

Análise das diversas rotas tecnológicas de tratamento e disposição final de RSU no Brasil

Coordenador da pesquisa: Prof. José Fernando Thomé Jucá

FADE/UFPE - BNDES - 2013

Geração de resíduos T/ano X PIB

Ano	Tonelada	Aumento	PIB
2009	57 011 136	6.80%	7.50%
2010	60 868 080	1.80%	2.70%
2011	61 939 368	1.30%	3.90%
2012			
2013			
2014			
2015			
2016			
2017			
2018			

Fonte ABRELPE

Tecnologias para tratamento de RSU

Sistemas Básicos	Processos	Evolução	Produtos	Inovação
Triagem	Físico	Coleta seletiva, tratamento mecânico e Biológico	Matéria Prima para a reciclagem e Energia	Recuperação de resíduos, Wate to energy

Tratamento Biológico	Biológicos	Biodigestores Anaeróbios Compostagem	Composto, Orgânico e Energia	Agricultura e energia derivada de resíduos
Incineração	Físico, Químico	Tratamento térmico	Vapor, energia Elétrica	Energia derivada de recicláveis
Aterros Sanitários	Físico, químico e Biológico	Reator Anaeróbio, tratamento da matéria orgânica	Biogás (energia) Lixiviado	Energia dos resíduos

### 1. A triagem é prevista por lei como uma das etapas do tratamento de RSU

#### 2. Tratamento biológico- principais vantagens:

Aumenta a vida útil do local de disposição final de resíduos;

Promove o aproveitamento agrícola de matéria orgânica no uso do composto orgânico no solo;

Rejeitos podem ser dispostos nos aterros sanitários, reduzindo problemas relativos à formação de gases e lixiviados, visto que são matérias biologicamente estabilizados;

Exige pouca mão de obra especializada;

Quando bem operadas, as unidades de compostagem não causam poluição atmosférica ou hídrica;

Geração de renda na comercialização do composto.

#### 2.1 Tratamento biológico - principais desvantagens

Requer uma separação eficiente de resíduos e um tempo de processamento de até 6 meses;

Necessita mercado para revender o composto;

Quando mal operada, líquidos e gases podem contaminar o meio ambiente e comprometer a qualidade de vida;

Requer área relativamente grande para operação das leiras para a maturação do resíduo;

Os custos da coleta diferenciada dos resíduos são altos.

### **3. Digestão Anaeróbia - vantagens**

Aumento da vida útil dos aterros;

redução da razão orgânica de RSU, responsáveis pelos odores desagradáveis e geração de lixiviados de alta carga poluidora nos aterros sanitários;

Permite a coleta e todo o biogás gerado (em aterros o índice de recuperação varia entre 20 e 40%, reduzindo assim os gases de efeito estufa);

Em seu processamento tem-se a geração de produtos valorizáveis: biogás (energia e calor), e composto orgânico.

#### **3.1 Digestão anaeróbia - principais desvantagens**

A composição do resíduos pode variar de acordo com a localização (zona de geração), podendo comprometer o processo de biodigestão anaeróbia em consequência alterar a qualidade do gás e do composto gerado;

Necessidade de etapa posterior (como compostagem) para a bioestabilização dos resíduos digeridos;

Dificuldade de operação do sistema em termos de obstruções de canalização, principalmente sistemas contínuos;

Necessidade de mão de obra qualificada para o processo de operação e monitoramento da planta.

### **4. Incineração - Vantagens**

Potencial de recuperação de energia superior a aterros;

Necessidade de menor área de instalação;

Redução de odores e ruídos.

#### **4.1 Incineração - Desvantagens**

Elevados custos de instalação;

Inviabilidade de produção em caso de resíduos muito úmidos, com pequeno poder calorífico ou clorados.

#### **4.3 Combustível derivados de resíduos - CDR - vantagens**

Interrupção de processos de fermentação a fim de preservar e armazenar substrato por meses e anos;

Possibilidade e armazenagem em silos, que permite a modulação da produção de energia, em comparação com a queima direta de RSU;

Armazenamento dos briquetes em paletes, racionalizando o transporte de longa distância, evitando a dependência de planta próxima a unidade;

O fato de serem consideradas unidades de pré-tratamento dos RSU;

A agregação de valor aos resíduos;

Transformação dos RSU em alternativa energética;

Possibilidade de instalação em áreas industriais, próximas aos centros urbanos e aos grandes consumidores de energia;

Redução das emissões de poluentes, permitindo a emissão de créditos de carbono;

Prolongamento da vida útil dos aterros;

#### **4.4 Combustíveis derivados de resíduos - CDR - Desvantagens**

Alto consumo de energia elétrica que é dissipada (Não recuperável);  
Dissipação dos metais ao meio ambiente pela utilização dos metais triturados nas ligas desses equipamentos;  
Possibilidade de contaminação dos CDR pela presença de metais.

#### **4.5 Coprocessamento de RSU - Vantagens**

Melhoria do desempenho econômico (Menor consumo energético), da indústria cimenteira.

#### **4.6 Coprocessamento de RSU - Desvantagens**

Inexistência de legislação sobre esse processo de tratamento de resíduos bem como a ausência de normas técnicas para essa tecnologia;  
Falta de acompanhamento dos órgãos ambientais sobre o nível de emissões das unidades cimenteiras;

#### **5. Aterros sanitários - Vantagens**

Possibilidade de uso de áreas já degradadas por outras atividades (ex. área utilizada como pedreira);  
Possibilidade de receber e acomodar rapidamente, quantidades variáveis de resíduos, sendo bastante flexível;  
Recebimentos de resíduos classe IIA e IIB;  
Adaptável as comunidades grandes e pequenas;  
Apresentação dos menores custos de investimentos e operação em relação à outras tecnologias;  
Utilização de equipamentos e máquinas em serviços de terraplanagem;  
Simples operacionalização, não requerendo mão de obra especializada;  
Possibilidade de aproveitamento de biogás;  
Não causa danos ao meio ambiente se corretamente projetado e executado.

#### **5.2 Aterros Sanitários - desvantagens**

Necessidade de grandes áreas, muitas vezes distantes da área urbana, acarretando despesas adicionais com transporte;  
Possibilidade de desenvolvimento de maus odores;  
Possibilidade de deslocamento de poeiras;  
Alterações estéticas da paisagem;  
Diminuição do valor comercial da terra;  
Interferência da meteorologia na produção de lixiviados que requisitam tratamento adequado;  
Período pós fechamento, relativamente longo para estabilização do aterro, incluindo efluentes líquidos gasosos;  
Controle de riscos e impactos ambientais de longo prazo.

**Rota tecnológica identificada para região Norte, Centro Oeste & Nordeste**

>Coleta diferenciada, centrais de triagem> Material reciclável  
centrais de compostagem > Composto  
Rejeito> Aterro Sanitário> dreno de gás & tratamento de chorume

**Rota tecnológica identificada para o SUDESTE**

>Coleta diferenciada, centrais de triagem> Materiais recicláveis  
>Aterro Sanitário> tratamento de gás e tratamento de lixiviado

**Rota tecnológica para o Sul**

>Coleta diferenciada, centrais de triagem> Material reciclável  
Unidades de compostagem >Composto  
Rejeito> Aterro sanitário> Captura e queima de biogás> Créditos de Carbono

Custos da unidades de tratamento por habitante

Central de triagem	Equipamento	Obras civis	Investimento total	Operação	Sem MO
até 10.000 hab	4.00	26.00	30.00	500.00	90.00
entre 10 e 30 mil	3.00	15.00	19.00	450.00	60.00
entre 30 mil e 250 mil	2.00	15.00	17.00	500.00	120.00
entre 250 mil e 1 milhão	1.00	5.00	6.00	150.00	40.00
Acima de 1 milhão				40.00	20.00

OBS: A utilização de centrai mecanizadas é recomendável para unidades com capacidade de tratamento superior a 15 toneladas diárias

### Unidades de compostagem

Compostagem	Equipamento	Obras civis	Investimento total	Operação
até 10.000 hab.	3.00	5.00	8.00	120.00
entre 10 e 30 mil	1.20	2.00	2.00	80.00
entre 30 mil e 250 mil	1.80	1.80	2.00	83.00
entre 250 mil e 1 milhão	1.20	2.50	4.50	78.00
Acima de 1 milhão	1	2.8	3.9	40.00

### Síntese na análise de implantação de unidades de Gestão Anaeróbia

Item	Valores \$	%	Valores	%
Custos totais	2 000 000.00		3 625 000.00	
Tratamento T/ano	20 000.00		72 700.00	
Custos de investimento				
Custo unitário de Investimento	37.12		35.40	
Custos fixos MO de Operação	439 852.00	22%	439 582.00	12%
Custos de insumos. Manutenção e seguros	1 560 418.00	78%	3 925 418.00	88%

Essa tecnologia acima só se sustenta com a comercialização do compostos da anergia além de custos de destinação ao aterro acima de R\$100,00.

Síntese na análise de implantação de unidades de incineração

Item	Valores \$	%	Valores	%
Custos totais	400 000 000.00		650 000 000.00	
Cap Máx. Ton/dia	650.00		1 300.00	
Custo unitário de Investimento	92.31		75.74	
Custo variável de operação	3 300 000.00	14%	6 630 000.00	16%
Custos fixos MO de Operação	4 000 000.00	17%	5 000.00	12%
Despesas manutenção, seguros	23 000 000.00	100%	40 330 000.00	100%
Custo Unitário de operação	108.88		96.46	

Custos de operação de aterro sanitário

Aterros	Equipamento	Obras civis	Investimento total	Custo Unit de Manut
até 10.000 habitantes	4.00	7.00	20.00	140.00
entre 10 e 30 mil	4.00	4.00	10.00	40.00
entre 30 mil e 250 mil	2.00	5.00	11.00	60.00
entre 250 mil e 1 milhão	2.00	4.00	9.00	40.00
Acima de 1 milhão	2	4	4	29.00

Rotas tecnológicas para município até 30 mil hab			até 250 mil hab.		
	>ecopontos				
RSU	>recicláveis	>Transporte	>Central de triagem >	Reciclagem	>rejeitos
	>orgânicos	>Transporte	Compostagem > Rejeitos		>Aterro sem reaproveitamento energético
	>Não recicláveis	>Transporte	>Aterro		

Figura 76

Rotas tecnológicas até 1 milhão de hab.					
	>ecopontos				
RSU	>recicláveis	>transporte	>Central de triagem >	Reciclagem	>rejeitos
	>orgânicos	>Transporte	Compostagem > Rejeitos		>Aterro com ou sem reaproveitamento energético
	>Não recicláveis	>transporte	>Aterro		

Figura 78

Rotas tecnológicas acima de 1 milhão de hab.						
	Ecopontos					
	Coleta de recicláveis	>transporte	> Central de Triagem	> Reciclagem	>Rejeitos	
RSU	Coleta de orgânicos	>transporte	> Digestão anaeróbia	> Energia e composto	> REJEITO	>Aterro com ou sem aproveitamento energético
	>Não recicláveis	>Transporte	> Incineração	> energia e vapor		