

UM MODELO DE GESTÃO DE RESÍDUOS MUNICIPAIS



PROF. DR. SABETAI CALDERONI

INDUSTRIALIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS

SABETAI CALDERONI



- ❖ Presidente do Instituto Brasil Ambiente
- ❖ Consultor da Organização das Nações Unidas – ONU e do Banco Mundial
- ❖ Autor do livro “Os Bilhões Perdidos no Lixo”
- ❖ Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo (FFLCH), pós-graduado em Planejamento pela Universidade de Edimburgo, Grã-Bretanha e bacharel em Ciências Econômicas e em Direito pela USP
- ❖ Foi membro do Conselho de Administração da CETESB e Fundação Prefeito Faria Lima (CEPAM). Coordenou trabalhos de planejamento para o Governo Federal e Governos Estaduais.



TECNOLOGIAS

INDUSTRIALIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS URBANOS CENTRAL DE RECICLAGEM INTEGRAL

1. PROGRAMA DE COLETA SELETIVA
2. ESTAÇÃO DE TRIAGEM
3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS
4. UNIDADE DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
5. BENEFICIAMENTO DE MATERIAIS (FRAÇÃO SECA)
6. UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE MATERIAL DE PODAS
7. UNIDADE DE TRATAMENTO DE REJEITOS

✕ TRIAGEM

- ✕ Separação dos materiais



✕ RECICLAGEM

- ✕ Valorização dos materiais
- ✕ Economia de matéria prima e energia

✕ COMPOSTAGEM

✕ BIODIGESTÃO

- + APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICO
(TAMBÉM PRODUZ ADUBO)



✕ GASEIFICAÇÃO

- + APROVEITAMENTO DO PLÁSTICO, PAPEL,
BORRACHA, MADEIRA

- + PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL

TRIAGEM

ESTAÇÃO DE TRIAGEM



**NO BRASIL, CERCA DE QUATROCENTOS
MUNICÍPIOS FAZEM A TRIAGEM DA
FRAÇÃO SECA DO LIXO DOMICILIAR**

NA ESTAÇÃO DE TRIAGEM,
PLÁSTICOS, PAPEIS, VIDROS E
LATAS SÃO SEPARADOS COM
O ABUNDANTE EMPREGO DE
MÃO DE OBRA DE
COOPERADOS.

TRIAGEM

- ✗ ESTAÇÃO DE TRIAGEM,
 - ✗ SEPARAÇÃO DE PLÁSTICOS, PAPEIS, VIDROS E LATAS
 - ✗ EMPREGO DE MÃO DE OBRA DE COOPERADOS
- ✗ NO BRASIL, CERCA DE QUATROCENTOS MUNICÍPIOS FAZEM A TRIAGEM DA FRAÇÃO SECA DO LIXO DOMICILIAR



GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA

- ✗ REMUNERAÇÃO MÉDIA =
R\$ 600,00
- ✗ UM EMPREGADO PARA CADA 500
HABITANTES :
 - + Cidade com 200.000
Habitantes => 400 Postos de
Trabalho



TRIAGEM



O PAPEL DOS CATADORES

1. FORNECEDORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS
2. TRABALHADORES NA TRIAGEM DE MATERIAIS
3. AGENTES AMBIENTAIS DOMICILIARES
4. ATUAÇÃO COMO EDUCANDOS
5. ATUAÇÃO COMO EDUCADORES
6. SÓCIOS DA SPE NA PPP
7. CO-GESTORES DA SPE

TRIAGEM - BENEFÍCIOS



Antes

Depois

TRIAGEM - BENEFÍCIOS



Antes

Depois

RECICLAGEM

Produção diária: 30% do lixo pode ser reciclado = 54 t/dia;

Dessas 54 toneladas:

- 41% papel / papelão;
- 14% metal;
- 15% plástico;
- 11% perdas;
- 10% rejeito;
- 5% vidro;
- 3% materiais diversos;
- 1% alumínio.



Papelão e Papel	Latas de Aço	Alumínio	Vidro Incolor e Colorido	Plástico s (PVC, Filme)	Longa Vida
400,00	150,00	3.000,00	130,00	500,00	280,00

VALORIZAÇÃO VERUS ENFARDAMENTO



✕ Na mídia



Separação de lixo vai virar negócio de bilhões

Luciana Seabra

Para o **Valor**, de São Paulo

Um potencial de pelo menos R\$ 8 bilhões é levado por ano pelos brasileiros para aterros e lixões, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA). De todo o lixo produzido no país, 56 milhões de toneladas no ano passado, somente 13% passam por coleta seletiva. "Em quatro ou cinco anos, teremos uma realidade muito diferente, com mudanças profundas na gestão do resíduo", afirma o diretor de ambiente urbano do MMA, Sérgio Gonçalves, confiando nos resultados da Política Nacional de Resíduos Sólidos. As diretrizes para um novo modelo de coleta e destino do lixo foram aprovadas depois de tramitar por 19 anos no Congresso Nacional e sancionadas pelo presidente Lula este mês.

Um dos destaques da lei é a responsabilidade compartilhada, que distribui entre governo, empresários e consumidores a obrigação de cuidar do que vai para a lixeira. Eles devem formar uma rede para que, em quatro anos, os lixões não existam mais. Tudo que pode ser reaproveitado

ou reciclado deve voltar para a cadeia produtiva e, apenas depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento, uma parte pequena do lixo, o chamado rejeito, deve ir para aterros.

O governo federal vai preparar um Plano de Resíduos Sólidos, com diagnóstico e normas bem definidas. O mesmo deve ser feito em Estados e municípios. As indústrias terão de fazer planos de gestão. Espera-se formar um ciclo, em que governos e empresas, para atingirem os objetivos propostos, pressionem pela coleta seletiva. Se o lixo não for separado na coleta, os empresários terão mais dificuldade para cumprir as metas de recolhimento de embalagens e produtos.

A obrigação de dar um fim aos lixões deve dar a partida para que o ciclo comece a girar. A prática de dispor os resíduos em terrenos vazios, sem qualquer cuidado, era muito mais barata. "Para um aterro sanitário valer economicamente, tem que durar pelo menos 20 anos. Se houver separação do lixo, pode durar 30. A necessidade de não saturar o aterro rapidamente vai ser estímulo para empresa de

limpeza fazer coleta seletiva e incentivar consumidora a separar lixo seco do úmido", afirma Gonçalves.

O diretor-executivo da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), Carlos Silva Filho, questiona a capacidade dos municípios de custear o novo processo, com triagem prévia dos resíduos e destino correto do rejeito. Ele defende a necessidade de parcerias entre poder público e iniciativa privada, por meio das quais "os municípios vão receber infraestruturas modernizadas e poderão pagar por isso ao longo do tempo."

Historicamente, as prefeituras não conseguem manter funcionando por mais de um ano um aterro correto com proteção, coleta de gases, sem cheiro ou acúmulo de insetos. Atendimento é que virem lixões. Para evitar que isso aconteça, o governo tem incentivado convênios de cooperação. "Não é viável que cada município tenha um aterro. É preciso dar escala, fazer com que equipamentos atendam mais de um local", diz.

A ideia é que os municípios façam planos conjuntos, montem consórcios públicos e listem os

equipamentos necessários como quantidade de aterros, máquinas e postos de coleta. A lei prevê incentivos do governo, com prioridade a esses consórcios. Foram firmados convênios com 18 Estados, que passam por diagnóstico. Aqueles que descumprirem prazos e metas não vão receber recursos.

Para a coordenadora executiva de ambiente urbano da ONG Instituto Pólis, Elizabeth Grimberg, o primeiro ano da política será uma fase de diagnóstico, o segundo de começo de execução e, em quatro anos, "podemos ter municípios com 100% de coleta seletiva". Ela está otimista, mas critica uma alteração considerada importante pelos ambientalistas. O Senado cortou do texto a indicação de que a queima do lixo para aproveitamento energético só poderia ser feita em último caso. "Havia uma ênfase grande para se esgotar as possibilidades de gestão, o que reforçava a política no sentido da não incineração."

A possibilidade de incineração do lixo foi uma das polêmicas que fez a aprovação da política no Congresso arrastar-se por tanto tempo. No processo, o lixo é queimado de forma controlada, enquanto o

✕ Aproveitamento energético e econômico do lixo



+ CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

- ✕ EVITAR O CONSUMO DE ENERGIA USANDO A SUCATA COMO MATÉRIA PRIMA EM LUGAR DE MATÉRIAS-PRIMAS VIRGENS
- ✕ TRIAGEM E COMERCIALIZAÇÃO DE MATERIAIS INORGÂNICOS: PAPEL, PLÁSTICO, VIDRO, LATA DE ALUMÍNIO E LATA DE AÇO

RECICLAGEM

× REINTRODUÇÃO DE MATERIAIS NO PROCESSO PRODUTIVO:

+ LATA DE ALUMÍNIO – SUCATA SUBSTITUI BAUXITA

+ LATA DE AÇO – SUCATA SUBSTITUI MINÉRIO DE FERRO

+ VIDRO – SUCATA SUBSTITUI BARRILHA

+ PLÁSTICO – SUCATA SUBSTITUI PETRÓLEO

+ PAPEL – SUCATA SUBSTITUI ÁRVORES



RECICLAGEM



FATORES DE ECONOMIA	LATA DE ALUMÍNIO	VIDRO	PAPEL	PLÁSTICO	LATA DE AÇO
1 REDUÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA	95%	13%	71%	79%	74%
2 REDUÇÃO NA POLUIÇÃO DO AR	95%	20%	74%	-	85%
3 REDUÇÃO NA POLUIÇÃO DA ÁGUA	97%	-	35%	-	76%
4 REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA	-	50%	-	-	40%
5 REDUÇÃO NO CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA	R\$ 2,7 MM	R\$27,3 MM	R\$339 MM	R\$ 353,7 MM	R\$13,2 MM
6 REDUÇÃO NO CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA	R\$ 1,2 MM	R\$ 8,9 MM	R\$98,3 MM	R\$ 37,6 MM	R\$ 8,9 MM

COMPOSTAGEM



COMPOSTAGEM

Triagem

- Retirada da fração inorgânica
- Automática / Manual

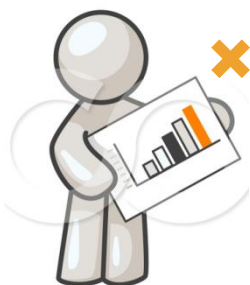
Recicl.

- Separação dos materiais inorgânicos
- Valorização dos materiais

Compost.

- Pátio de Compostagem recebe a fração orgânica
- Processo natural, aeróbio de conversão biológica
- Material estabilizado na forma de fertilizante

COMPOSTAGEM



✗ Dados Básicos

- + Perda de 50% da massa por emissão de gases
- + Alternativa ao biodigestor



WASTE TO ENERGY



TECNOLOGIAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA A
PARTIR DE RESÍDUOS

Biodigestores Anaeróbios

IMPLANTADOS DESDE A DÉCADA DE 1980, PERMITEM A OBTENÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO, A VENDA DE GÁS NATURAL VEICULAR E DE FERTILIZANTE.



**EVITAM O ATERRAMENTO DE 60%
DO LIXO DOMICILIAR**

✕ Aproveitamento energético do lixo



+ GERAÇÃO DE ENERGIA

- ✕ USAR O POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DOS DIVERSOS MATERIAIS PRESENTES NO LIXO

Barcelone - Ecoparque II (Spain)

The plant is in operation since 2004. The plant treats 218 000 tons by year of municipal solid waste and 22 000 tons by year of biowaste.



Treatment capacity	240 000 ton/y to anaerobic digestion unit
Volume of digesters	3 x 4 500 m ³
Type of waste	42 % TS - 58 % VS
Retention time	25 days
Biogas production	114 Nm ³ /ton input digestion
Specific methane yield	260 Nm ³ /ton TVS input digestion
Biogas utilisation	Electricity production

Lustenau, Austria



Start-up:	1997
Capacity:	10.000 t/a
Digester type:	2 x steel
Energy utilisation:	Electrical and thermal energy

Kyoto, Japan



Start-up:	2004
Capacity:	20.000 t/a
Digester type:	2 x concrete
Energy utilisation:	Electrical and thermal energy

Frankfurt, Germany



Start-up:	1999
Capacity:	30.000 t/a
Digester type:	1 x concrete / tunnel composting
Energy utilisation:	Electrical and thermal energy

Bassano (Italy)

The plant is in operation since 2003. After mechanical sorting, 33.000 t/y are fed to anaerobic digestion.



Treatment capacity	44 200 t/y MSW + 8 200 t/y biowaste + 3 000 t/y sludge
Volume of digesters	3 x 2 400 m ³
Type of waste	50,8 % TS - 62,3 % TVS
Retention time	33 days
Biogas production	129 Nm ³ /t input digestion
Specific methane yield	270 Nm ³ /t TVS input digestion
Biogas utilisation	Electricity production

Mons (Belgium)

The plant is in operation since end of 2002.
The treatment capacity is 58 700 tons by year of household waste including 35 700 tons biowaste.



Treatment capacity	23 000 tons by year + 35 700 tons by year in anaerobic digestion
Volume of digesters	2 x 3 800 m ³
Type of waste	Sorted waste + kitchen and garden waste
Retention time	25 days at minimum
Biogas production	110 - 120 Nm ³ by ton input digestion
Specific methane yield	280 Nm ³ by ton TVS input digestion
Biogas utilisation	Electricity and heat production

BIODIGESTÃO



BIODIGESTÃO



✖ Resultados obtidos pela biodigestão



TECNOLOGIAS DE BIODIGESTÃO	QUANTIDADE DE MATÉRIA ORGÂNICA (kg diários)	QUANTIDADE DE BIOGÁS PRODUZIDA (Nm ³ diários)	ENERGIA TÉRMICA (GJ)	ENERGIA ELÉTRICA (GJ)
Aterro Sanitário	22.207	1744	38,9	11,7
Biodigestor	22.207	2220	49,6	14,9

✕ Na mídia



Gás de esgotos vai gerar energia

Sabesp programa uso de biogás

Adriana Miranda
de São Paulo

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) planeja lançar este mês edital internacional para escolher a empresa que deverá fornecer e montar a estrutura para geração de 2,6 mil quilowatts de energia elétrica a partir de biogás gerado nas suas estações de tratamento de esgotos.

O projeto é financiado com recursos proporcionados por convênio entre a empresa e o Centro Nacional de Referência em Biomassa da Universidade de São Paulo.

A coordenadora do projeto e secretária-executiva do centro, Suani

Coelho, estima que o estado tem capacidade para gerar 200 megawatts de energia elétrica com o uso de biogás. Além de proporcionar uma fonte alternativa de energia, o processo pode melhorar os índices de saneamento das cidades.

O Brasil trata só 35,3% dos 14,4 milhões de metros cúbicos de esgotos coletados diariamente, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000, do IBGE. A energia a ser gerada na estação de tratamento da Sabesp, em Barueri, pode proporcionar uma economia mensal de R\$ 150 mil com os custos de eletricidade. ■

Página C-4

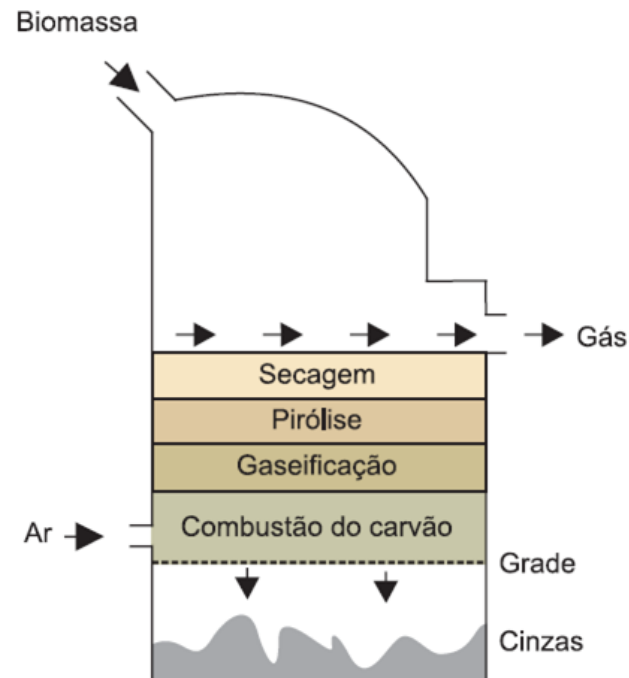
× Princípio

- + Aproveitamento de amplo espectro de materiais com geração de energia elétrica
- + Processamento de rejeitos contaminados
- + Produto: energia elétrica



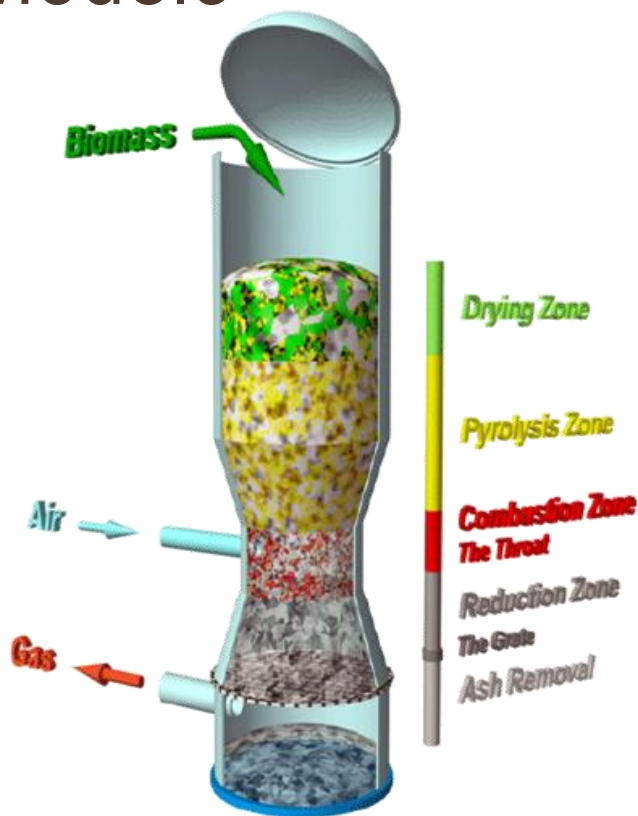
✕ Modelo

Gaseificador de leito fixo e fluxo ascendente

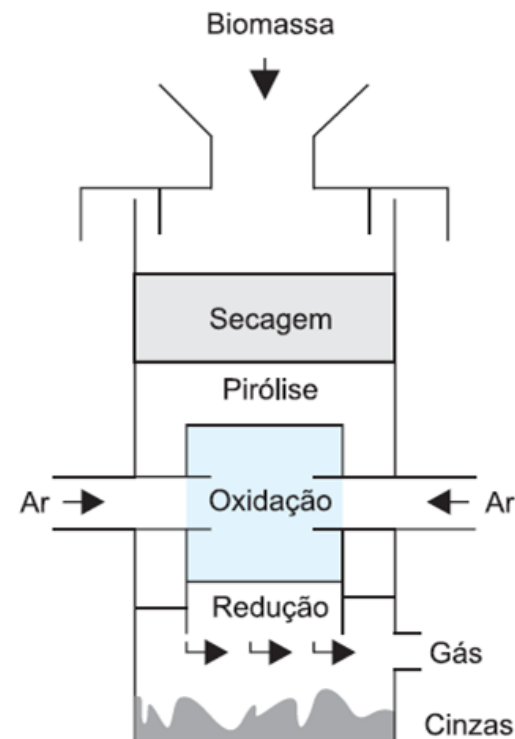


GASEIFICAÇÃO

✕ Modelo



Gaseificador de leito fixo e fluxo descendente



GASEIFICAÇÃO



GASEIFICAÇÃO



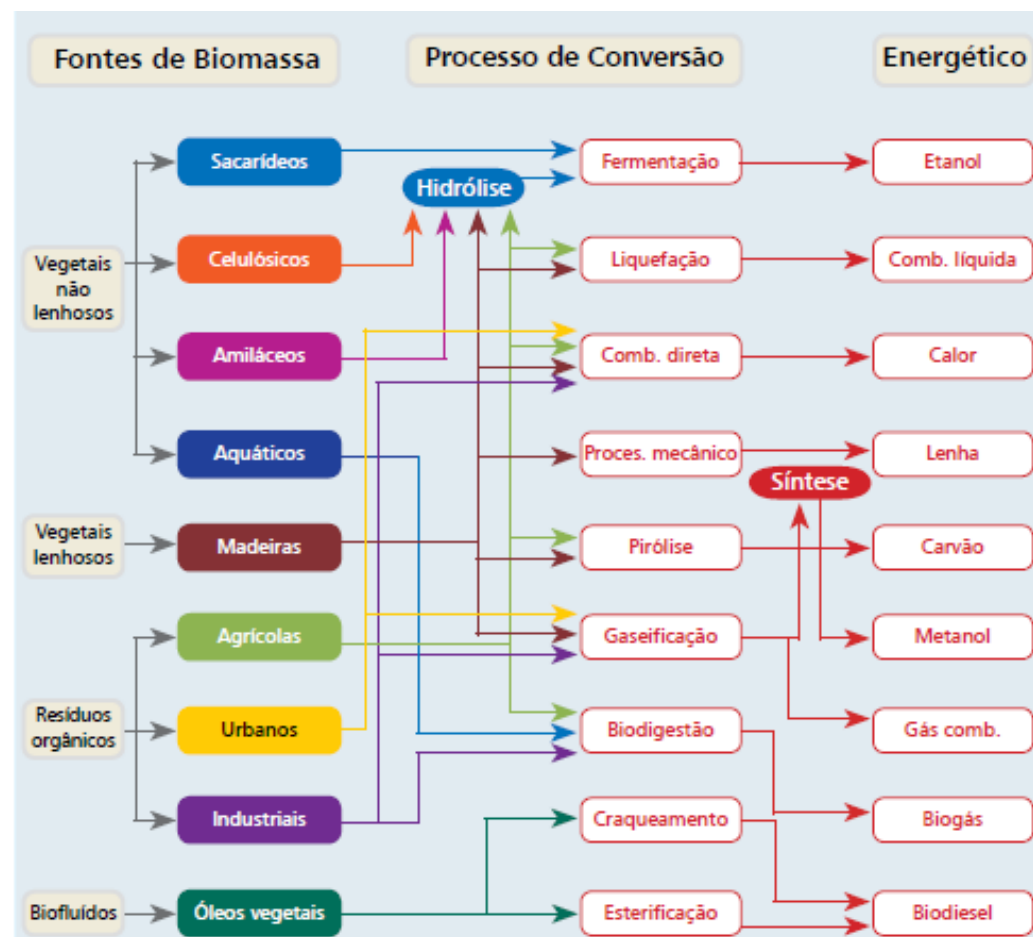
BIOMASSA

- ✖ Biomassa florestal (madeira, carvão vegetal, resíduos de madeira)
- ✖ Enorme versatilidade de formas de utilizações (sólida, líquida e gasosa)



BIOMASSA

✕ Múltiplas alternativas



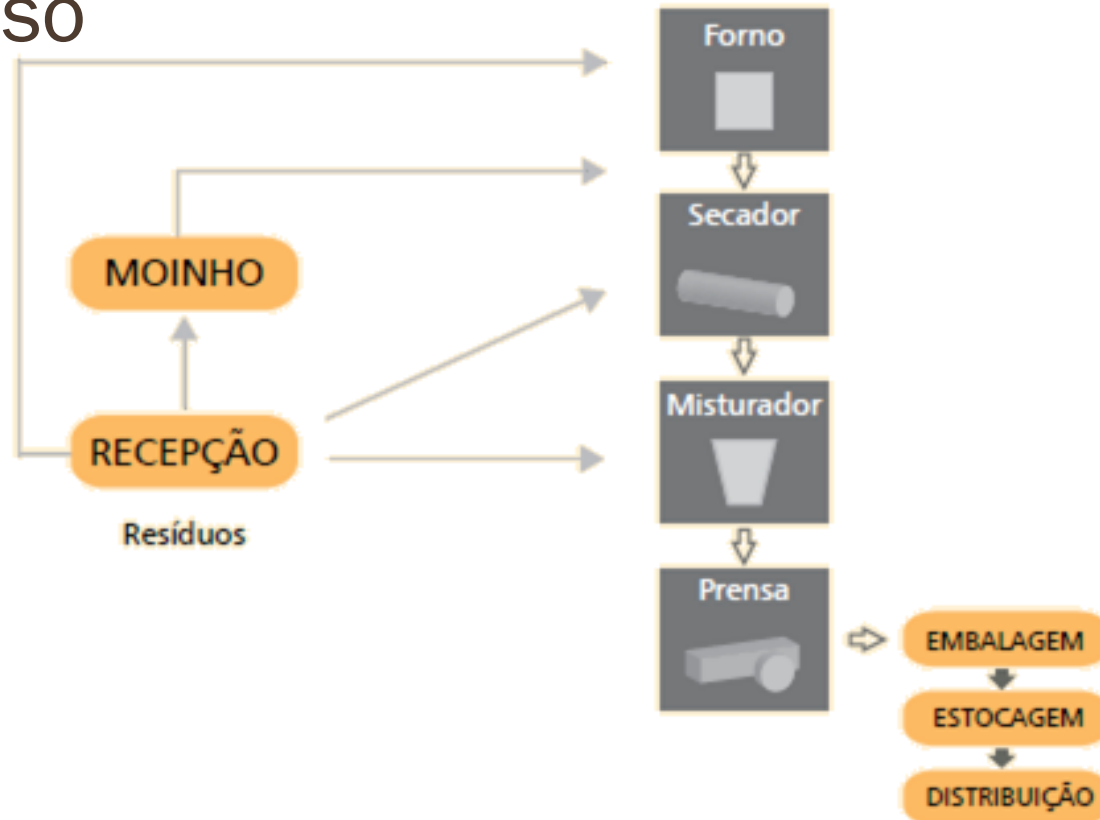
PRODUÇÃO DE BRIQUETES

- ✖ Composto de matéria orgânica compactada
 - + Fonte concentrada e comprimida de material energético
- ✖ Combustível alternativo
 - + Combustível sólido que substitui a lenha



PRODUÇÃO DE BRIQUETES

× Processo



PRODUÇÃO DE BRIQUETES

✕ Processo

+ Processamento de podas de arvores

AS PODAS DE ÁRVORES SÃO PICADAS E TRANSFORMADAS EM BRIQUETES PARA APROVEITAMENTO ECONÔMICO EM SUBSTITUIÇÃO À LENHA, EM VEZ DE SEREM DEPOSITADAS EM ATERROS.

BRIQUETES



PICADOR DE MADEIRA



PRODUÇÃO DE BRIQUETES



Dados Básicos

- + Em média, cada cidadão produz 0,66 kg de resíduo de poda / dia
- + Largo Mercado consumidor:
 - × Indústria Têxtil
 - × Indústria Cerâmica
 - × Padarias
 - × Olarias
 - × Pizzarias



PRODUÇÃO DE BRIQUETES

✕ Equipamentos

- + 1- UMA BRIQUETADEIRA
- + 2- UM SILO SECO
- + 3- UM SECADOR DE TAMBOR
- + 4- UM VENTILADOR DE EXAUSTÃO
- + 5- UM VENTILADOR DE TRANSPORTE
- + 6- UM SILO UMIDO OU REDLER
- + 7- UM PICADOR
- + 8- UMA PÁ CARREGADEIRA
- + 9- DOIS CAMINHÕES
- + 10- UMA FORNALHA



Picadores de madeira

Nac Briquetes®
Lenha Ecológica



AFL - Afilador
de Facas



RTL - Repicador
de Tambor



✕ Princípio

- + Reutilização do lodo gerado pelas Estações de Tratamento de Efluentes ETE`s
- + Valor expressivo em termos de poder calorífico
- + Utilização do Biogás
 - ✕ 60% metano



LODO DE ESGOTO



RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

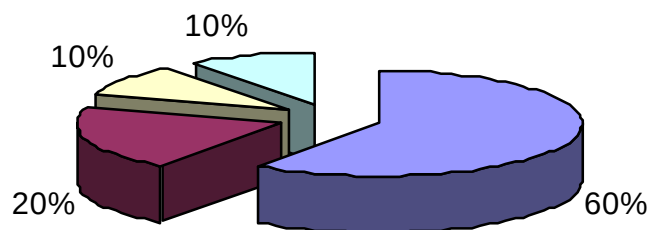
O entulho da construção civil – uma montanha diária de resíduos formada por argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc – é um grave problema para as cidades brasileiras e representa 40 a 60% do resíduo sólido urbano.



A partir de julho de 2004, pela Resolução Conama 307, as Prefeituras estão proibidas de receber os resíduos de construção e demolição no aterro sanitário. Cada município deverá ter um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Composição Média do RCC



-  Classe A = alvenaria, argamassa e concreto;
-  Classe B = solo;
-  Classe C = madeira
-  Outros = (classe A, B e C)



Média nacional = 0,5 t/habitante ano

Aproximadamente 60 % do resíduo é jogado em terrenos baldios,

PROGRAMAS DE RECICLAGEM DE ENTULHO

- PROGRAMA HABITACIONAL – TIJOLO, CASAS, SOBRADOS, PRÉDIOS
- PROGRAMA DE PAVIMENTAÇÃO – VIAS URBANAS E REGIONAIS
- PROGRAMA DE MOBILIÁRIO URBANO – BLOCOS PARA CALÇADAS, PONTOS DE ÔNIBUS, BANCOS E MESAS PARA PARQUES, CERCAS
- PROGRAMA DE DRENAGEM URBANA – MANILHAS, GUIAS, SARJETAS, BOCAS DE LOBO

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



Diferentes tipos de entulho reciclado

Máquinas

CAT 120 B
Irrigadeira

CAT D6

CAT 930



Cam. Basc.

Escavadeira Hidráulica CAT 315

Pá Carregadeira CAT 930

Escavadeira Hidráulica 150



Pontos de Entrega de Pequenos Volumes



Máquina de Britagem:



Britador



Esteira



Peneirador

Máquina de Britagem:



Central de Reciclagem de Entulho



Central de Reciclagem de Entulho
Belo Horizonte

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



Pedra 1

Pedra 2



RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



Concreto (traço 1:5)



Pedra 3



Areia

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



Tijolos



Viga de Laje

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



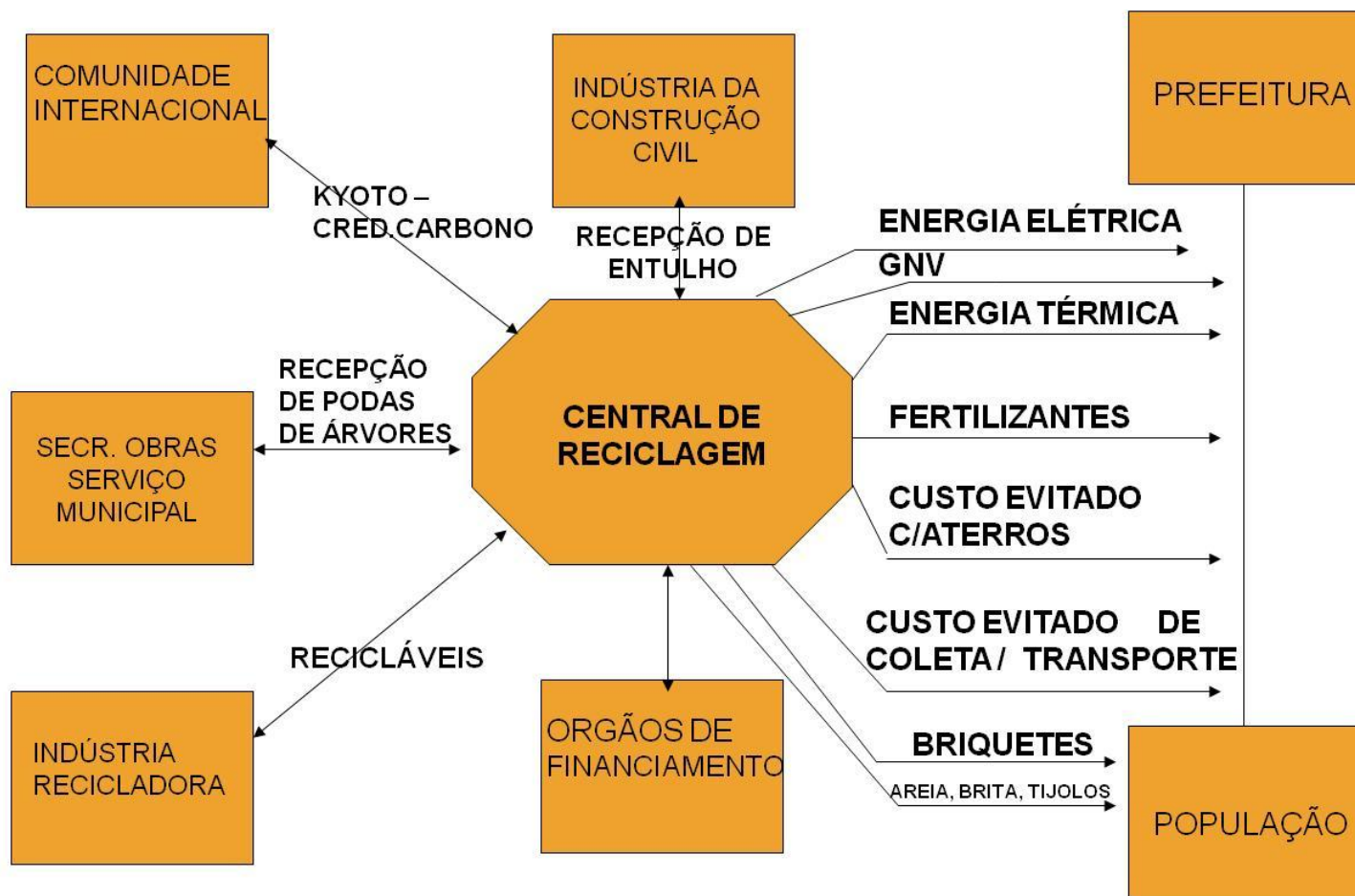
Briquetes



Meio-fio



CENTRAIS DE RECICLAGEM



INDUSTRIALIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS URBANOS CENTRAL DE RECICLAGEM INTEGRAL

1. PROGRAMA DE COLETA SELETIVA
2. ESTAÇÃO DE TRIAGEM
3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS
4. UNIDADE DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
5. BENEFICIAMENTO DE MATERIAIS (FRAÇÃO SECA)
6. UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE MATERIAL DE PODAS
7. UNIDADE DE TRATAMENTO DE REJEITOS

BENEFÍCIOS GERADOS PELA RECICLAGEM INTEGRAL DE RESÍDUOS URBANOS

1. ENERGIA ELÉTRICA
2. GNV
3. ENERGIA TÉRMICA
4. FERTILIZANTE
5. RECICLÁVEIS
6. CUSTO EVITADO COM ATERROS (PRES. E FUT.)
7. CUSTO EVITADO DE COLETA / TRANSPORTE
8. KYOTO – CRÉDITOS DE CARBONO
9. RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – AREIA, BRITA
10. RECICLAGEM DE PODAS DE ÁRVORES - BRIQUETES



sabetai@brasilambiente.com.br

**SUSTENTABILIDADE NÃO
ENCARECE, VALORIZA**