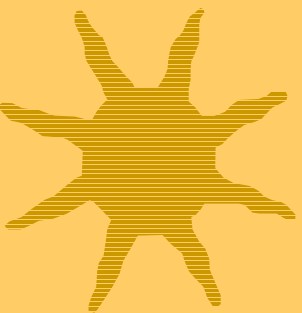
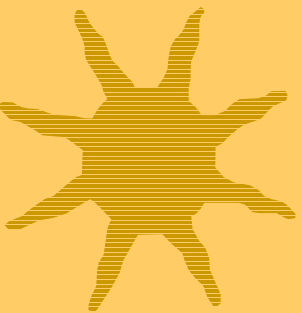
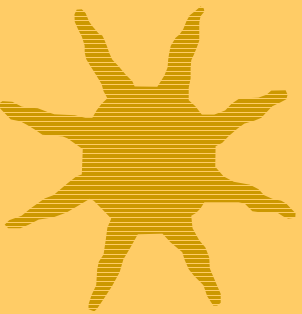
# Instalação simplificada de um poço para captação do biogás





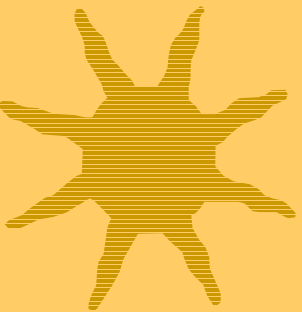


# Perfuração de Poços



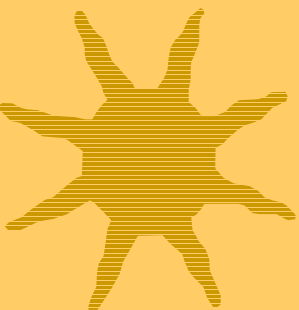


# Perfuração de Poços





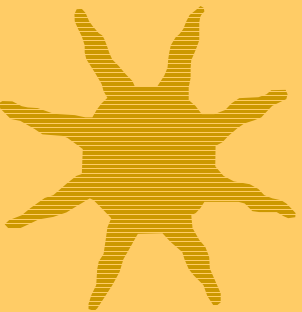
# Kit para retirar amostras de biogás de poços de prova







# Recuperação de biogás com geração de energia: aterro sanitário de Maldonado, Uruguai: 150 t/dia



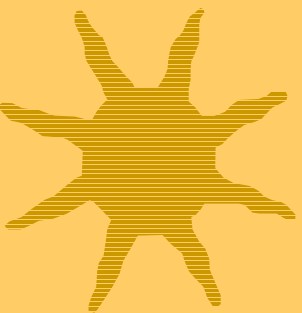
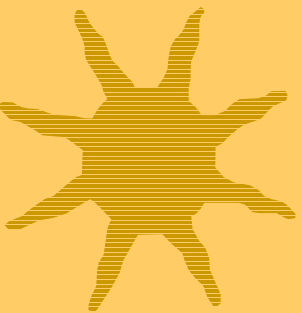
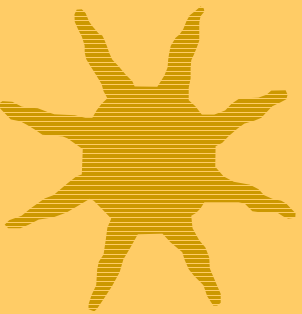
# Poço e tubulação para transporte do biogás







# Transporte do biogás no aterro sanitário



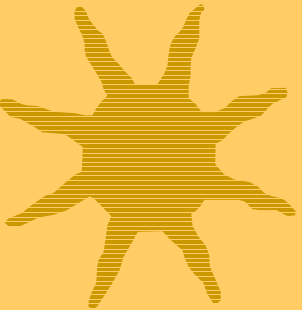
# Aspiração e purificação do biogás





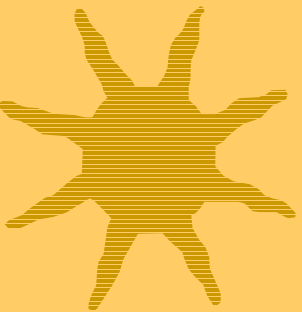


# Geração de Energia em Pequena Escala



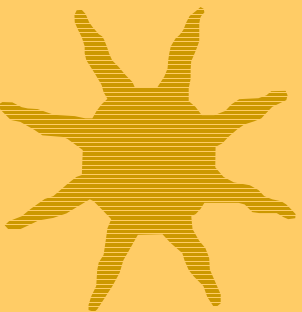


# Utilização da Energia em Pequena Escala





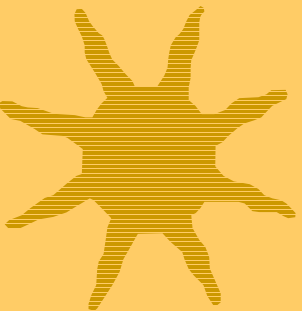
# Utilização da Energia em Pequena Escala





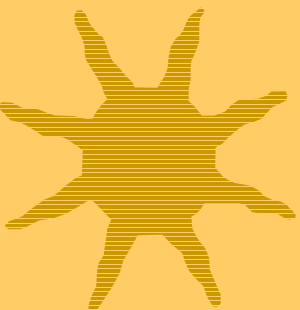


# Utilização direta do biogás em fornos, caldeiras e autoclaves





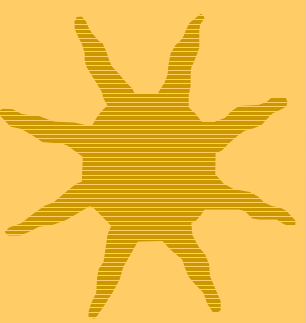
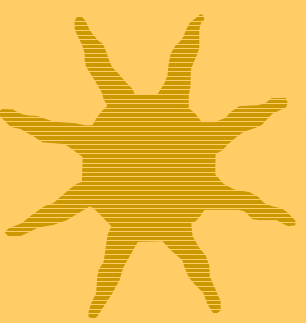
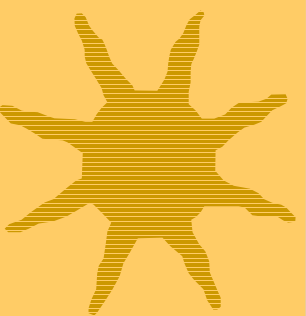
# Poço simples perfurado a mão





# Utilização de equipamentos simples para um sistema com alcance social

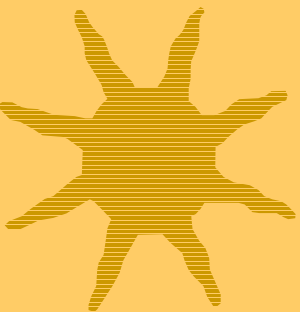
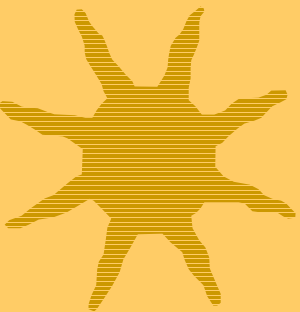
## - Cozinha Comunitária -





# Uso alternativo do biogás

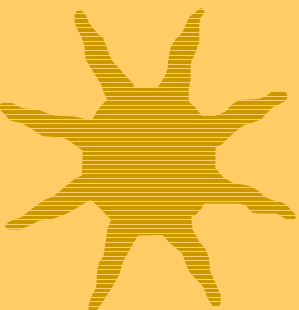
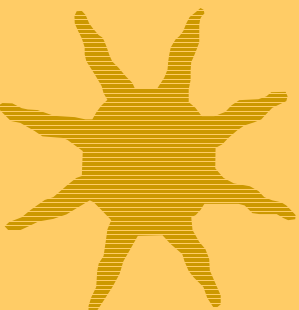
## Cozinha Comunitária





# Uso alternativo do biogás

## Cozinha Comunitária

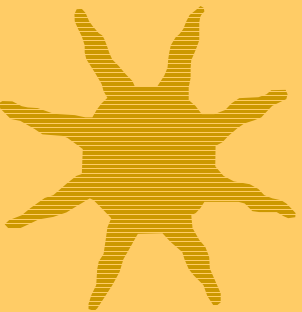






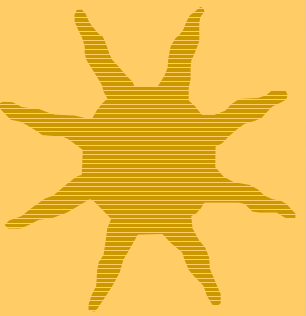
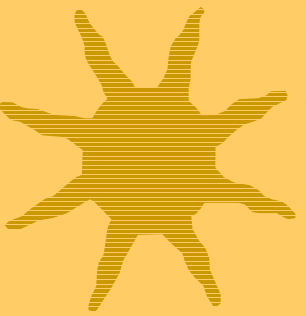
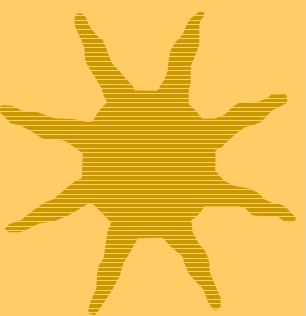
# Uso alternativo do biogás

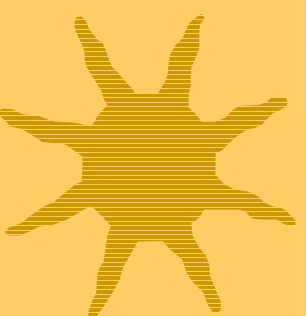
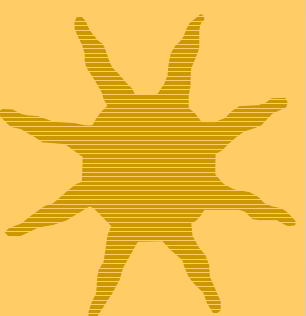
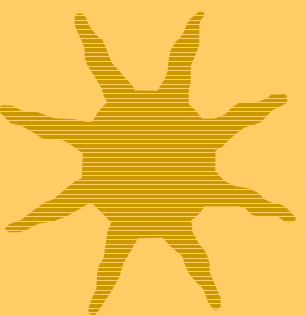
- Combustível Automotor -
- monitoramento do gás no poço





# Uso alternativo do biogás Combustível Automotor





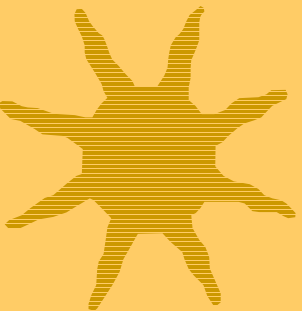
# Uso alternativo do biogás Combustível Automotor - purificação e compressão -





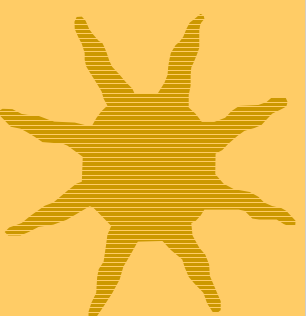
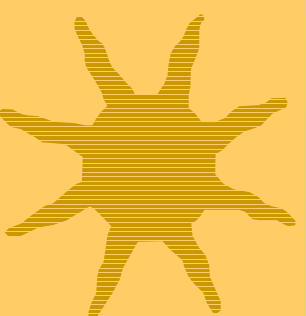
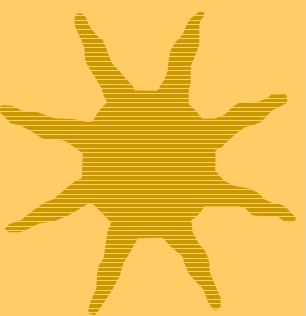


# Uso alternativo do biogás Combustível Automotor - veículos leves, táxis e caminhões -





# Uso alternativo do biogás Combustível Automotor

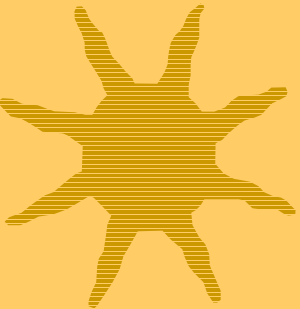




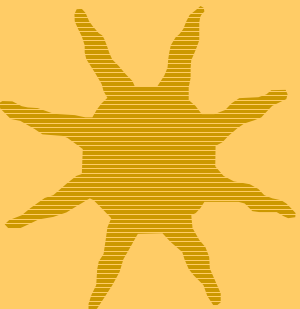


# Projeto de um Sistema de Recuperação e Utilização do Biogás

---



- ★ Produção estimada total do biogás no aterro
- ★ Vida útil do aterro e prazo esperado para recuperação do biogás de forma economicamente viável



- ★ Quantidades atuais e futuras de recebimento de resíduos no aterro

- ★ Depressão máxima aplicada nos poços

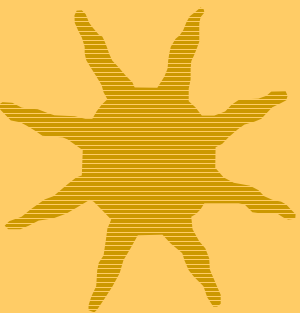
- ★ Vazão máxima esperada por poço em  $\text{Nm}^3/\text{h}$



- ★ Distância mínima entre os poços e determinação do raio de influência entre os poços



# Poço de biogás interligado a uma rede de captação - Aterro de Gramacho - Rio





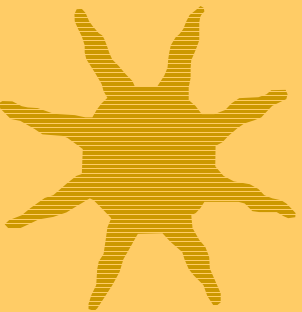
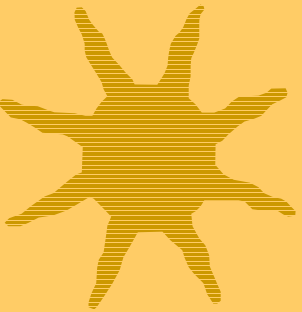
# Queima de biogás em flare Aterro de Gramacho - Rio



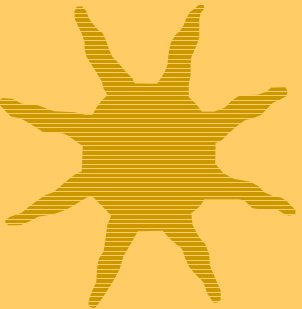




# Geração de energia através de moto-geradores biodiesel/biogás Aterro de Gramacho - Rio



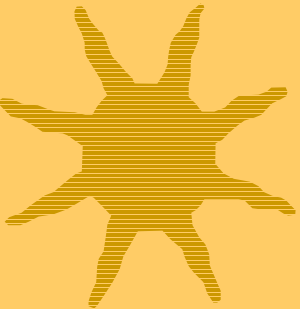
# Geração de energia através de moto-geradores biodiesel/biogás Aterro de Gramacho - Rio



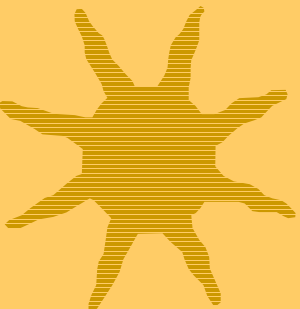


# Projeto de um Sistema de Recuperação e Utilização do Biogás

---

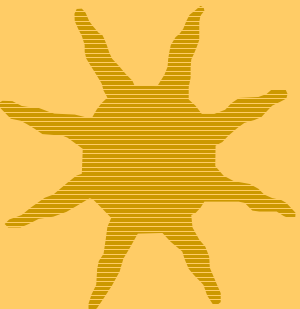


➤ Utilização prevista para o gás (motores de combustão interna, turbinas a gás, geração de energia e vapor, fornos ou caldeiras, calefação, etc.)



➤ Capacitação institucional do organismo que vai operar o sistema

➤ Desenvolvimento de um arranjo institucional entre os agentes envolvidos no projeto: sustentabilidade técnica e econômica do sistema



➤ Implementação do projeto

➤ Pré-operação e operação assistida

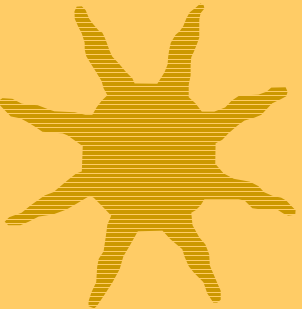
➤ Operação do sistema





# Requisitos para a implementação de um projeto de recuperação e utilização do biogás

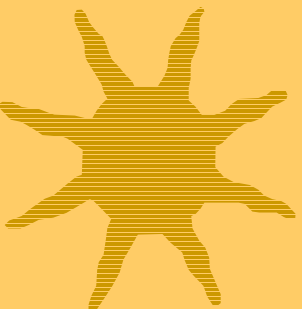
---



➤ Institucionais



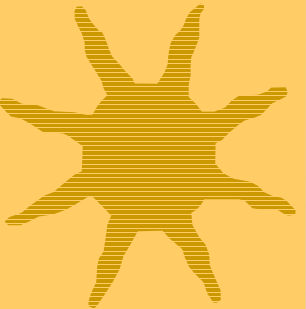
➤ Físicas e Operacionais



➤ Sociais



# Condições de elegibilidade para implementação de projetos de mitigação de emissões de GEE em aterros de resíduos urbanos

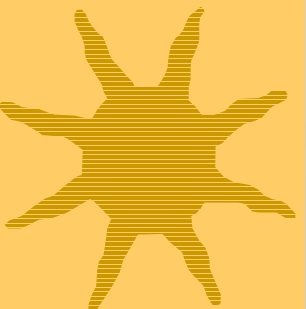
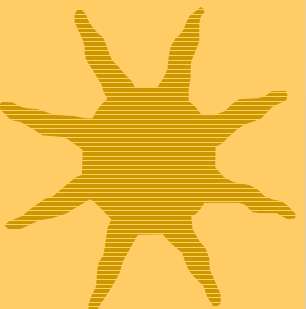


## Características

Si

No

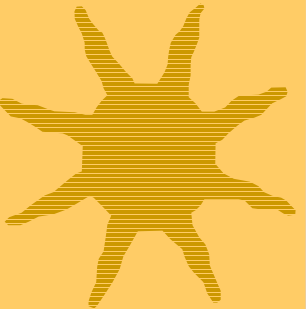
- ★ A população urbana é maior que 30.000 habitantes?
- ★ Existe um organismo responsável pela limpeza urbana no município?
- ★ Há capacitação técnica no departamento responsável?
- ★ O sistema de coleta atende a, pelo menos, 80% da população?
- ★ A acumulação dos resíduos coletados, em um só lugar, é de, pelo menos, 15 t/dia?
- ★ O aterro está operando regularmente em forma controlada: há disponibilidade de equipamentos, segue um plano de avanço, os resíduos são compactados, a cobertura regular é feita com capa de argila, a camada de resíduos tem mais que 5 metros de espessura, há captação e tratamento ou recirculação de chorume?
- ★ O aterro é operado por empresa privada, de forma tercerizada?





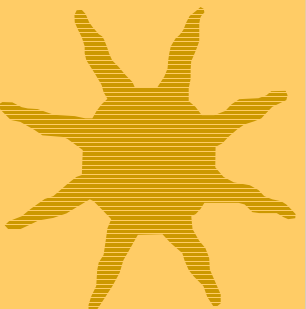
# Condições de elegibilidade para implementação de projetos de mitigação de emissões de GEE em aterros de resíduos urbanos

---

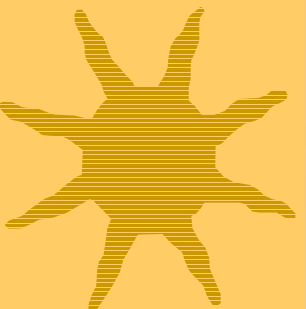


## Características

Si No



- ★ Existe um item orçamentário municipal específico para a limpeza urbana?
- ★ Existe taxa de limpeza urbana ou de coleta de lixo, com arrecadação superior a 40 % do custo dos serviços?
- ★ Existe, no município, um Regulamento de Limpeza Urbana, que seja eficaz?
- ★ Há determinação política do Prefeito em recuperar o lixão existente e implantar um novo aterro em forma sanitária?
- ★ Existe área, de propriedade da Municipalidade, com condições ambientais adequadas para receber um aterro sanitário?
- ★ Existe, ou pretende-se implantar, um programa de sensibilização da população para as questões ambientais?
- ★ O aterro não recebe resíduos industriais.







Se você quiser ter mais informações sobre Gestão de Resíduos Sólidos, consulte a página em Internet:

[HTTP://WWW.WEB-RESOL.ORG](http://www.web-resol.org)

