

Aproveitamento da biomassa para geração de energia, parte 3

Ana Paula de Souza Silva

Palestra apresentada para alunos da 2ª série da Rede Estadual de São Paulo, no Aprofundamento de Ciências da Natureza e Ciências Humanas: “A cultura do solo: do campo à cidade” e componente “Transformação de Matéria e Energia” que foram gravadas nos estúdios Centro de Mídias da Educação de São Paulo –CMSP no dia 01 de junho de 2022 e estão acessíveis nos canais do YouTube, aplicativo CMSP e TV Cultura, canal 2.3 35 slides

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
S/A - IPT
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Cidade Universitária ou
Caixa Postal 0141 | CEP 01064-970
São Paulo | SP | Brasil | CEP 05508-901
Tel 11 3767 4374/4000 | Fax 11 3767-4099

www.ipt.br



CENTRO DE MÍDIAS DA EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Transformação de Matéria e Energia – Atividade 3 – Sistematização- Parte III

Professora Convidada: Ana Paula de Souza Silva

Professora: Viviane Leal Valentim

Aprofundamento: A cultura do solo: do campo à cidade

Unidade Curricular: O indivíduo e o Ambiente

Componente: Transformação de Matéria e Energia



Atividade 3- Sistematização- Parte III

Professora: Viviane Leal Valentim

Habilidades

EM13CNT101

EM13CNT102

INTÉRPRETE LIBRAS

**APENAS PARA ESTE
TIPO DE SLIDE
UTILIZADO EM EFAI**

Objeto de Conhecimento:
Aproveitamento da
Biomassa para a produção
da energia elétrica.

Objetivo da aula de hoje: receber uma pesquisadora do Laboratório de Bioenergia e Eficiência Energética do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo para saber mais sobre a biomassa no Brasil

INTÉRPRETE LIBRAS

LOGO TV2

LOGO TV1



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Aula: Biomassa - Parte 3

Ana Paula de Souza Silva, Engenheira Florestal, Mestre

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT

Junho 2022

INTÉRPRETE LIBRAS

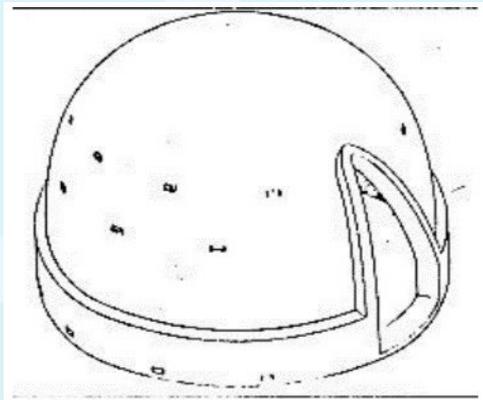
Pirólise Lenta ou Carbonização

- Conhecida como destilação seca da madeira ou carbonização
- **PROCESSO** = aquecer a madeira, normalmente entre **300 °C e 500 °C**, em ar rarefeito, até que os compostos voláteis sejam eliminados.
- O carvão proveniente da pirólise possui uma capacidade energética **DUAS VEZES MAIOR** que a madeira crua e queima em temperaturas muito mais elevadas.
- Além de gás combustível, a pirólise produz alcatrão e ácido pirolenhoso.
- Baixa concentração de oxigênio, tendem a diminuir as emissões de poluentes formados em atmosfera oxidativa, tais como as dioxinas e os furanos.

INTÉRPRETE LIBRAS

Forno de superfície rabo quente ou meia laranja: 50% da produção de carvão no Brasil

Rendimento: máximo 30% (20 a 25%).



Fonte: Pinheiro (2009)

INTÉRPRETE LIBRAS

Forno Mineirinho : Versão melhorada do rabo-quente

Rendimento: 40% (30-35%)



Fonte: Google Imagens

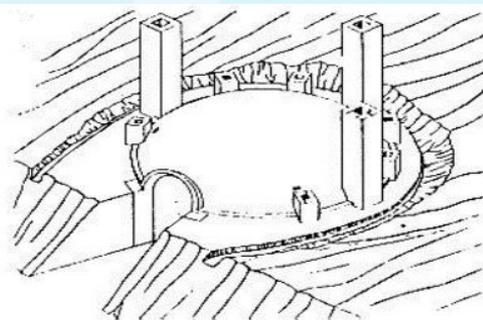
INTÉRPRETE LIBRAS

Forno de encosta ou barranco (superfície): Baixa capacidade de carga e lento resfriamento.

Rendimento máximo de 35%, (25 e 30%).



Fonte: Pinheiro (2009)



Fonte: FCTMG (1982)

INTÉRPRETE LIBRAS

Tipos de fornos de produção de carvão vegetal

Forno convencional retangular = Comporta grandes quantidades de matéria-prima. Rendimento de 27%.



Fonte: Miranda (2013).

INTÉRPRETE LIBRAS

Tipos de fornos de produção de carvão vegetal

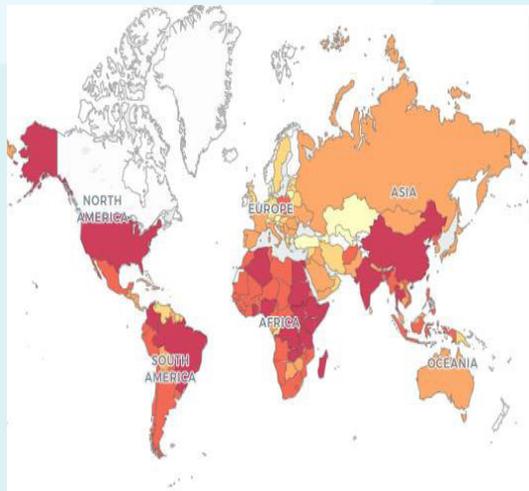
Forno convencional retangular = Comporta grandes quantidades de matéria-prima. Rendimento de 27%.



Fonte: Miranda (2013).

INTÉRPRETE LIBRAS

PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL



2017
• 5,54 milhões de toneladas
Fonte: MMA(2017).

Setor industrial: 85%
- Agente termo
reductor em
siderúrgicas

Setor
residencial :
10%
Churrasco.

Maior produtor
mundial de "aço
verde".

Fonte: FAO (2017)

- Produção mundial de carvão vegetal em 2017 : 50,6 milhões de toneladas. O Brasil é o maior produtor mundial.

INTÉRPRETE LIBRAS

Controvérsias na origem da madeira para carvão vegetal:

IBA (2017): 82% do carvão vegetal utilizado nas indústrias teve origem de florestas plantadas.

ESCOBAR (2016) o percentual de carvão produzido a partir de florestas plantadas no Brasil é de apenas 40%.



Fonte: DOM TOTAL,
(2016)(a) e
CIFLORESTAS (2016)(b)

INTÉRPRETE LIBRAS

Pela alta utilização de carvão vegetal pelas siderúrgicas, há interesse nos programas para diminuição de utilização de florestas nativas e maiores investimentos em tecnologias de maior eficiência na transformação.



Exemplo de fornos do tipo de rabo-quente e retangulares.

Fonte: DOM TOTAL, (2016)(a)
e CIFLORESTAS (2016)(b)

INTÉRPRETE LIBRAS

- Processo termoquímico que transforma sólido em líquido;
- É possível usar diferentes matérias-primas (biomassa; resíduos);
- Grande parte da pesquisa ainda está em escala fundamental;
- Processo no qual a biomassa é fragmentada usando calor em uma atmosfera sem oxigênio para gerar líquido otimizado (bio-óleo), gás e sólido (carvão);

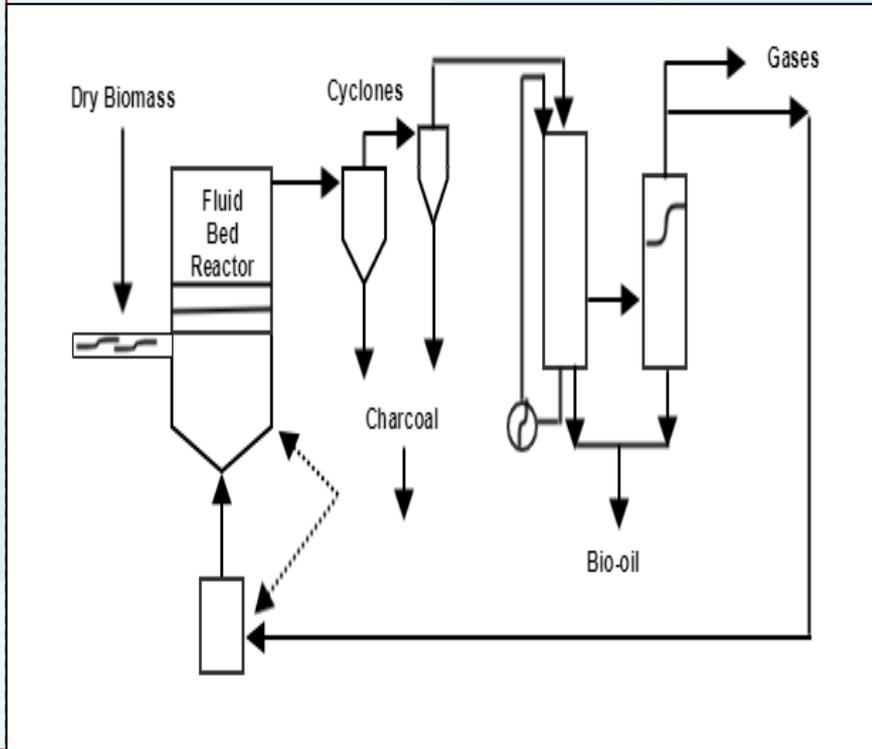
Rendimentos:

75% líquido;

12% carvão;

13% Gases (CO₂; CH₄; CO e H₂)

Fluxograma da Pirólise Rápida



- Leito Fluidizado
- Leito Fluidizado Borbulhante
- Leito Fluidizado Circulante
- Cone rotativo

Source: Adapted from Bridgwater, 2012

INTÉRPRETE LIBRAS

Fonte: Bridgwater, 2001

- Rendimento: Depende das condições de processo;
 - Líquido de coloração marrom escura;
 - Odor característico de fumaça;
 - Mistura complexa de compostos oxigenados* (+ de 200) com uma quantidade significativa de água (15 a 30%)
 - Composição química elementar próximo a da biomassa
 - Depende do equipamento;
 - Depende da eficiência na separação do carvão e na condensação;
 - Instável: pode sofrer polimerização e condensação;
 - PCI : 16MJ/Kg
- *Compostos oxigenados: ácidos, açúcares, álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, furanos, fenóis, oxigenados

INTÉRPRETE LIBRAS

Fonte: Bridgwater, 2001

- Fenóis, oxigenados mistos, guaiacóis, seringóis.

Rendimentos:

- 75% líquidos;
- 12% Finos de carvão;
- 13% Gases

INTÉRPRETE LIBRAS

Fonte: Bridgwater, 2001

Pode substituir o óleo combustível ou o diesel em aplicações estáticas: caldeiras, máquinas, fornos e turbinas; Geração da eletricidade; Vários tipos de produtos químicos:

- Agentes aromatizantes;
- Hidroxil acetaldeído;
- Resinas;
- Agroquímicos;
- Fertilizantes.



INTÉRPRETE LIBRAS

GASEIFICAÇÃO DE BIOMASSA

Texto autoral

O processo de gaseificação de combustíveis sólidos ou líquidos é um processo antigo, com o objetivo de produzir um combustível gasoso com melhores características a serem transportadas, melhor eficiência de combustão e também que possa ser usado como matéria-prima para outros processos (CENBIO, 2002) ;

Pode ser uma opção para transformar resíduos agrícolas e florestais para geração de eletricidade em larga escala e pode ser usado para grande ou pequena potência;

Pode ser uma opção importante para geração de energia em locais isolados (Coelho e Garcilasso, 2018)

INTÉRPRETE LIBRAS

GASEIFICAÇÃO DE BIOMASSA

Texto autoral

Processo termoquímico proveniente da conversão por oxidação parcial, com temperatura elevada de uma matéria-prima carbonosa, em um vetor energético gasoso (BRIDGWATER, 1995).

Os gaseificadores apresentam grandes diferenças de capacidade produtiva, temperatura, pressão, sentido dos fluxos de ar e de alimentação.

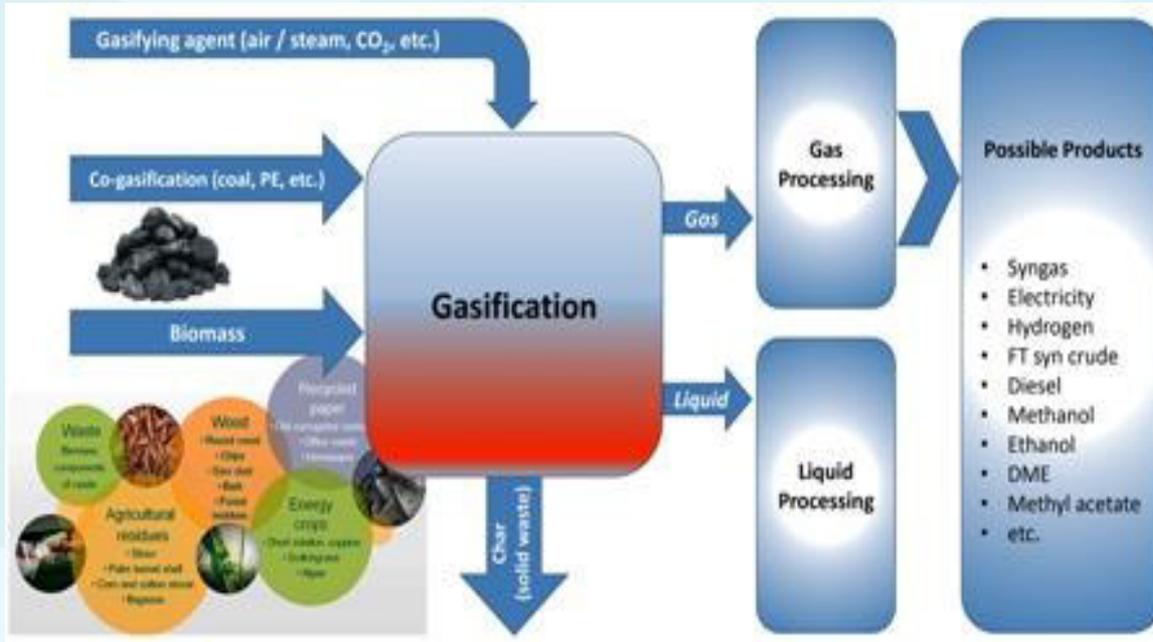
GÁS DE SÍNTESE OU SYNGAS (SYNTHETIC GAS).

É diferente da produção de biogás, sendo gerado gás metano por ação microbiológica (STASSEN, 1995).

INTÉRPRETE LIBRAS

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE GASEIFICAÇÃO

Fonte: Fazard, 2016



INTÉRPRETE LIBRAS

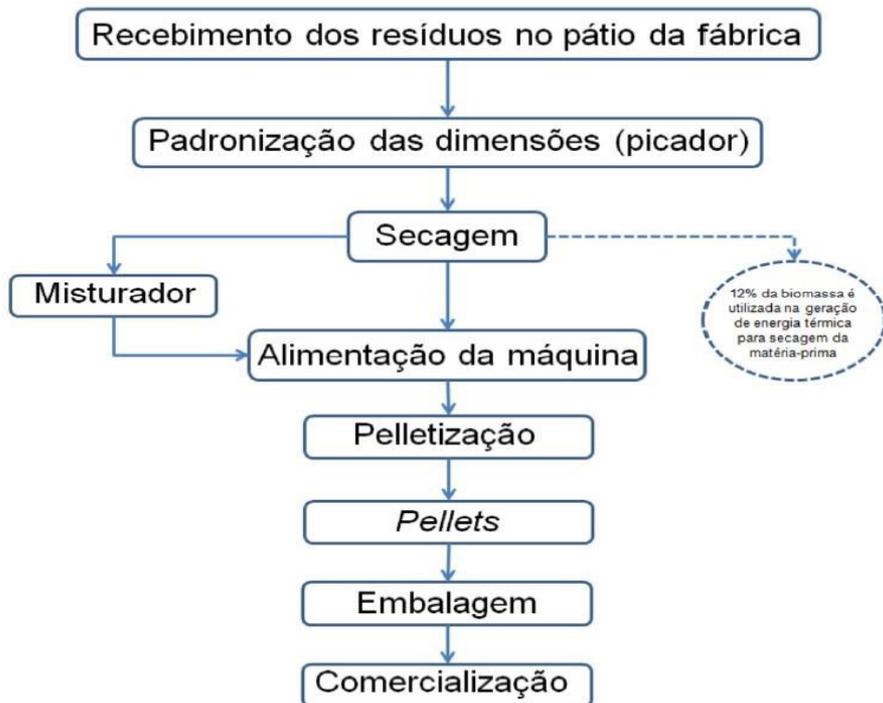
COMPACTAÇÃO DA BIOMASSA

Fonte: Escobar, 2016

- A compactação de madeira produz pellets, que são um tipo de combustível granular obtido a partir da compactação de biomassa em uma prensa de pellets.
 - Aplicação: Geração de energia térmica para aquecimento de residências ou para uso em processos industriais.
- Vantagens:
- ✓ Apresenta alta densidade com alto valor agregado de energia (PCI acima de 4600 kcal / kg);
 - ✓ Baixa umidade (entre 7 e 10%);
 - ✓ Diâmetro entre 6 e 18 mm;
 - ✓ Ter facilidade de manuseio, transporte e armazenamento, trazendo vantagens, para logística.

INTÉRPRETE LIBRAS

Fonte: Couto et al, 2004



Resíduos de madeira de biomassa vegetal , ou produção agrícola/florestal, podem ser convertidos em pellets de madeira por esmagamento e compressão.

Uniforme com teor de umidade constante 10%. Alta densidade, energia até 18 MJ/kg ou 4800 kcal, fáceis de manusear, transportar e armazenar.



Fonte: ABIPEL e https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-23032017-171758/publico/TESE_Javier_Farago_Escobar_IJEEUSP.pdf

INTÉRPRETE LIBRAS

Fonte: ABIPEL e https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-23032017-171758/publico/TESE_Javier_Farago_Escobar_IEEUSP.pdf



Volume e Transporte
de Quantidades
Equivalentes de Energia

Combustível	Poder Calorífico Inferior - PCI	
	(MJ)	(Kcal)
cavaco de madeira (kg)	13	3100
pellets de madeira (kg)	18	4800
gás natural (m³)	35	8447
etanol (l)	22	5100
óleo diesel (l)	38	9160

INTÉRPRETE LIBRAS

Texto autoral

Cogeração é a produção combinada de energia térmica e energia elétrica ou mecânica a partir de um mesmo combustível;

O termo cogeração não depende do combustível utilizado e sim do processo;
É uma das formas mais eficientes de geração de energia

INTÉRPRETE LIBRAS

Texto autoral

- A geração de eletricidade pode ser utilizada para consumo próprio;
- Excedente pode ser vendido;
- Vapor também pode ser utilizado para consumo próprio.

INTÉRPRETE LIBRAS

LOGO TV2

COGERAÇÃO - SETORES

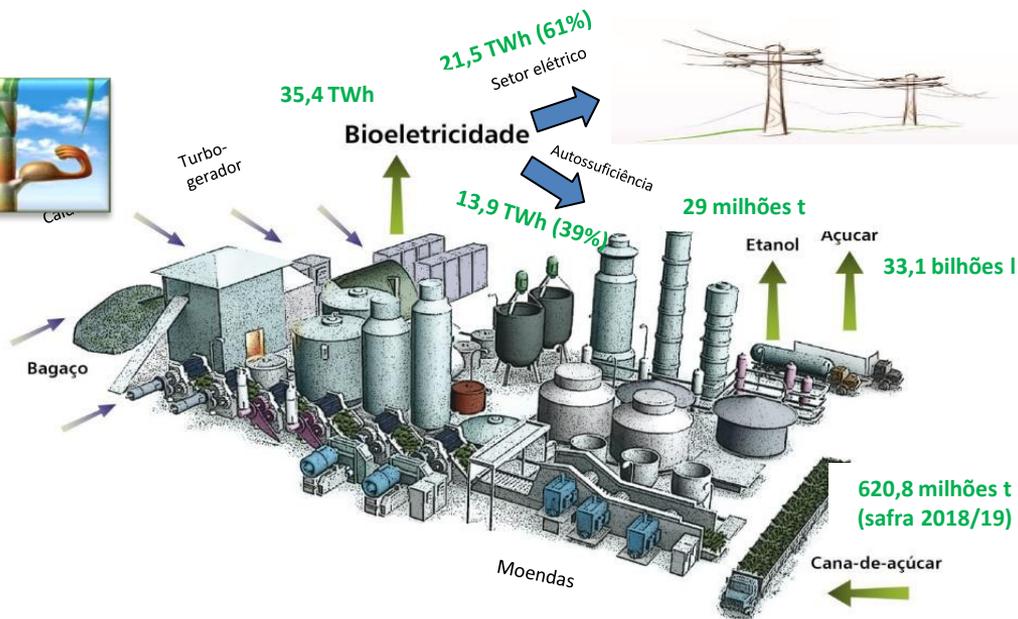
LOGO TV1

Texto autoral

Açúcar e álcool: a partir do bagaço de cana-de-açúcar;
Celulose e papel: a partir da lignina

INTÉRPRETE LIBRAS

Exemplo: A bioeletricidade em uma usina de açúcar e álcool



**1 tonelada de cana =
1,2 Barril Equivalente de
Petróleo**

250 kg bagaço (50% umidade) Fonte: CTC (2015).
280 kg palha (50% umidade)

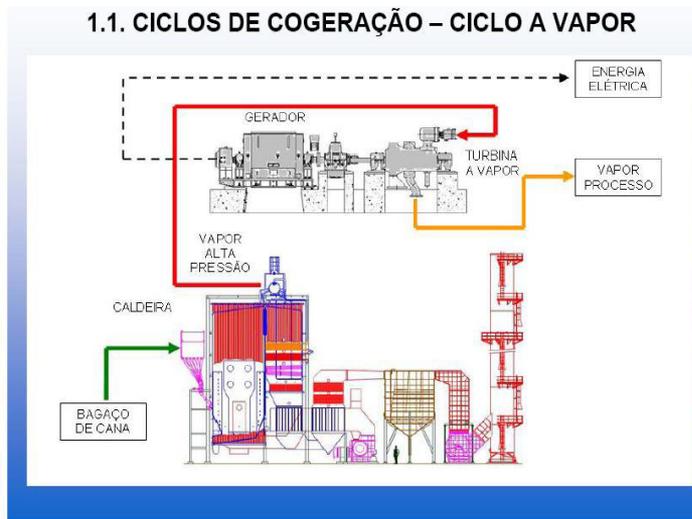
Fonte: EPE e
UNICA (2019).

INTÉRPRETE LIBRAS

Produção simultânea de energia térmica e energia elétrica a partir do uso de um combustível

Ciclo de co-geração – ciclo a vapor

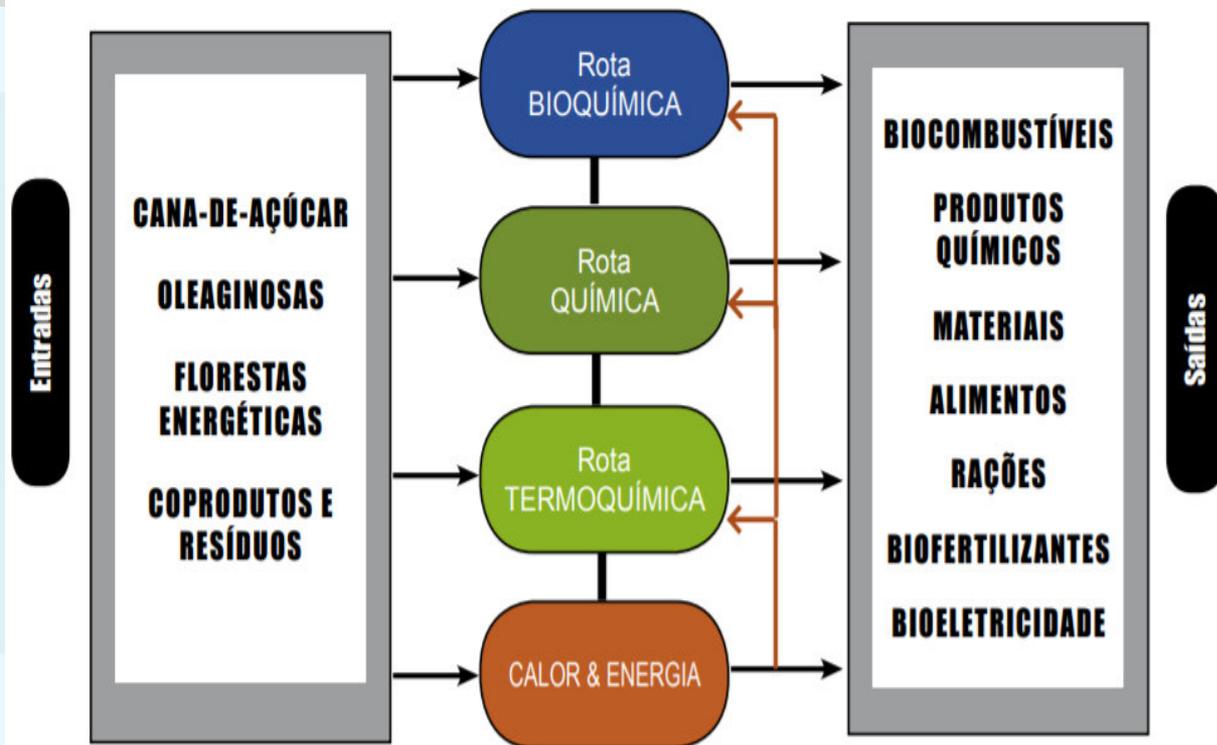
1.1. CICLOS DE COGERAÇÃO – CICLO A VAPOR



Fonte: Procknor (2008).

INTÉRPRETE LIBRAS

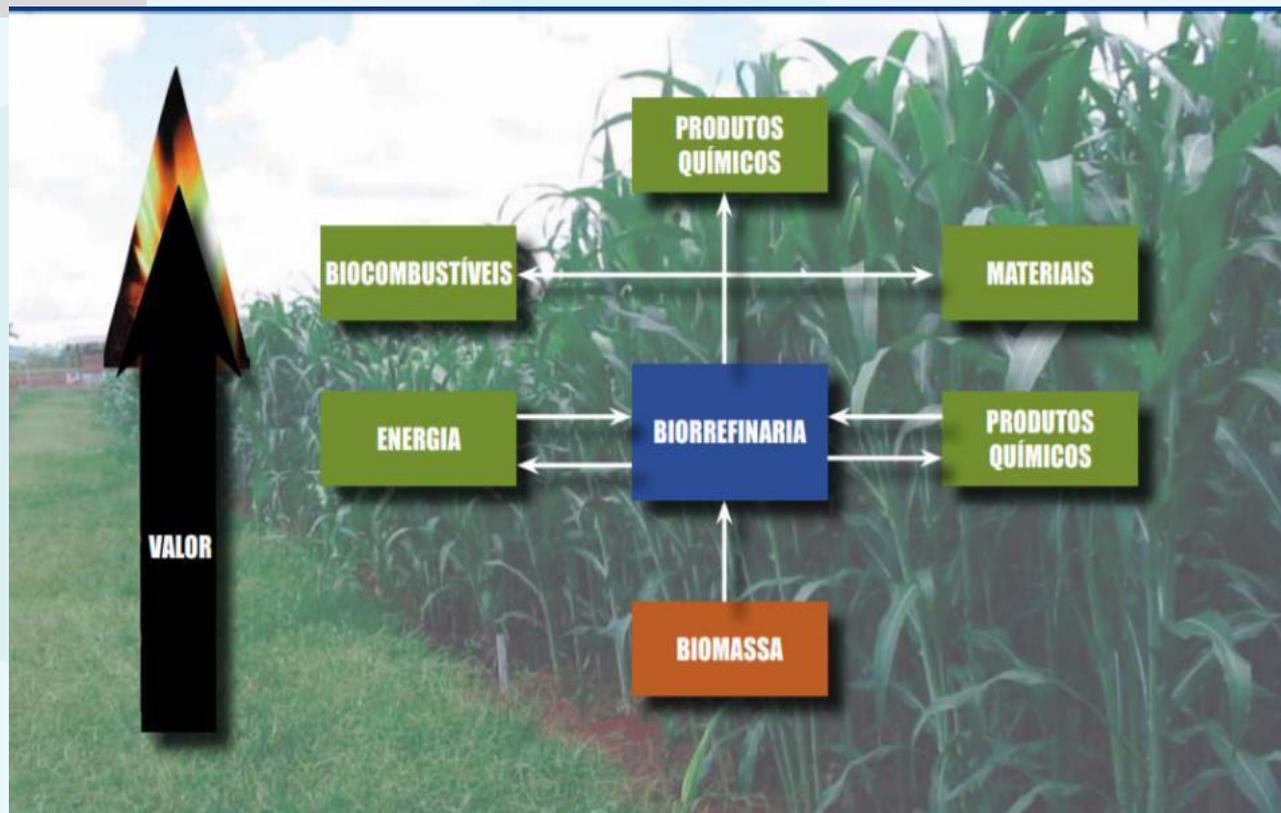
CONCEITO DE BIORREFINARIA NO CENÁRIO BRASILEIRO



Fonte: Embrapa Agroenergia

INTÉRPRETE LIBRAS

CADEIAS DE VALOR DOS PRODUTOS DA BIORREFINARIA



Fonte: Embrapa Agroenergia

INTÉRPRETE LIBRAS

LOGO TV2

EXEMPLOS DE BIORREFINARIAS

LOGO TV1

Texto autoral

- Indústrias de celulose e papel;
- Usinas de etanol e açúcar;
- Usinas de biodiesel

INTÉRPRETE LIBRAS

LOGO TV2

ATÉ A PRÓXIMA

LOGO TV1

Obrigada 😊
Contato: apaula@ipt.br
Fone: 11-3767.4534

INTÉRPRETE LIBRAS

LOGO TV2

AGORA É COM VOCÊS

LOGO TV1

Anote em seu caderno as principais ideias e o que compreendeu como mais relevante.

INTÉRPRETE LIBRAS

O QUE APRENDEMOS?

Conhecemos alguns dados da matriz energética brasileira

O QUE VEM POR AÍ?

Vamos utilizar um simulador de custo de produção energética

compartilha

#cmsp

curtiu?



INTÉRPRETE LIBRAS