

# RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Recuperação Energética suplementa a reciclagem pois aumenta a parcela total recuperável, e contribui para a preservação dos recursos naturais.



A Recuperação Energética caminha em conjunto com a reciclagem e como tal é uma parte integrante dos processos de economia circular.



A Recuperação Energética de Resíduos é um importante contribuinte na redução do uso de combustíveis fósseis e, portanto, auxilia na mitigação das mudanças climáticas.

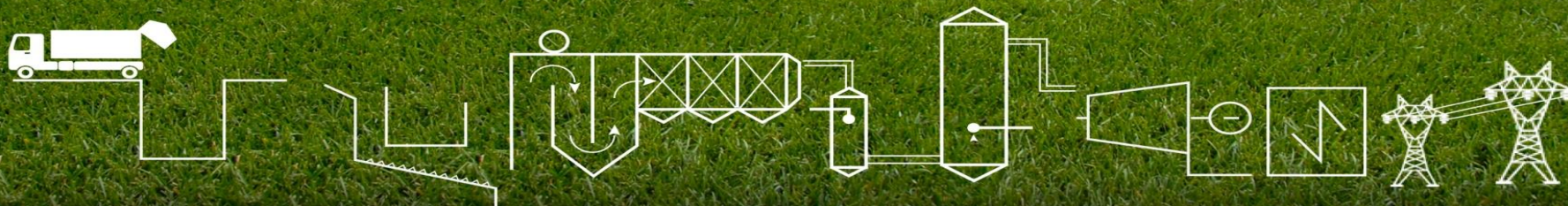


Os rejeitos do processo de reciclagem podem ser aproveitados nos processos de recuperação energética ao invés de irem para disposição no solo.



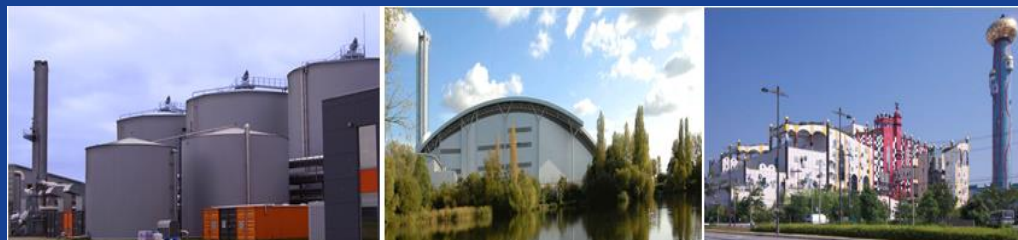
# Sistemas de Recuperação Energética

**CNI** Confederação  
Nacional  
da Indústria



# Processos mais Comuns

- Co-processamento
- Combustão (Incineração mass-burning)
- Pirólise e Gaseificação
- Digestão Anaeróbica



É também possível recuperar energia dos resíduos após o seu depósito em aterros.

As plantas de Recuperação Energética tratam os restos dos processos de separação e reciclagem, evitando que materiais poluidores sejam depositados no solo e contaminem o meio ambiente.



# Incineração

- ✓ Normalmente são referidas diretamente como recuperação energética por serem o processo mais comum.
- ✓ Sua capacidade geralmente varia entre 50.000 e 300.000 toneladas/ano
- **Combustíveis mais usados**
  - Resíduos Sólidos Urbanos (RSU);
  - Resíduos Industriais e de Grandes Geradores;
  - Combustível Derivado de Resíduo (CDR)
- **Resultados**
  - Eletricidade ou Calor – ou os dois juntos em uma Planta de Energia e Calor combinados (CHP);
  - Cinzas de fundo – é o produto da combustão, que pode ser utilizado como agregado ou material de sub-base.
  - Cinzas volantes – é o material coletado pelo sistema de controle de poluição.
- Requer um ambiente rico em oxigênio para ser possível a transformação dos resíduos em vapor, dióxido de carbono e calor
- Incineradores produzem geralmente entre 475 e 800 kWh de eletricidade por tonelada de RSU



# Gaseificação e Pirólise

- ✓ Comumente referidas como sistemas de Tratamento Térmico Avançado;
- ✓ Não há combustão completa em virtude da pouca presença ou ausência de oxigênio;
- ✓ Em geral são plantas menores e mais flexíveis do que as plantas de incineração, com uma capacidade média entre 25.000 e 150.000 t/ano de resíduos.

## ➤ Combustíveis mais usados

- Resíduos Sólidos Urbanos (RSU);
- Resíduos Industriais e de Grandes Geradores;
- Combustível Derivado de Resíduo (CDR);
- Outros materiais como madeira e biomassa.



## ✓ Resultados

- Eletricidade ou Calor – ou os dois juntos em uma Planta de Energia e Calor combinados (CHP);
- “Syngas,” que pode ser purificado para gerar biometano, biocombustíveis ou hidrogênio;
- Óleos pirolíticos, que podem ser usados como combustível de motores ou substituir o diesel;
- Matéria-prima para a indústria química, na produção de plásticos, por exemplo;
- Cinzas de fundo, carvão, ou escória, subprodutos que podem ser usados em diversas aplicações.

# Digestão Anaeróbica / Biogas

- ✓ Operam em baixas temperaturas, permitindo que os microorganismos trabalhem na matéria prima, transformando os resíduos em biogás, que é uma mistura de dióxido de carbono e metano.
- ✓ São menores do que as plantas de incineração e gaseificação.
- ✓ Indicadas para resíduos orgânicos úmidos.
- ✓ Na maioria dos casos requer pré-tratamento do resíduo para obter um material homogêneo.

## ➤ **Combustíveis mais usados**

- restos de alimentos;
- lodo de esgoto;
- resíduos de agricultura e culturas;
- alguns resíduos industriais orgânicos.

## ➤ **Resultados**

- Biogas, que pode ser usado para gerar eletricidade e calor, processos combinados são comuns em tais plantas;
- Potencial médio de geração entre 140 and 150 kWh de eletricidade;
- Biometano para distribuição na rede de gás, após limpeza e tecnologias de injeção;
- Digestato, um material que pode ser utilizado como fertilizante e condicionante de solos agriculturáveis.





# Combustível Derivado de Resíduos (CDR)

- ✓ É uma importante opção para recuperar a energia dos resíduos sólidos
- ✓ O CDR é um **combustível sólido** produzido a partir de material com potencial calorífico após processo de **separação mecânica** dos resíduos sólidos.
- ✓ A principal fonte para produção de CDR são os **rejeitos e os materiais não recicláveis** depois de processados em plantas de Tratamento Mecânico Biológico (TMB).
- ✓ Alguns resíduos industriais também são fonte para produção de CDR, como chips de madeiras, aparas plásticas, borrachas, etc.
  
- ✓ O CDR pode ser co-processado juntamente com combustíveis tradicionais, como **substituto de fonte primárias de energia**, tais como combustíveis fósseis (carvão, óleo bruto etc).
- ✓ São uma importante fonte de energia para indústrias energo intensivas, como cimento, cerâmica, termelétricas, siderurgias etc.



# Combustível Derivado de Resíduos (CDR)

## Mercado e Aplicação

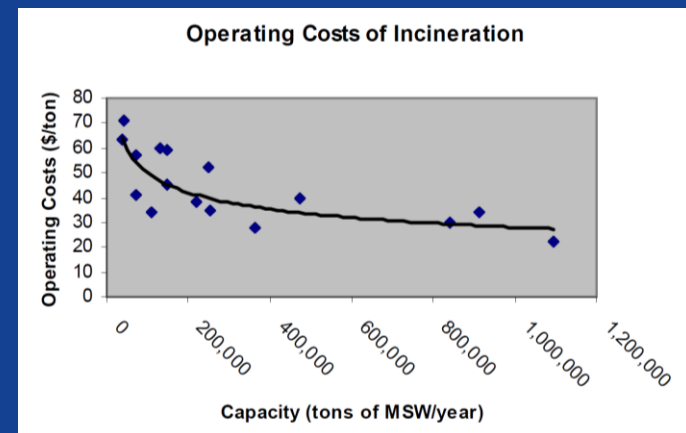
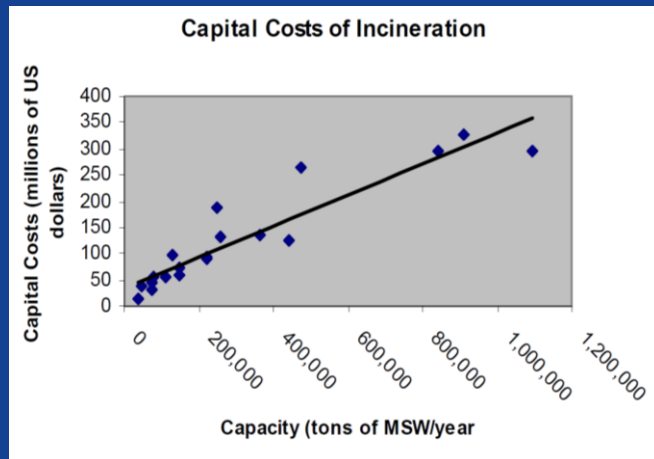
- ✓ Existe um mercado promissor global
- ✓ Mercados são altamente dependentes na garantia de fornecimento constante e com qualidade adequada para as diferentes plantas de tratamento térmico.
- ✓ Possibilidade de fornecimento próximo ao centros de consumo de energia em regiões isoladas.

## Recuperação Térmica

A produção de CDR é considerada como opção viável para a recuperação da maior parte da energia presente nos rejeitos presentes nos RSU

# Aspectos Econômicos da Recuperação Energética

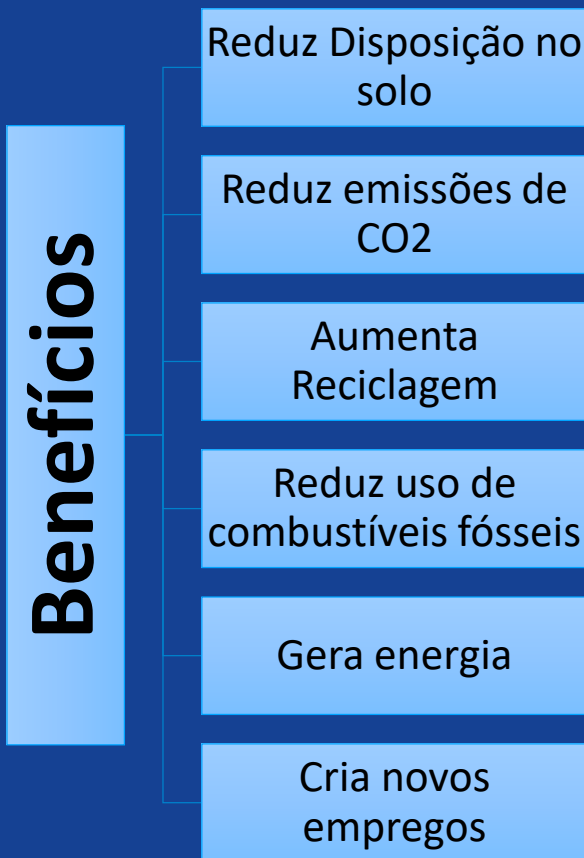
- O sucesso de qualquer projeto de recuperação energética de resíduos depende da viabilidade econômica do mesmo, para o investidor e para os usuários.
- Os custos de investimento dependem de uma série de fatores, como localização e capacidade das plantas, qualidade e poder calorífico dos resíduos, tipo de tecnologia utilizada
- Em termos de custo por tonelada, as plantas de baixa capacidade tem um custo mais elevado do que as plantas com maior tamanho.



# Aspectos Econômicos da Recuperação Energética

Tecnologia	Custo de Investimento US\$/tpa	Custo Operacional US\$/ton
Incineração	147-1,300	9-228
Gaseificação	630-1,165	35-60
Pirólise	527-520	43-47
Digestão Anaeróbica	18-650	23-178

# Prós e Contras da Recuperação Energética



# Prós e Contras da Recuperação Energética

## ✓ **Inconveniência Social**

O público, em geral, ainda não está convencido que as emissões de uma planta de WtE são seguras e livres de agentes químicos perigosos – esse receio não procede pois os sistemas de tratamento dos gases utilizados são 99,9% eficientes.

## ✓ **Custos**

Plantas de WtE demandam um alto custo de investimento.

## ✓ **Canibaliza a Reciclagem**

Há um entendimento que adotar a recuperação energética, haverá inviabilização da reciclagem, pois os materiais serão encaminhados para gerar energia – esse entendimento não procede pois a reciclagem é ação prioritária e pressuposto para boa qualidade do material que será processado na planta.



# Recuperação Energética: países em desenvolvimento

## ✓ Fatores de Influência

- Composição dos resíduos e abrangência dos serviços: afetam a viabilidade dos projetos;
- Governança, expertise técnica e recursos: precisam existir e estar disponíveis;
- Póde Calorífico: em geral é preciso adequar (ao menos 1450 kcal/kg = 6MJ/kg)

## ✓ Por onde começar?

- Produção de CDR é o caminho mais simples;
- Adoção de tecnologias de secagem de baixo custo;
- Digestão anaeróbica é acessível para a matéria orgânica, que é a maior fração;
- Desnecessidade de altos investimentos em caldeiras dedicadas.

# Barreiras para a Recuperação Energética no Brasil

- **Concorrência desleal** (e ilegal) com destinação inadequada. Ainda são muitos lixões a céu aberto.
- **Tarifas** de destinação de resíduos são muito **baixas** (US\$15-20/ton). Em plantas de WtE a tarifa mínima seria em torno de US\$70/ton.
- **Umidade elevada** dos resíduos que não atingem o poder calorífico mínimo para utilização em diversos processos.
- **Tributação elevada** nos serviços e na comercialização da energia;
- **Oposição social**, principalmente do setor informal (Movimento Catadores);
- **Custo do crédito elevado**, o que aumenta o custo dos projetos.
- **Falta de segurança jurídica** nos contratos com o Poder Público.



# OBRIGADO!

**Superintendência de Meio Ambiente e  
Sustentabilidade/CNI**

**(61) 3317-9486 ou 3317-9884**

**Superintendente: Davi Bomtempo [dbomtempo@cni.com.br](mailto:dbomtempo@cni.com.br)**

**Equipe: Wanderley Baptista [wbaptista@cni.com.br](mailto:wbaptista@cni.com.br)**

**CNI** Confederação  
Nacional  
da Indústria