

# ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA

## ESTUDO MERCADO REGIÃO NORDESTE BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR

## 2025



### BIOMASSA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA SUPRIMENTO E DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL

### BIORREFINARIAS BIOENERGIA CAPTURA CARBONO BIOCHAR BIOMETANO HIDROGÊNIO PELLETS

E  
D  
I  
T  
O  
R  
A  
  
B  
R  
A  
S  
I  
L  
  
B  
I  
O  
M  
A  
S  
S  
A

# SUMÁRIO EXECUTIVO

ESTUDO DE MERCADO REGIÃO NORDESTE BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR

ENERGIA SUPRIMENTO DESCARBONIZAÇÃO BIORREFINARIAS

BIOENERGIA BIOCHAR BIOMETANO HIDROGÊNIO BIOPELLETS

INTRODUÇÃO.....	44
I. Objetivo do Estudo de Mercado.....	45
II. Metodologia de Pesquisa de Mercado.....	50
III. Métodos de Coleta de dados.....	55
IV. Recursos de Pesquisa Secundária.....	56

V.	Recursos de Pesquisa Primária.....	59
VI.	Escopo do Estudo de Mercado.....	61
VII.	Composição do Estudo de Mercado de Biomassa.....	66
VIII.	Mercado de Biomassa por Setor para Geração de Energia.....	70
IX.	Premissas Fundamentais do Mercado Brasileiro.....	71
X.	Objetivos Específicos do Estudo de Mercado.....	74
XI.	Declarações Prospectivas.....	76
XII.	Apresentação do Estudo de Mercado Biomassa e Energia.....	78

## CAPÍTULO I SETOR SUCROENERGÉTICO BRASILEIRO..... 90

### Seção 1 Setor Sucroenergético.....90

#### 1.1. Panorama do Setor Sucroenergético Brasileiro

##### 1.1.1. Projeções de Dados de Produção Cana-de-açúcar Safra 2024/25

##### 1.1.2. Regiões Produtoras da Cana-de-açúcar

##### 1.1.3. Produtividade Nacional Lavouras de Cana-de-açúcar

##### 1.1.4. Importância Econômica da Cana-de-açúcar

<b>Seção 2 Cana-de-Açúcar e Cana Energia.....</b>	<b>80</b>
1.2. Classificação da Cana-de-açúcar	
1.2.1. Características das Espécies da Cana-de-açúcar	
1.2.2. Variedades Comerciais de Cana-de-açúcar	
1.2.3. Morfologia da Cana-de-açúcar	
1.2.4. Diretrizes Gerais da Cana Energia	
<b>Seção 3 Sistema de Colheita da Cana-de-Açúcar.....</b>	<b>95</b>
1.3. Colheita da Cana-de-açúcar	
1.3.1 Colheita manual da Cana-de-açúcar	
1.3.2 Colheita mecanizada da Cana-de-açúcar	
1.3.3. Processamento da Cana-de-açúcar	
1.3.4. Qualidade da Cana-de-açúcar	
1.3.5. Importância da Qualidade da Cana para a Eficiência Industrial	
<b>CAPÍTULO II DADOS EMPRESARIAIS SETOR CANA-DE-AÇÚCAR.....</b>	<b>120</b>
<b>Seção 1 Dados Empresariais do Setor Cultivo da Cana-de-açúcar.....</b>	<b>120</b>

## 2.1. Mercado Empresas de Cultivo da Cana-de-açúcar

### 2.1.1. Empresas no Brasil que atuam no cultivo da cana-de-açúcar

### 2.1.2. Macrolocalização e Mercado do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

### 2.1.3. Diagnóstico do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar - Mercado Empresarial

#### 2.1.3.1. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

#### 2.1.3.2. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar por Estados

#### 2.1.3.3. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar Maiores Municípios

#### 2.1.3.4. Dados Societários das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

#### 2.1.3.5. Porte Empresarial das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

#### 2.1.3.6. Regime tributário das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

#### 2.1.3.7. Tempo de Abertura das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

#### 2.1.3.8. Capital Social das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

#### 2.1.3.9. Dados de Faturamento das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

#### 2.1.3.10. Dados de Trabalho das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar

## Seção 2 Dados Empresariais Setor Processamento da Cana-de-açúcar.....135

## 2.2. Mercado Empresas de Processamento da Cana-de-açúcar

### 2.2.1. Empresas no Brasil que atuam no Processamento da cana-de-açúcar

- 2.2.2. Macrolocalização e Mercado do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar
- 2.2.3. Diagnóstico do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar - Mercado Empresarial
  - 2.2.3.1. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar
  - 2.2.3.2. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar por Estados
  - 2.2.3.3. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar Maiores Municípios
  - 2.2.3.4. Dados Societários das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar
  - 2.2.3.5. Porte Empresarial das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar
  - 2.2.3.6. Regime tributário das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar
  - 2.2.3.7. Tempo de Abertura das Empresas do Setor Processamento da Cana-de-açúcar
  - 2.2.3.8. Capital Social das Empresas do Setor Processamento da Cana-de-açúcar
  - 2.2.3.9. Dados de Faturamento das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar
  - 2.2.3.10. Dados de Trabalho das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar

**CAPÍTULO III DADOS PRODUÇÃO CANA-DE-AÇÚCAR.....150**

**Seção 1 Área Plantada da Cana-de-açúcar.....150**

**3.1. Área Plantada da Cana-de-açúcar Safra 2024/25 no Brasil**

- 3.1.1.2. Área Plantada da Cana-de-açúcar na Região Nordeste
  - 3.1.1.2.1. Área Plantada da Cana-de-açúcar no Estado do Maranhão
  - 3.1.1.2.2. Área Plantada da Cana-de-açúcar no Estado do Piauí
  - 3.1.1.2.3. Área Plantada da Cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte
  - 3.1.1.2.4. Área Plantada da Cana-de-açúcar no Estado da Paraíba
  - 3.1.1.2.5. Área Plantada da Cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco
  - 3.1.1.2.6. Área Plantada da Cana-de-açúcar no Estado de Alagoas
  - 3.1.1.2.7. Área Plantada da Cana-de-açúcar no Estado de Sergipe
  - 3.1.1.2.8. Área Plantada da Cana-de-açúcar no Estado da Bahia

## Seção 2 Produção de Cana-de-açúcar.....170

- 3.2. Produção de Cana-de-açúcar Safra 2024/25 no Brasil
  - 3.2.1.2. Produção de Cana-de-açúcar na Região Nordeste
    - 3.2.1.2.1. Produção de Cana-de-açúcar no Estado do Maranhão
    - 3.2.1.2.2. Produção de Cana-de-açúcar no Estado do Piauí
    - 3.2.1.2.3. Produção de Cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte
    - 3.2.1.2.4. Produção de Cana-de-açúcar no Estado da Paraíba
    - 3.2.1.2.5. Produção de Cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco

3.2.1.2.6. Produção de Cana-de-açúcar no Estado de Alagoas

3.2.1.2.7. Produção de Cana-de-açúcar no Estado de Sergipe

3.2.1.2.8. Produção de Cana-de-açúcar no Estado da Bahia

## Seção 3 Produção de Etanol.....200

3.3. Produção de Etanol Safra 2024/25 no Brasil

3.3.1.2. Produção de Etanol na Região Nordeste

3.3.1.2.1. Produção de Etanol no Estado do Maranhão

3.3.1.2.2. Produção de Etanol no Estado do Piauí

3.3.1.2.3. Produção de Etanol no Estado do Rio Grande do Norte

3.3.1.2.4. Produção de Etanol no Estado da Paraíba

3.3.1.2.5. Produção de Etanol no Estado de Pernambuco

3.3.1.2.6. Produção de Etanol no Estado de Alagoas

3.3.1.2.7. Produção de Etanol no Estado de Sergipe

3.3.1.2.8. Produção de Etanol no Estado da Bahia

## Seção 4 Pontas e Palhiço da Cana-de-açúcar.....225

3.4. Pontas e Palhiço da Cana-de-açúcar



3.4.1. Composição Físico-química do Palhiço da Cana-de-açúcar	
3.4.2. Metodologia de Cálculo da Biomassa do Palhiço da Cana-de-açúcar	
3.4.3. Quantitativo da Biomassa do Palhiço da Cana-de-açúcar no Brasil	
3.4.4. Descritivo do Quantitativo de Biomassa do Palhiço da Cana-de-açúcar por Regiões e Estados	
<b>Seção 5 Bagaço da Cana-de-açúcar.....</b>	<b>240</b>
3.5. Bagaço da Cana-de-açúcar	
3.5.1. Composição Físico-química do Bagaço da Cana-de-açúcar	
3.5.2. Metodologia de Cálculo da Biomassa do Bagaço da Cana-de-açúcar	
3.5.3. Quantitativo da Biomassa do Bagaço da Cana-de-açúcar no Brasil	
3.5.4. Descritivo do Quantitativo de Biomassa do Bagaço da Cana-de-açúcar por Regiões e Estados	
<b>Seção 6 Vinhaça da Cana-de-açúcar.....</b>	<b>255</b>
3.6. Vinhaça da Cana-de-açúcar	
3.6.1. Composição Físico-química do Vinhaça da Cana-de-açúcar	
3.6.2. Metodologia de Cálculo da Biomassa da Vinhaça da Cana-de-açúcar	
3.6.3. Quantitativo da Biomassa da Vinhaça da Cana-de-açúcar no Brasil	
3.6.4. Descritivo do Quantitativo de Biomassa da Vinhaça da Cana-de-açúcar por Regiões e Estados	

<b>Seção 7 Outros Resíduos da Cana-de-açúcar.....</b>	<b>270</b>
3.7. Resíduos gerais da Cana-de-açúcar	
3.7.1. Água de Lavagem da Cana-de-açúcar	
3.7.1.1. Quantitativo da Biomassa da Água de Lavagem da Cana-de-açúcar no Brasil	
3.7.2. Torta de Filtro da Cana-de-açúcar	
3.7.2.1. Quantitativo da Biomassa da Torta de Filtro da Cana-de-açúcar no Brasil	
3.7.3. Cinzas e Fuligem da Caldeira Industrial	
3.7.4. Óleo Fúsel	
3.7.5. Levedura Seca	
<b>Seção 8 Produção e Disponibilidade de Resíduos da Cana-de-açúcar.....</b>	<b>280</b>
3.8. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar na Região Nordeste	
3.8.4. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Alagoas	
3.8.4.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar	
3.8.4.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar	
3.8.4.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar	
3.8.5. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado da Bahia	

- 3.8.5.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
- 3.8.5.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
- 3.8.5.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 3.8.6. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Maranhão
  - 3.8.6.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 3.8.6.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 3.8.6.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 3.8.7. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado da Paraíba
  - 3.8.7.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 3.8.7.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 3.8.7.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 3.8.8. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco
  - 3.8.8.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 3.8.8.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 3.8.8.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 3.8.9. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Piauí
  - 3.8.9.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 3.8.9.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar

- 3.8.9.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 3.8.10. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte
  - 3.8.10.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 3.8.10.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 3.8.10.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 3.8.11. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado de Sergipe
  - 3.8.11.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 3.8.11.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 3.8.11.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar

## SEÇÃO 9 Rotas de Conversão de Biomassa da Cana-de-açúcar. ....350

- 3.9. Rotas de Conversão da Biomassa da Cana-de-açúcar
  - 3.9.1. Palhiço da cana-de-açúcar: uma nova biomassa
    - 3.9.1.1. Recolhimento e processamento do palhiço
    - 3.9.1.2. Recolhimento e Processamento do Palhiço da Cana-de-açúcar
    - 3.9.1.3. Processamento do Palhiço Enfardado
    - 3.9.1.4 Sistemas de Limpeza da Cana-de-açúcar a Seco
    - 3.9.1.5. Queima de Palhiço e Bagaço

- 3.9.1.6. Composição Química do Palhiço da Cana-de-açúcar
- 3.9.1.7. Impactos do palhiço na operação das caldeiras
- 3.9.1.8. Formação de depósitos e incrustações nas caldeiras de biomassa
- 3.9.1.9. Sistemas de Lavagem e Drenagem do palhiço
- 3.9.1.10. Uso de moendas no processamento do palhiço
- 3.9.1.11. Estudos de Lixiviação do Palhiço em Escala de Bancada
- 3.9.1.12. Processamento do Palhiço
- 3.9.2 Pré-Tratamento e Preparação da Biomassa de Cana-de-açúcar
  - 3.9.2.1 Pré-tratamento da Térmico
  - 3.9.2.2 Pré-tratamento por explosão de vapor
  - 3.9.2.3 Pré-tratamento por micro-ondas
  - 3.9.2.4. Pré-tratamento por água quente líquida.
  - 3.9.2.5. Outros tipos de pré-tratamentos da biomassa do Cana-de-açúcar
    - 3.9.2.5.1. Tratamento por Lavagem
    - 3.9.2.5.2. Tecnologia de Lavagem
    - 3.9.2.5.3. Efeito da Lavagem nas Propriedades
    - 3.9.2.5.4. Lavagem do Palhiço da Cana-de-açúcar
    - 3.9.2.5.5. Sistema de lavagem das partículas de Cana-de-açúcar

- 3.9.2.5.6. Propriedades dos Líquidos residuais
- 3.9.2.5.7. Propriedades da Biomassa lavada
- 3.9.2.5.8. Teor de cloro nos componentes da biomassa de Cana-de-açúcar
- 3.9.2.5.9. Teor de cloro nas partículas da Biomassa Cana-de-açúcar após a lavagem
- 3.9.2.5.10. Cloro presente no líquido residual da lavagem
- 3.9.3 Secagem da Biomassa de Cana-de-açúcar
  - 3.9.3.1. Secadores de Tambores Rotativo
  - 3.9.3.2. Secadores de Pás de Biomassa
  - 3.9.3.3. Secadores de Leito Fluidizado de biomassa
  - 3.9.3.4. Secador de Esteira de Biomassa
  - 3.9.3.5. Secadores de Bandeja
  - 3.9.3.6. Secadores Flash.
  - 3.9.3.7. Secadores de Vapor Superaquecido
  - 3.9.3.8. Secadores de Cascata
  - 3.9.3.9. Principais Componentes de um Secador de Biomassa.
  - 3.9.3.10. Critérios de Seleção de Secador de Biomassa
- 3.9.4. Moagem da Biomassa da Cana-de-açúcar

## Seção 10 Projeções Brasil 2025/2050 Biomassa da Cana-de-açúcar.....530

### 3.10. Perspectiva Futura Biomassa da Cana-de-açúcar para Energia

#### 3.10.1. Projeções de Produção e Consumo de Biomassa da Cana-de-açúcar

#### 3.10.2. Resultado Final da Disponibilidade Total da Cana-de-açúcar no Brasil

#### 3.10.3. Projeções de Disponibilidade de Biomassa da Cana-de-açúcar no curto prazo (2025-2030)

#### 3.10.4. Projeções de Disponibilidade de Biomassa da Cana-de-açúcar no Médio Prazo (2030-2040)

#### 3.10.5. Projeções de Disponibilidade de Biomassa da Cana-de-açúcar no Longo Prazo (2040/2050)

#### 3.10.6. Disponibilidade Futura de Recursos de Biomassa Florestal e da Madeira no Brasil

#### 3.10.7. Cenários Futuros e do Potencial e de Disponibilidade da Biomassa Cana-de-açúcar

#### 3.10.8. Oportunidades Aumento Produção Biomassa Cana-de-açúcar no Brasil

#### 3.10.9. Princípios de Melhor Utilização da Biomassa da Cana-de-açúcar

#### 3.10.10. Biomassa e Emissões Líquidas Zero

#### 3.10.11. Utilização da Biomassa Brasil até 2050 (visão a longo prazo)

#### 3.10.12. Cenário 1 para 2050: Alta Eletrificação

#### 3.10.13. Cenário 2 para 2050: Alto Recurso

#### 3.10.14. Cenário 3 para 2050: Alta inovação

<b>CAPÍTULO 4 SUPRIMENTO ENERGÉTICO BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR.....</b>	<b>555</b>
<b>Seção 1 Suprimento Energético Biomassa Cana-de-açúcar.....</b>	<b>556</b>
4.1. Cadeia de Suprimento Energético de Biomassa da Cana-de-açúcar	
4.1.1. Otimização da Cadeia de Suprimentos de Biomassa	
4.1.2. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos	
4.1.3. Abordagem de Projeção da Cadeia de Suprimento de Biomassa	
4.1.4. Modelo de Sistema de Fornecimento	
4.1.5. Estratégias de Aquisição de Biomassa	
4.1.6. Cooperação e Negociação em Cadeias de Fornecimento de Biomassa	
4.1.7. Custo de Matéria-prima e de Logística na Cadeia de Suprimento	
4.1.8. Comparativo Energético e dos Custos de Biomassa	
4.1.9. Requisitos Fornecimento Biomassa Suprimento Energético	
4.1.10. Diretrizes de Abastecimento de Biomassa	
4.1.11. Previsão de matéria-prima, Demanda e Concorrência de Mercado	
4.1.12. Logística e Planejamento de Estoque	
4.1.13. Rastreamento da Cadeia de Suprimento de Biomassa	
4.1.14. Correspondência de Combustível e Tecnologia da Caldeira Industrial	



- 4.1.15. Simulação e Análise de Cenários para Planejamento Futuro
- 4.1.16. Hubs e Canais de Compra e Distribuição
- 4.1.17. Avaliação e o Custo Ambiental e de Emissões CO2
- 4.1.18. Avaliação de Sustentabilidade de Cadeias de Fornecimento de Biomassa para Energia
- 4.1.19. Avaliação e Gestão de Riscos em Cadeias de Fornecimento de Biomassa
- 4.1.20. Riscos do Suprimento de Biomassa
- 4.1.21. Estratégias de Mitigação dos Riscos de Suprimento de Biomassa
- 4.1.22. Categorização dos Riscos da Cadeia de Abastecimento de Biomassa
- 4.1.23. Estratégias de Mitigação de Riscos da Cadeia de Suprimentos de Biomassa

## **CAPÍTULO 5 ESTRATÉGIAS ENERGÉTICAS DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL BIOMASSA... 610**

### **Seção 1 Mercado de Consumo Biomassa.....611**

- 5.1. Mercado Brasileiro Consumo Energético de Biomassa da Cana-de-açúcar
  - 5.1.1. Dados Gerais da Biomassa para Geração de Energia
  - 5.1.2. Conjuntura Econômica dos Setores Consumidores de Energia
    - 5.1.2.1. Agroindustrial
    - 5.1.2.2. Industrial

5.1.2.3. Energia

5.1.2.4. Indústria de Transformação

5.1.2.5. Grandes consumidores de Biomassa e Energia

**Seção 2 Mercado de Energia e Consumo Biomassa Cana-de-açúcar.....619**

5.2. Mercado de Energia no Brasil

5.2.1. Projeção Consolidada do Consumo Final por Fonte

5.2.2. Energia elétrica

5.2.3. Projeção do consumo

5.2.4. Aumento Demanda Nacional Energia

5.2.4.1. Participação de Fontes Renováveis

5.2.5. Cogeração de Energia com Biomassa da Cana-de-açúcar

5.2.6. Dados energéticos

5.2.7.. Mercado de Biomassa para Geração de Energia no Brasil

5.2.8. Estimativa da demanda de biomassa para produção de energia térmica em substituição combustíveis fósseis

5.2.9. Análise da matriz energética do setor industrial e substituição dos combustíveis não renováveis pela biomassa

5.2.10. Diagnóstico de Uso e Consumo da biomassa na produção de energia térmica SWOT

- 5.2.10.1. Pontos fortes
- 5.2.10.2. Pontos fracos
- 5.2.10.3. Oportunidades
- 5.2.10.4. Ameaças

## Seção 3 Biomassa Cana-de-açúcar para Descarbonização Industrial.....640

### 5.3. Introdução

#### 5.3.1. COP 26 e 28 e Descarbonização Industrial pela Biomassa da Cana-de-açúcar

#### 5.3.2. Descarbonização Industrial

#### 5.3.3. Descarbonização de Substituição Gás Natural GLP por Biomassa da Cana-de-açúcar

##### 5.3.3.1. Diretrizes Gerais do Gás natural

#### 5.3.4. Descarbonização Industrial Mundial

##### 5.3.4.1. Visão Geral Mundial da Descarbonização industrial

#### 5.3.5. Setores Industriais Intensivos em Energia

##### 5.3.5.1. Eficiência Energética

##### 5.3.5.2. Troca de Combustível

#### 5.3.6. Abordagens Disponíveis para a Descarbonização da Indústria

- 5.3.6.1. Troca de Combustível e Eletrificação com uso da Biomassa da Cana-de-açúcar
- 5.3.7. Redução da Demanda e Potencial de Eficiência Energética de Setores Intensivos em Energia
- 5.3.8. Descarbonização Industrial com Uso da Biomassa da Cana-de-açúcar da Cana-de-açúcar
- 5.3.8.1. Desafios do uso da Biomassa da Cana-de-açúcar para Descarbonizar a Indústria

## Seção 4 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias de Alumínio .....675

### 5.4. Indústria de Alumínio

#### 5.4.1. Emissões CO2 Indústrias de Alumínio

#### 5.4.2. Eletrificação do setor industrial de Alumínio

#### 5.4.3. Bioeletricidade Biomassa para Descarbonização Indústrias de Alumínio

## Seção 5 Descarbonização Energética com Biomassa Indústrias Amônia Fertilizantes .....685

### 5.5. Indústria de Amônia

#### 5.5.1. Emissões CO2 Indústrias de Amônia

#### 5.5.2. Eletrificação do setor industrial de Amônia

#### 5.5.3. Bioeletricidade Biomassa para Descarbonização Indústrias de Amônia

**Seção 6 Descarbonização Energética com Biomassa Industrial Avicultura. ....695**

5.6 Indústria de Avicultura e Abate de Aves

5.6.1. Emissões CO2 Indústrias de Avicultura

5.6.2. Eletrificação do setor industrial de Avicultura

5.6.3. Bioeletricidade Biomassa para Descarbonização Indústrias de Avicultura

**Seção 7 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias Cerâmicas .....705**

5.7. Indústria Cerâmica

5.7.1. Emissões CO2 Indústria Cerâmica

5.7.2. Eletrificação do setor industrial das Cerâmica

5.7.3. Bioeletricidade Biomassa para Descarbonização Indústria Cerâmica

**Seção 8 Descarbonização Energética com Biomassanas Indústrias Cervejaria ..... 715**

5.8. Indústria Cervejeira

5.8.1. Emissões CO2 Indústria Cervejeira

5.8.2. Eletrificação do setor industrial da Cervejaria

5.8.3. Bioeletricidade Biomassa para Descarbonização Indústria Cervejeira

**Seção 9 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias de Cimentos .....725**

5.9. Indústria Cimenteira

5.9.1. Emissões CO2 Indústrias de Cimentos

5.9.2. Eletrificação do setor industrial de Cimento

5.9.3. Bioeletricidade Biomassa para Descarbonização Indústrias de Cimentos

**Seção 10 Descarbonização Energética com Biomassa nas Cooperativas de Grãos .....735**

5.10. Industrial – Cooperativas de Grãos

5.10.1. Emissões CO2 Cooperativas de Grãos

5.10.2. Eletrificação do setor das Cooperativas

5.10.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização das cooperativas

**Seção 11 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias Extrativa .....745**

5.11. Indústria Extrativa

5.11.1. Emissões CO2 indústria Extrativa

5.11.2. Eletrificação do setor industrial Extrativa

5.11.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização industrial da indústria Extrativa

**Seção 12 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias Farmacêutica ..... 755**

5.12. Indústria Farmacêutica

5.12.1. Emissões CO2 indústria farmacêutica

5.12.2. Eletrificação do setor industrial da Farmacêutica

5.12.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização Indústrias Farmacêutica

**Seção 13 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias de Frigoríficos. .... .765**

5.13. Indústria de Proteína Animal – Frigoríficos

5.13.1. Emissões CO2 indústrias de proteína animal – Frigoríficos

5.13.2. Eletrificação do setor industrial proteína animal – Frigoríficos

5.13.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização industrial proteína animal - Frigoríficos

**Seção 14 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias de Laticínios ..... 775**

5.14. Indústria Laticínios

5.14.1. Emissões CO2 indústrias de Laticínios

5.14.2. Eletrificação do setor industrial Laticínios

5.14.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização Indústrias de Laticínios

**Seção 15 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias Papel e Celulose. ....785**

5.15. Indústria Papel e Celulose

5.15.1. Emissões CO2 indústria de Papel e Celulose

5.15.2. Eletrificação do setor industrial de Papel e Celulose

5.15.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização Indústrias de Papel e Celulose

**Seção 16 Descarbonização Energética com Biomassa no Setor Petroquímico ..... 795**

5.16. Indústria Petroquímica

5.16.1. Emissões CO2 indústria Petroquímico

5.16.2. Eletrificação do setor industrial Petroquímico

5.16.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização industrial Petroquímico

**Seção 17 Descarbonização Energética Biomassa Indústrias Processamento Milho e Soja.....805**

5.17. Indústria Processamento Milho e Soja

5.17.1. Emissões CO2 indústria de Processamento Milho e Soja

5.17.2. Eletrificação do setor industrial de Processamento Milho e Soja

5.17.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização industrial de Processamento Milho e Soja



**Seção 18 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias Químicas ..... 815**

**5.18. Indústria Química**

**5.18.1. Emissões CO2 indústria Químico**

**5.18.2. Eletrificação do setor industrial Químico**

**5.18.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização Indústrias Químicas**

**Seção 19 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias Siderúrgicas ..... 825**

**5.19. Indústria Siderúrgica**

**5.19.1. Emissões CO2 indústria de Siderúrgica**

**5.19.2. Eletrificação do setor industrial das Siderúrgica**

**5.19.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização Indústrias Siderúrgicas**

**Seção 20 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias Têxtil..... 835**

**5.20. Indústria Têxtil**

**5.20.1. Emissões CO2 indústria Têxtil**

**5.20.2. Eletrificação do setor industrial Têxtil**

**5.20.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização Indústrias Têxtil**

Seção 21 Descarbonização Energética com Biomassa nas Indústrias Vidro ..... 845

5.21. Indústria Vidro

5.21.1. Emissões CO2 indústria Vidro

5.21.2. Eletrificação do setor industrial Vidro

5.21.3. Bioeletricidade Biomassa para descarbonização Indústrias de Vidro

CAPÍTULO 6 BIORREFINARIAS BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR..... 855

Seção 1 Considerações Gerais sobre Biorrefinarias .....856

6.1 Introdução

6.1.1. Economia Circular e Verde

6.1.2. Considerações gerais sobre Biorrefinarias

6.1.3. Composição da biomassa lignocelulósica

6.1.4. Principais componentes da biomassa lignocelulósica e aplicações

6.1.5. Celulose

6.1.6. Hemiceluloses

6.1.7. Lignina

6.1.8. Extrativos

Seção 2 Biorrefinarias da Cana-de-açúcar .....	870
6.2. Biomassa Cana-de-açúcar: Modelo para uso em Biorrefinarias	
6.2.1. Processos de fracionamento da biomassa lignocelulósica	
6.2.2. Tratamentos hidrotérmicos	
6.2.3. Auto-hidrólise	
6.2.4. Explosão com vapor	
6.2.5. Hidrólise ácida	
6.2.6. Métodos alcalinos	
6.2.7. Organosolv	
6.2.8. Hidrólise enzimática	
6.2.9. Desenvolvimento e produção do ácido láctico	
6.2.10. Química Verde	
6.2.11. Tecnologias Competitivas Modernas	
6.2.12. Biorrefinarias da Cana-de-açúcar	
6.2.12.1. Biorrefinarias na Europa	
6.2.12.2. Matéria-prima da cadeia da Cana-de-açúcar	
6.2.12.3. Composição química e aplicações específicas	

6.2.12.4. Organização da Cadeia da Cana-de-açúcar

6.2.12.5. Viabilidade Econômica

**Seção 3 Biorrefinarias Lignocelulósicas.....910**

6.3. Biorrefinarias lignocelulósicas

6.3.1. Biorrefinaria Lenzing AG (Áustria)

6.3.2. Empyro - Biorrefinaria de Biolíquidos (Holanda)

6.3.3. Biorrefinaria Verde

6.3.3.1. Celulac (Irlanda)

6.3.4. Fragmentação da Biomassa Lignocelulósica

6.3.4.1. Lignina

6.3.4.2. Lignina Kraft

**Seção 4 Biorrefinarias Múltiplas Matérias-primas .....925**

6.4. Biorrefinarias de Múltiplas Matérias-primas

6.4.1 Valor dos principais produtos da biorrefinaria

6.4.1.1. Fibra versus produtos químicos

6.4.1.2. Produtos químicos a granel

6.4.1.3. Ácido Láctico e Biopolímeros

6.4.1.4. Furfural Biomassa

**Seção 5 Produtos Químicos Especiais.....940**

6.5. Produtos químicos especiais

6.5.1. Vanilina

6.5.2. Obtenção de Bio-Frações Puras

6.5.3. Dos marcos históricos às operações modernas

**CAPÍTULO 7 BIOENERGIA BIOMASSA CAPTURA E ARMAZENAMENTO CARBONO..... 1040**

**Seção 1 Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono .....1041**

7.1. Bioenergia a Base da Cana-de-açúcar

7.1.1. Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS)

7.1.2. Opções Tecnológicas para Remoção de CO<sub>2</sub>

7.1.3. Tecnologia como Captura Pós-combustão - Drax Power Energy

7.1.4. Captura e Armazenamento Direto de Carbono no Ar

- 7.1.5. Emissões de CO2 da produção e transporte de biomassa
- 7.1.6. Uso de biomassa da Cana-de-açúcar para BECCS
- 7.1.7. Tecnologias Captura e Armazenamento de Carbono de Bioenergia
- 7.1.8. Conversão de Biomassa da Cana-de-açúcar
- 7.1.9. Tecnologias Avançadas de Conversão
  - 7.1.9.1. Tecnologias de Captura de CO2
- 7.1.10. Captura Pós-combustão
- 7.1.11. Captura de Oxi-combustão
- 7.1.12. Captura Pré-combustão
- 7.1.13. Opções Tecnológicas Atuais e Futuras
- 7.1.14. Modelo de Controle Ambiental Integrado
- 7.1.15. Custos de Carbono
- 7.1.16. Custo do Carbono Armazenado
- 7.1.17. Custo do Carbono Evitado
- 7.1.18. Desafios e Impactos da Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono
- 7.1.19. Desafios e Barreiras para a Implantação da Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono
- 7.1.20. Benefícios e Impactos da Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono
- 7.1.21. Projeto de lei 1.425/22 Marco Regulatório Captura Carbono

7.1.22. Case de Sucesso Captura e Armazenamento de Carbono – Projetos Petrobrás

**CAPÍTULO 8 BIOGÁS BIOMETANO BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR..... 1120**

**Seção 1 Produção Biogás Biometano Biomassa Cana-de-açúcar.....1121**

8.1. Biogás

8.1.1. Digestão Anaeróbica

8.1.2. Limpeza de Biogás

8.1.3. Atualização de Biogás

8.1.4. Tipos de Substratos – Biomassa da Cana-de-açúcar

8.1.5. Logística e Avaliação dos Substratos

8.1.6. Sistema de Purificação de Biogás e Geração de Biometano

8.1.7. Produção de Biometano

8.1.8. Produção CO2 Industrial

8.1.9. Produção de Amônia Verde

8.1.10. Biometano e Ecologização da Rede (Gás Natural Verde)

8.2. Biometano de Matéria-prima da Cana-de-açúcar

8.2.1. Gaseificação da Biomassa da Cana-de-açúcar

8.2.2. Conversão Termoquímica de Biomassa da Cana-de-açúcar em Gás Metano

8.3.. Legislação Brasileira Biogás e Biometano

8.3.1. Fonte de Financiamento Biogás e Biometano

**CAPÍTULO 9 BIOCHAR BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR.....1190**

**Seção 1 Biomassa Cana-de-açúcar Produção Biochar.....1191**

9.1. Biomassa da Cana-de-açúcar Sustentável para Produção Biochar

9.1.1. Processos de Conversão Térmica pela Pirólise

9.1.2. Pirólise para a Produção de Biochar

9.1.3. Modelos Cinéticos da Pirólise

9.1.4. Pirólise em Leito Fixo

9.1.5. Regimes de Fluidização

9.1.5.1 Reatores de Leito Fluidizado aplicados à Pirólise

9.1.5.2. Avaliação das Qualidades dos Produtos Sólido e Líquido e Gasoso da pirólise

9.1.6. Aspectos Gerais de Produção do Biochar

9.1.6.1. Propriedades do Biochar

9.1.6.1. Biochar Economia Neutra em Carbono



- 9.1.7. Bio-óleo
  - 9.1.7.1. Propriedades do bio-óleo
  - 9.1.7.2. Características do bio-óleo
  - 9.1.7.3. Aplicações do bio-óleo
  - 9.1.7.4. Upgrading do bio-óleo
- 9.1.8. Gases da Carbonização
  - 9.1.8.1. Gás Natural Sintético
- 9.1.9. Extrato Pirolenhoso
  - 9.1.9.1. Destilação do Extrato Pirolenhoso
- 9.1.10. Vinagre

<b>CAPÍTULO 10 HIDROGÊNIO VERDE BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....</b>	<b>1250</b>
<b>Seção 1 Biomassa Cana-de-açúcar Fonte Produção Hidrogênio.....</b>	<b>1251</b>
10.1 Hidrogênio Verde	
10.1.1. Diretrizes gerais do Hidrogênio Verde	
10.1.1.1. Características do Hidrogênio Verde	
10.1.1.2. Classificação e Produção do Hidrogênio Verde	

- 10.1.1.3. Distribuição do Hidrogênio Verde
- 101.1.4. Consumo do Hidrogênio Verde
- 10.1.1.5. Potenciais Aplicações de Hidrogênio Verde
- 101.1.6. Perspectivas de Custo de Produção e Distribuição do Hidrogênio Verde
- 10.1.2. Tecnologia de Produção do Hidrogênio Verde
- 10.1.3. Hidrogênio Verde como agente complementar
- 10.1.4. Hidrogênio Verde e Captura e Armazenamento de Carbono
- 10.1.5. Hidrogênio Verde como Combustível de Baixo Carbono
- 10.2. Hidrogênio pela Gaseificação da Cana-de-açúcar com Captura e Armazenamento de Carbono
  - 10.2.1. Avaliação tecnoambiental do hidrogênio a partir da biomassa
  - 10.2.2. Produção de hidrogênio via gaseificação de biomassa da Cana-de-açúcar
  - 10.2.3. Gaseificador de reforma com sorção aprimorada
  - 10.2.4. Gaseificador de fluxo arrastado
  - 10.2.5. Produção de hidrogênio via reforma de gás natural/biometano com captura e armazenamento de carbono
  - 10.2.6. Composição do gás do produto gaseificador
  - 10.2.7. Análise de eficiência líquida e sensibilidade no balanço de carbono
  - 10.2.8. Análise do consumo específico de energia elétrica
  - 10.2.9. Comparação entre a produção de hidrogênio a partir da Cana-de-açúcar, gás natural e biometano

10.2.10. Impactos ambientais da produção de hidrogênio a partir da Cana-de-açúcar em comparação com a reforma do gás natural ou biometano e eletrólise

10.3. Marco Hidrogênio Brasil

10.3.1. Legislação Brasileira Hidrogênio

10.3.2. Fonte de Financiamento Hidrogênio

**CAPÍTULO 11 BIOBRIQUETE BIOPELLETS BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR..... 1320**

**Seção 1 Biomassa da Cana-de-açúcar Fonte Produção BioBriquete.....1321**

11.1. Briquete da Biomassa da Cana-de-açúcar

11.1.1. Processo Industrial de Briquetagem

11.1.1.1. Preparação

11.1.1.2. Mistura

11.1.1.3. Pré-Compactação

11.1.1.4. Compactação

11.1.1.5. Tratamento Térmico

11.1.2. Tecnologia Industrial de Produção de BioBriquete Biomassa da Cana-de-açúcar

11.1.3. Resíduos Compactáveis Biomassa da Cana-de-açúcar

- 11.1.4. Tipos de Sistema de Briquetagem Industrial
- 11.1.5. Desenvolvimento Unidade Industrial de Briquete Biomassa da Cana-de-açúcar
- 11.1.6. Cominuição Industrial
- 11.1.7. Processo de Peneiramento e Granulometria
- 11.1.8. Processo de Secagem Industrial
- 11.1.9. Exaustão e Depósito de Matéria-Prima Seca
- 11.1.10. Processo Industrial de Briquetagem
- 11.1.11. Armazenamento
- 11.1.12. Expedição e Entrega do BioBriquete Biomassa da Cana-de-açúcar

## **Seção 2 Biomassa da Cana-de-açúcar Fonte Produção BioPellets.....1350**

- 11.2. Indústria 4.0 Produção Pellets da Cana-de-açúcar
  - 11.2.1. Modularização Industrial de Pellets da Cana-de-açúcar
  - 11.2.2. Diretrizes Gerais da Tecnologia Produção de Pellets
  - 11.2.3. Sistema Industrial de Produção de Pellets da Cana-de-açúcar
  - 11.2.4. Layout da Planta Industrial
  - 11.2.5. Fluxo de Produção de Pellets da Cana-de-açúcar

- 11.2.6. Dimensionamento da Unidade de Pellets da Cana-de-açúcar
- 11.2.7. Atividades e Área Prevista no Empreendimento de Produção de Pellets
- 11.2.8. Sistema Recepção Biomassa da Cana-de-açúcar
- 11.2.9. Sistema Preparação da Biomassa da Cana-de-açúcar
- 11.2.10. Sistema Secagem da Biomassa da Cana-de-açúcar
- 11.2.11. Sistema Moagem da Biomassa da Cana-de-açúcar
- 11.2.12. Sistema Peletização Biomassa da Cana-de-açúcar
- 11.2.13. Sistema Resfriamento Pellets da Cana-de-açúcar
- 11.2.14. Sistema Expedição Embalagem Pellets da Cana-de-açúcar
- 11.2.15. Sistema Elétricos e Automação Industrial

<b>CAPITULO 12 BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR E CRÉDITO DE CARBONO.....</b>	<b>1400</b>
<b>Seção 1 Mercado de Crédito Carbono.....</b>	<b>1401</b>
12.1. Mercado de Carbono	
12.1.1. Mercado Regulado	
12.1.2. Mercado Voluntário	

- 12.2. Tipos de créditos de carbono
- 12.3. Estruturas operacionais do mercado
- 12.4. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
- 12.5. Características das Reduções Certificadas de Emissão
- 12.6. Geração de Crédito de Carbono no Uso da Biomassa da Cana-de-açúcar
  - 12.6.1. Metodologia utilizada
  - 12.6.2. Estimativa de Emissões Reduzidas e Absorções de CO<sub>2</sub>
  - 12.6.3. Geração de créditos de carbono
  - 12.6.4. Teor de carbono total
  - 12.6.5. Emissão de CO<sub>2</sub>
- 12.7. Case de sucesso Crédito de Carbono uso da Biomassa da Cana-de-açúcar

BRASIL BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL.....1450

## ESTUDO DE MERCADO BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR REGIÃO NORDESTE

### ENERGIA SUPRIMENTO DESCARBONIZAÇÃO BIORREFINARIAS BIOENERGIA BIOCHAR BIOMETANO HIDROGÊNIO PELLETS

Catálogo na Fonte Brasil. ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável. Curitiba. Paraná. 2025

Conteúdo: 1. Análise do Mercado de Cana-de-açúcar na Região Nordeste 2. Projeções de produção e de disponibilidade de Biomassa da Cana-de-açúcar para suprimento energéticos. 3. Geração de energia com uso da biomassa da cana-de-açúcar 4. Setor Sucroenergético Brasileiro. 5. Análise detalhada da produção e do potencial de geração de biomassa da cana-de-açúcar para energia. 6. Eficiência energética e descarbonização industrial e bioeletricidade com uso da biomassa da cana-de-açúcar 7. Mercado Energia e Suprimento de Biomassa da Cana-de-açúcar. 8 Rotas de Conversão de Biomassa da Cana-de-açúcar 9 Projeções Brasil 2025/2050 Biomassa da Cana-de-açúcar 10. Biomassa Cana-de-açúcar: Modelo para uso em Biorrefinarias 11. Bioenergia Biomassa da Cana-de-açúcar com Captura e Armazenamento de Carbono 12. Produção Biogás Biometano Biomassa Cana-de-açúcar 13. Biomassa Cana-de-açúcar Sustentável para Produção Biochar 14. Biomassa da Cana-de-açúcar Fonte Produção Hidrogênio Verde 15. BioBriquete Biomassa Cana-de-açúcar 16. BioPellets Biomassa Cana-de-açúcar. 17. Geração de Crédito de Carbono no Uso da Biomassa da Cana-de-açúcar

II. Título. CDU 621.3(81)"2030" : 338.28 CDU 620.95(81) CDD333.95 (1ed.)

Todos os direitos reservados a Brasil Biomassa e Energia Renovável Copyright by Celso Marcelo de Oliveira

Tradução e reprodução proibidas sem a autorização expressa do autor. Nenhuma parte deste estudo pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer forma ou meio, incluindo fotocópia, gravação ou informação, ou por meio eletrônico, sem a permissão ou autorização por escrito do autor. Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Edição eletrônica no Brasil e Portugal em versão eletrônica

© 2025 ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável

Edição 2025 Total 1.500 páginas.

Proibida a reprodução com ou sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio impresso e eletrônico.







# I. Objetivo do Estudo de Mercado



O objetivo deste Estudo de Mercado é analisar de forma detalhada o mercado brasileiro Biomassa da Cana-de-açúcar, com foco no aproveitamento da biomassa residual para o desenvolvimento de projetos inovadores e energéticos. Especialmente:

Geração de energia (participação de leilões de energia) com uso da biomassa da Cana-de-açúcar

Eficiência energética (bioeletricidade com uso da biomassa da Cana-de-açúcar) para que o setor industrial tenha segurança no fornecimento para mudança da matriz energético e descarbonização industrial.

Suprimento energético (dados de produção e de disponibilidade) com uso da fonte de biomassa.

Avaliação do potencial de biomassa da Cana-de-açúcar em disponibilidade no Brasil e de projeções para o período 2025/2030, 2030/2040 e 2040/2050

O uso da biomassa da Cana-de-açúcar para um aproveitamento integral pelo setor e para o desenvolvimento de Biorrefinarias

Aprofundamento com base internacional dos projetos de Bioenergia com Biomassa (setor energia) para a Captura e Armazenamento de Carbono

Desenvolvimento de projetos inovadores de Biogás e de Biometano (gás natural verde) com uso da Biomassa da Cana-de-açúcar.

Produção sustentável pelo sistema de pirólise da biomassa da Cana-de-açúcar para a produção de Biochar (fertilizante ecológico para agricultura regenerativa) e complementos (extrato pirolenhoso e vinagre) ou do Biocarbono (uso no setor siderúrgico, alumínio, cerâmica e de cimentos) e do Bio-óleo e gás sintético para uso energético (combustível futuro para aviação).

Utilização dos resíduos da Cana-de-açúcar com a tecnologia de gaseificação para a produção de Hidrogênio Verde.

E finalmente na utilização residual da biomassa da Cana-de-açúcar para a produção de BioBriquete (lenha ecológica) e de BioPellets (atender a demanda de energia térmica industrial e residencial no Brasil e no mercado internacional).

O Estudo de Mercado visa o desenvolvimento técnico com diretrizes de apoio para as empresas geradoras e consumidoras de energia, participantes de leilões de energia, para suprimento energético pela bioeletricidade e para descarbonização industrial com uso da biomassa da Cana-de-açúcar (avaliação do mercado produtor e de disponibilidade em nível nacional, regional e estadual).

Este estudo avalia a demanda do mercado e as eficiências da cadeia de suprimentos e tem ainda por objetivo uma avaliação pormenorizada do setor de produção de biomassa da Cana-de-açúcar e a totalidade de produção de biomassa e o potencial e a disponibilidade como um importante recurso energético renovável do Brasil.

O desafio da descarbonização do setor industrial vai exigir uma fonte segura de disponibilidade de biomassa da Cana-de-açúcar sustentável e energética. A economia da nossa nação exigirá repensar os sistemas e processos energéticos. Além disso, devemos explorar os avanços tecnológicos (biorrefinarias) destacando seu papel na melhoria da sustentabilidade e eficiência operacional. Uma análise dos fatores que influenciam e o impacto na avaliação geral do mercado de biomassa e de energia.

Além disso, este Estudo de Mercado investiga de forma detalhada (Geração de energia, Eficiência energética e eletrificação com dados de emissões de CO<sub>2</sub>, Descarbonização industrial dos maiores setores consumidores de energia, Biorrefinarias, Bioenergia e Biomassa com Captura e Armazenamento de Carbono, Biogás e Biometano, Biochar e Biocarbono, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets) e abrangente no cenário regulatório, incluindo políticas para entender como as políticas governamentais impactam o crescimento do mercado e as iniciativas de sustentabilidade com o uso da biomassa da Cana-de-açúcar.

O objetivo é fornecer às partes interessadas insights abrangentes sobre oportunidades de mercado, desafios e perspectivas de crescimento futuro da fonte da biomassa da Cana-de-açúcar para geração de energia e para o desenvolvimento de projetos inovadores e sustentáveis.

O Estudo de Mercado fornece o tamanho do mercado de biomassa da Cana-de-açúcar e uma previsão anual até 2030/2050 em termos de produção e de consumo de biomassa da Cana-de-açúcar para os projetos energéticos e sustentáveis. As estimativas do tamanho do mercado da Biomassa da Cana-de-açúcar para o período de previsão foram em termos reais.

Desenvolvemos uma avaliação com base na produção e uma formulação de cenários sobre a potencialidade da biomassa gerada (desde a fase da colheita até o processamento industrial nas usinas) quantificando os resíduos produzidos e o uso comercial com uma avaliação segura do potencial e da disponibilidade para suprimento energético e industrial.

O estudo buscou reunir e organizar, de forma inédita, um conjunto de dados de produção e de disponibilidade de biomassa do setor da Cana-de-açúcar em nível nacional e por regiões, os players para nortear o desenvolvimento de novos projetos e na participação segura da biomassa da Cana-de-açúcar.



## II. Metodologia de Pesquisa de Mercado



O Estudo de Mercado utilizou uma metodologia de pesquisa abrangente para analisar de forma detalhada o mercado de biomassa da Cana-de-açúcar, estimar o tamanho do mercado e validar as descobertas por meio de abordagens de pesquisa secundária e primária.

O processo de pesquisa secundária começa com uma revisão abrangente da literatura existente, relatórios do setor e bancos de dados para reunir dados relevantes sobre tendências de mercado de biomassa da Cana-de-açúcar, análise de concorrentes e comportamento do mercado produtor e consumidor.

Várias fontes, como registros e publicações do setor da Cana-de-açúcar são utilizadas para garantir uma compreensão robusta do cenário do mercado brasileiro de biomassa. Além disso, os dados coletados de fontes secundárias passam por um rigoroso escrutínio para verificar sua credibilidade e relevância para os objetivos do estudo de mercado.

Após a fase de pesquisa secundária, uma abordagem abrangente combina estratégias para estimar o tamanho do mercado do setor da Cana-de-açúcar. Para a abordagem, os indicadores macroeconômicos foram examinados para fornecer uma ampla compreensão do cenário de mercado.

Isso envolveu a análise de tendências econômicas globais, relatórios do setor e publicações para identificar os principais segmentos de mercado. O tamanho do mercado foi então estimado extrapolando dados desses segmentos, considerando fatores como taxas de crescimento da indústria, os projetos inovadores em desenvolvimento em nível nacional e internacional.

Essa abordagem facilitou uma visão holística do mercado de biomassa da Cana-de-açúcar, permitindo uma estimativa robusta de seu tamanho geral e potencial. Paralelamente, uma abordagem foi implementada, começando com uma análise detalhada do setor. Relatórios financeiros, registros e bancos de dados do setor foram alavancados para mapear em cada região ou estados.

Trabalhamos com uma metodologia de avaliação técnica da valoração dos resíduos de biomassa da Cana-de-açúcar, como uma forma de mitigação das emissões de carbono e o uso como uma fonte de energia limpa e de suprimento energético, bioeletricidade e descarbonização industrial.

Utilizamos como metodologia de trabalho uma análise do cenário nacional, regional e estadual em relação à geração de resíduos de biomassa e ao seu potencial energético e sua disponibilidade e aos impactos potenciais decorrentes como uma fonte segura de energia.

Este Estudo de mercado visa informar as partes interessadas sobre quais recursos dos resíduos de biomassa da Cana-de-açúcar que estão disponíveis hoje e quais pode estar disponível no futuro.

Fundamental para interpretar o potencial dos recursos de biomassa é uma consciência das condições necessárias para que esta disponibilidade de recursos seja concretizada.



Assim trabalhamos com uma moderna metodologia de avaliação do potencial de biomassa da Cana-de-açúcar produzida, utilizado e disponível no mercado brasileiro. Objetivo analítico primário:

Análise intersetorial : avaliação integrativa de cenários das interações entre partes da cadeia de suprimentos ou diversos setores de mercado como o de geração de energia e propriedade do setor da Cana-de-açúcar para o desenvolvimento de biorrefinarias.

Finalidade analítica secundária: Avaliação do mercado brasileiro de biomassa da Cana-de-açúcar de matéria-prima : Avaliação de potenciais recursos de matéria-prima (biomassa da Cana-de-açúcar e de outros tipos de resíduos do setor) usando uma abordagem que avalia o mercado que produz a matéria-prima de origem. As principais características do Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets:

Apresentar graficamente (com mapas e macrolocalização) a disponibilidade total e excedente de biomassa de origem cana-de-açúcar no Brasil, Regiões e Estados e as alternativas projeituais de aproveitamento do excedente de biomassa para os projetos de geração, mercado livre e de leilões de energia e para suprimento e descarbonização industrial.

O Estudo de mercado fornecerá informações úteis a todas as partes interessadas no setor da biomassa e desenvolvedores de projetos inovadores e energético, todo o setor industrial , empresários e investidores, formuladores de políticas e o público em geral.

Essa abordagem forneceu insights granulares sobre segmentos de mercado específicos e dinâmicas regionais, garantindo uma compreensão completa do cenário de produção e de disponibilidade. Para validar as estimativas do mercado obtidas de ambas as abordagens, uma combinação de métodos de pesquisa primária e secundária foi utilizada.

Especialistas do setor forneceram insights inestimáveis sobre tendências de mercado, preferências do consumidor e dinâmica competitiva, enquanto pesquisas ajudaram a validar a precisão das estimativas de tamanho de mercado. Fatores externos e internos que afetam o negócio positiva ou negativamente foram analisados, o que dá uma visão futurística clara da indústria para os tomadores de decisão.



## III. Métodos de Coleta de Dados



A coleta de dados envolve um processo sistemático de coleta e captura de informações de várias fontes para gerar insights, tomar decisões informadas ou responder a perguntas específicas de pesquisa. Nesse processo, os dados são coletados por meio de pesquisa secundária, que é validada por meio de pesquisa primária garantir a precisão dados.



## IV. Recursos de Pesquisa Secundária



O processo de pesquisa secundária é a pedra angular para uma tomada de decisão eficaz e é essencial para os esforços dos investidores para melhorar suas ofertas.

A seguir estão algumas das principais fontes de dados usadas para a estimativa do tamanho do mercado:

Arquivos do setor empresarial, relatórios anuais, sites da empresa, relatórios financeiros e de corretoras e apresentações para investidores, artigos científicos, periódicos e publicações em revistas internacionais.

Informações comerciais para entender o mercado. Informações sobre produtos, incluindo especificações técnicas, aprovações e patentes. Anais de conferências e publicações de associações.

Fontes públicas/relatórios de bens de consumo (OCDE, Banco Mundial, FAO, Eurostat, OMS, etc.)

A Brasil Biomassa desenvolveu para grandes grupos industriais um amplo e detalhado de mapeamentos da biomassa dos produtores com um banco de dados (cadastramento com todos os dados societários e produção) de unidades industriais em todos os estados comportando mais de 767.267 empresas produtoras dos tipos de biomassa (florestal/madeira, agricultura/agroindustrial e sucroenergético).

Utilizamos também como referência as bases de dados estatísticos dos principais organismos dedicados à tarefa de quantificação destes parâmetros no Brasil que destacamos: IBGE, do Governo Federal - Secretaria de Assuntos Estratégicos.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MP. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura do IBGE. Serviço Florestal Brasileiro. Sebrae. Cenbio. Embrapa. Associação Produtores de Florestas Plantadas e ABIB Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável.





## V. Recursos de Pesquisa Primária



A pesquisa primária envolve a coleta de novos dados. Algumas das maneiras de conduzir pesquisa primária incluem:

Revisão de especialista do setor. As sugestões e informações são coletadas diretamente de especialistas do setor.

Seminários internacionais. Avaliações de dados em anais dos seminários internacionais.

Avaliação técnica. Este método de coleta de informações envolve uma avaliação técnica do setor industrial e entidades internacionais.

Pesquisas e trabalho de especialistas. Pesquisa de mercado e uma avaliação dos especialistas dos setores no Brasil e Internacional.

Monitoramento de mídia social. O monitoramento de mídia social permite a coleta passiva de dados na forma de perguntas e de questionários com os profissionais dos setores no âmbito nacional e internacional.

Banco de dados dos produtores de biomassa da cana-de-açúcar , players consumidores do setor industrial e energético e de mercado da ABIB Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável e da Brasil Biomassa e Energia Renovável.





## VI. Escopo do Estudo de Mercado

O Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana de Açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e BioBriquete e BioPellets visa implementar uma estratégia de avaliação estrutural do quantitativo (base na produção) residual de biomassa da cana-de-açúcar e uma avaliação técnica e segura do potencial de disponibilidade (dados técnicos) para suprimento energético e o consumo direto para combustão (calor/vapor) em caldeira industrial, para as plantas de cogeração de energia e de participação do mercado livre e leilões de energia e no desenvolvimento de projetos industriais sustentáveis de Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets.

Desenvolvemos ainda uma avaliação do potencial energético de biomassa de origem sustentável sob a ótica da geração total de biomassa em todo o território brasileiro e por regiões e estados com uma tendência final do volume total de biomassa disponível no Brasil.

O Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets desenvolve uma estratégia de disponibilidade de biomassa com o acesso comercial e energético no Brasil (identificação e quantificação da biomassa e com apoio no Banco de Dados e de Anuários).

Avaliando desde a área plantada e os resíduos no campo, quantidade produzida e rendimento médio da produção em nível nacional e em cada uma das regiões) tipificando a sua disponibilidade (por fonte produtiva (custo por fonte) para um estudo futuro de viabilidade econômica, bem como a tendência de disponibilidade futura até 2050.

A geração de energia é um tema de extrema importância para nossa sociedade, sendo que, a cada dia, surgem novos desafios a serem superados para seu suprimento, expansão, atendimento às novas exigências de confiabilidade, preço, sustentabilidade e governança. Por outro lado, os constantes incrementos tecnológicos, que possibilitam o aproveitamento de novas fontes de energia, precisam ser considerados nos modelos de expansão sistêmicos de forma a contribuir com a eficiência, segurança e custo do suprimento energético.

A matriz energética nacional se beneficia de um grande potencial de geração de energia elétrica proveniente de usinas hidrelétricas, modalidade que traz inúmeros benefícios ao sistema elétrico como estabilidade, capacidade de armazenamento e regularização e capacidade de controle sob demanda, além de ser uma produção de energia limpa e de baixo custo.

Porém, o aproveitamento dos principais recursos hidrelétricos brasileiros já se encontra em fase bastante madura, impossibilitando assim que essa fonte seja a única protagonista no atendimento das necessidades de expansão de geração de energia. Assim, observa-se uma diversificação na matriz elétrica brasileira, com o recente aumento da participação de empreendimentos de fonte biomassa, solar fotovoltaica e eólica. Nesse contexto, a inclusão de projetos de geração de energia utilizando os tipos de biomassa se faz oportuna, pela sua característica renovável, e por contribuir de forma relevante para o atendimento das necessidades de suprimento de energia e regulação sistêmica.

A utilização da biomassa na geração de energia não é uma novidade no País, sendo que a queima de biomassa da Cana-de-açúcar já é uma importante e consolidada fonte de geração de energia, porém, conforme apontado no presente Estudo, há oportunidades de expansão da bioenergia utilizando demais insumos, como resíduos da Cana-de-açúcar.

O presente Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets traz o resultado de um estudo sistematizado e detalhado do potencial da bioenergia levantado em todo o território nacional e nas cinco regiões e os estados. A metodologia utilizada poderá ser empregada em qualquer Estado.

O levantamento do potencial de biomassa sustentável aqui descritos no Estudo constitui um passo importante para a implementação de projetos de geração e cogeração, suprimento energético para descarbonização industrial, do aproveitamento como a palha e o bagaço para as biorrefinarias, do uso da bioenergia com a biomassa residual na captura e armazenamento de carbono, para o desenvolvimento de plantas de biochar (extrato pirolenhoso e vinagre) para uso como fertilizante ecológico e na produção de biocarbono como substituto do coque, do bio-óleo para uso como biocombustível, aos projetos inovadores de biogás e biometano como combustível para carros, caminhões e aviação, aos novos projetos de hidrogênio verde com a gaseificação dos resíduos florestais e no aproveitamento da biomassa da Cana-de-açúcar par a produção de biobriquete e biopellets.

Entretanto, para atingir as metas de descarbonização ou para o desenvolvimento de projetos energéticos, este Estudo avalia com requinte de detalhes o potenciais e as reservas suficientes de biomassa, dentro de uma gama prática de condições ambientais e econômicas para esclarecer as necessidades energéticas.

Este Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets visa informar as partes interessadas sobre os tipos e quantidades de recursos de biomassa que poderão estar potencialmente disponíveis no mercado e em que condições de acesso (avaliação de quantidade, preço, mercado e logística).

O Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets fornece uma avaliação detalhada da capacidade atual e potencial de produção de biomassa no Brasil e principalmente o seu aproveitamento integral para os inovadores tipos de projetos energéticos e sustentáveis. Cada estudo técnico representa um avanço na compreensão dos recursos de biomassa em termos de capacidade de produção, distribuição espacial e acessibilidade econômica no Brasil.



## VII. Composição do Estudo de Mercado



O Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e BioBriquete e BioPellets é composto de uma série de informações e dados.

Com informações adicionais do banco de dados e dos anuários dos produtores e consumidores dos tipos de biomassa de origem sustentável para a formulação de uma política energética industrial:

1. Avaliação do potencial (base de produção e de disponibilidade) da biomassa da colheita e do processo industrial da cana-de-açúcar), como recurso energético para descarbonização do setor industrial.
2. Geração energética a partir da utilização sustentável com caracterização técnico econômica, da avaliação do potencial de produção e de disponibilidade dos tipos de biomassa da cana-de-açúcar como suprimento para expansão do sistema de geração de energia térmica, para bioeletricidade e descarbonização industrial.
3. Aproveitamento direto dos resíduos da biomassa da Cana-de-açúcar para uso em projetos de co-geração de energia, suprimento e descarbonização industrial, para uso direto na formação de biorrefinarias (metanol, biodiesel e etanol, polímeros e para as indústrias químicas), na bioenergia com uso da biomassa da Cana-de-açúcar para captura e armazenamento de carbono e aos novos tipos e inovadores projetos de produção de biochar (extrato pirolenhoso e vinagre), bio-óleo (biocombustível) e biocarbono, de biogás e biometano como um biocombustível verde e natural, para as plantas em desenvolvimento de hidrogênio verde e na produção de biobriquete e biopellets para suprir a demanda internacional.

É sabido que a produção de energia a partir de combustíveis fósseis à base de carbono é dispendiosa em termos de impacto ambiental e investimento monetário. À medida que o preço do petróleo bruto aumenta (aumento no coque e no gás natural), as indústrias são forçadas a estimular a pesquisa de maneiras mais econômicas de produzir energia a partir de fontes alternativas.

Mas o principal problema enfrentado pelas indústrias é entender o mercado brasileiro de biomassa da Cana-de-açúcar, conhecer o seu potencial de produção e disponibilidade e ainda quem são os principais players produtores. Neste sentido desenvolvemos este Estudo de mercado que retrata o potencial mercado dos tipos de biomassa no mercado brasileiro.

O Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets combina extensa análise quantitativa e análise qualitativa exaustiva, varia de uma visão macro do tamanho total do mercado brasileiro de biomassa, da cadeia industrial dos produtores e consumidores e da dinâmica do mercado até micro detalhes dos segmentos de mercado por tipo, aplicação e região e principalmente as novas tecnologias de aproveitamento integral da biomassa gerada desde a colheita até o processo industrial nas usinas.



Como resultado, fornece uma visão holística, bem como uma visão profunda do mercado da biomassa da cana-de-açúcar , cobrindo todos os seus aspectos essenciais e as novas tecnologias industriais, com o objetivo de desenvolvimento de novos negócios e na geração de empregos verdes.

Este Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets avalia os produtos e insumos gerados pelo setor produtivo da Cana-de-açúcar e que podem ser processados para fins energéticos. Vamos analisar exclusivamente a biomassa de origem da colheita e o processo nas usinas da Cana-de-açúcar para uso integral aos projetos em andamento e aos novos projetos em desenvolvimento.

Para o cenário competitivo, o Estudo de mercado também apresenta os players do setor de produção dos tipos de biomassa (Cana-de-açúcar) e dos consumidores (setores industriais de suprimento e descarbonização) na perspectiva da participação de mercado, e descreve as empresas líderes com interesse em bioeletricidade para as reduções de emissões de CO2 aos ditames dos acordos internacionais e das COPs.



## VIII. Mercado Biomassa por Setor para Geração de Energia

No mercado de biomassa, “matéria-prima” refere-se de origem biológica da colheita e do processamento da Cana-de-açúcar que pode utilizada para produzir energia. Isso inclui qualquer matéria orgânica disponível de forma renovável ou recorrente dos resíduos da palha, bagaço e vinhaça da cana-de-açúcar. Neste Estudo de mercado estaremos avaliando todos os tipos de biomassa de origem da Cana-de-açúcar para uso energético e os projetos de descarbonização industrial.

Nomeadamente, prevê-se que a quota de mercado do energia se expanda para 19,9% até 2032, indicando a importância crescente desta fonte de energia renovável numa economia de baixo carbono. O seu potencial de crescimento é substancial, dada a crescente procura de combustíveis sustentáveis para o mercado livre e os leilões de energia. Assim norteia a importância do estudo de mercado como uma fonte de dados para os projetos energéticos.



## IX. Premissas Fundamentais do Mercado Brasileiro

Este Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets envolve não apenas explicações de ordem técnica sobre a produção dos tipos de biomassa da Cana-de-açúcar, mas das novas tecnologias de aproveitamento para fins de energia e suprimento energético e descarbonização industrial e de inovadores projetos sustentáveis . Avaliamos a importância da produção da Cana-de-açúcar como uma fonte energética zero carbono.

Da substituição dos combustíveis fósseis e do gás natural e glp pela biomassa. Dos tipos de caldeira a vapor com uma fonte energética renovável. As rotas de conversão e das tecnologias de conversão da biomassa. Avaliação técnica e econômica da utilização dos tipos de biomassa. Desta forma foi efetuada a avaliação do valor energético da biomassa, a quantificação dos recursos disponíveis e a valorização de externalidades.

Este estudo de mercado desenvolve ainda um estudo aprofundado de aproveitamento da biomassa Cana-de-açúcar para uso em projetos de co-geração de energia, suprimento e descarbonização industrial, para uso direto na formação de biorrefinarias (metanol, biodiesel e etanol, polímeros e para as indústrias químicas), na bioenergia com uso da biomassa da Cana-de-açúcar para captura e armazenamento de carbono e aos novos tipos e inovadores projetos de produção de biochar (extrato pirolenhoso e vinagre), bio-óleo (biocombustível) e biocarbono, de biogás e biometano como um biocombustível verde e natural , para as plantas em desenvolvimento de hidrogênio verde e na produção de briquete e pellets para suprir a demanda internacional.

Nosso Estudo de mercado é estruturado em torno de estratégias para descarbonização industrial e de geração de energia e na formação dos novos biocombustíveis renováveis como a biomassa Cana-de-açúcar através dados de disponibilidade, potencialidade e de fornecimento (segurança energética) dos tipos de biomassa carbono zero para:

Reduzir a demanda por produtos intensivos em carbono no setor por meio da economia circular, inclusive por meio da simbiose industrial com o uso energético da biomassa.

Mudar a fonte de geração de energia/vapor com uso dos combustíveis fósseis pela biomassa/bioenergia utilizando os tipos de matéria-prima de biomassa da Cana-de-açúcar.

Este Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets desenvolve ainda um levantamento de dados acerca da situação atual de aproveitamento da biomassa e dos players geradores e consumidores de energia com um potencial de produção e de disponibilidade com o complemento de uma planilha técnica.

Visando ainda em conceber soluções técnicas para melhor alternativa para o aproveitamento dos tipos de biomassa como uma fonte energética para os projetos de co-geração, ao mercado livre e leilões de energia e de descarbonização industrial para uso direto na formação de biorrefinarias (metanol, biodiesel e etanol, polímeros e para as indústrias químicas), na bioenergia com uso da biomassa para captura e armazenamento de carbono e aos novos tipos e inovadores projetos de produção de biochar (extrato pirolenhoso e vinagre de madeira), bio-óleo (biocombustível) e biocarbono, de biogás e biometano como um biocombustível verde e natural, para as plantas em desenvolvimento de hidrogênio verde e na produção de briquete e pellets para suprir a demanda internacional.



## X. Objetivos Específicos do Estudo de Mercado



Os objetivos específicos do Estudo de mercado (suprimento e consumo dos tipos de biomassa de origem da Cana-de-açúcar de quantificar o potencial de biomassa sustentável e de identificar os projetos de aproveitamento energético e sustentável da biomassa.

O Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets fornece análise qualitativa e quantitativa do mercado de biomassa da Cana-de-açúcar segmentado por aplicação e regiões geográficas. Os estudos serão úteis para responder às seguintes questões:

Qual é o escopo atual da situação do mercado dos tipos de resíduos de biomassa da Cana-de-açúcar no Brasil?

Como se prevê que a produção dos tipos de biomassa se desenvolva no futuro com as projeções de produção e de disponibilidade para as diretrizes net zero ou de carbono negativo para todos os setores?

Como podemos aproveitar os tipos de biomassa da Cana-de-açúcar para geração de energia e para suprimento e descarbonização industrial e para os novos projetos de biorrefinarias, da bioenergia com uso da biomassa para captura e armazenamento de carbono e aos novos tipos e inovadores projetos de produção de biochar, bio-óleo e biocarbono, de biogás e biometano como um biocombustível verde e natural , para as plantas em desenvolvimento de hidrogênio verde e na produção de biobriquete e biopellets para suprir a demanda internacional?



## XI. Declarações Prospectivas

Este Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e BioBriquete e BioPellets contém certas declarações prospectivas que dizem respeito a eventos futuros ou desempenho futuro do mercado. Estas declarações prospectivas são baseadas em previsões e estudos técnicos e dados de mercado das principais entidades nacionais e internacionais sobre as expectativas de desenvolvimento e da estrutura de mercado.

Qualquer informação e/ou material fornecido pela Brasil Biomassa, incluindo toda e qualquer análise e/ou pesquisa da Editora Brasil Biomassa, é fornecido a um grupo selecionado de empresas, em resposta a pedidos de tais informações, materiais, análises e/ou pesquisas.



Quando adquirir este Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets você deve reconhecer que nossas informações, materiais e/ou serviços são apenas para seu uso interno, e não para qualquer uso externo e/ou disseminação, ou publicação geral e/ou divulgação a terceiros.

Toda e qualquer informação e/ou material fornecido é baseado em estudos e pesquisa científica de mercado e/ou pesquisa secundária e, portanto, está sujeito a flutuação e variação.

Objetiva-se com o Estudo de Mercado em gerar expectativas dentro de uma tendência de mercado. Se as expectativas geradas e premissas revelarem-se incorretas por mudança de fatores e de mercado, então os resultados reais podem diferir materialmente da informação prospectiva contida neste documento.

Além disso, declarações prospectivas, por sua natureza, envolvem riscos e incertezas que poderiam causar os resultados reais difiram materialmente daqueles contemplados. Assim utilizamos as declarações prospectivas de informações como apenas uma advertência no desenvolvimento do Estudo de Mercado.

DIRETORIA EXECUTIVA EDITORA BRASIL BIOMASSA



## XII. Apresentação do Estudo de Mercado Biomassa

As vias de mitigação global capazes de limitar o aumento da temperatura global a 2,5 °C acima dos níveis pré-industriais exigem grandes quantidades de biomassa (ou do aproveitamento integral) para uso na economia: o cenário de alta demanda de energia do sexto relatório de avaliação do Painel Internacional de Mudanças Climáticas depende de até 430 EJ de uso de biomassa até 2100.

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) e outros gases nocivos estão entre as principais preocupações globais, causadas principalmente pelo uso crescente de energia fóssil. Os GEE são considerados um fator crítico no aquecimento global que desempenha um papel crucial nas mudanças climáticas. Espera-se que a dependência da produção de biomassa (Cana-de-açúcar) em larga escala para mitigação de emissões de carbono e metano. Uma extensa pesquisa neste Estudo mostrou que o uso de outras fontes de carbono, como biomassa da Cana-de-açúcar pode reduzir essas preocupações (aplicação de biomassa para gerar energia).

O Brasil tem estado no centro dos esforços globais para combater as mudanças climáticas e fazer a transição para uma economia global líquida zero. Continuamos a impulsionar a colaboração e a ação internacional em áreas que terão o maior impacto, com base em acordos e alianças internacionais que abrangem mudanças climáticas e proteção ambiental, como o Acordo de Paris, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, a Declaração do líder de Glasgow sobre Florestas e Uso da Terra e o Programa das Nações Unidas para a Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), entre outros, para acelerar a transição global para zero líquido.

Mas o Brasil precisa continuar a se afastar dos combustíveis fósseis e expandir a produção de biocombustíveis inovadores de baixo carbono, reduzir a demanda por energia termoelétrica e recursos intensivos em carbono e aumentar nossa eficiência no uso de recursos renováveis. A biomassa tem um papel fundamental.

A missão primordial neste conturbado momento (mudanças climáticas) energético (apagões e uso de energia térmica com base em combustíveis fósseis como o carvão, diesel e gás natural) é desenvolver e demonstrar com este Estudo, o uso da biomassa da Cana-de-açúcar para geração de energia e para suprimento e descarbonização industrial e para os novos projetos de biorrefinarias, da bioenergia com uso da biomassa para captura e armazenamento de carbono e aos novos tipos e inovadores projetos de produção de biochar, bio-óleo e biocarbono, de biogás e biometano como um biocombustível verde e natural , para as plantas em desenvolvimento de hidrogênio verde e na produção de briquete e pellets

E este Estudo de Mercado vem em atualizar os temas para uma discussão na COP 30. Estaremos apresentando na COP 30 sugestões para: 1. Biomassa para redução de emissões de gases de efeito estufa. 2. Adaptação às mudanças climáticas. 3. Financiamento climático para países em desenvolvimento. 4. Tecnologias de energia renovável e soluções de baixo carbono. 5. Preservação e biodiversidade. 6. Justiça climática e os impactos sociais das mudanças climáticas

A 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Conferência das Partes), será um importante encontro global anual onde líderes mundiais, cientistas, organizações não governamentais e representantes da sociedade civil devem discutir ações para combater as mudanças do clima. É considerado um dos principais eventos do tema no mundo. Representa uma oportunidade histórica para o Brasil reafirmar seu papel de liderança nas negociações sobre mudanças climáticas e sustentabilidade global. O evento permitirá ao país demonstrar seus esforços em áreas como energias renováveis, biocombustíveis e agricultura de baixo carbono, além de reforçar sua atuação histórica em processos multilaterais, como na Eco-92 e na Rio+20.

Entendemos com o Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Cana-de-açúcar – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e BioBriquete e BioPellets que a biomassa da Cana-de-açúcar fornece dois serviços principais para a mitigação das mudanças climáticas . Seu crescimento remove dióxido de carbono da atmosfera, que pode ser armazenado por períodos variados de tempo (remoção de dióxido de carbono). Quando gerenciada e colhida de forma sustentável, a biomassa também pode ser usada para evitar a liberação de emissões de carbono na atmosfera, substituindo diretamente o combustível fóssil ou deslocando materiais com alto teor de carbono, como aço e cimento (mitigação de emissões de CO<sub>2</sub>).

Com base na aceitação geral de que a biomassa da Cana-de-açúcar podem fornecer uma fonte de energia de baixo carbono, os caminhos da bioenergia estão sendo cada vez mais incluídos em estratégias de energia renovável e redução de emissões de muitos países como o Brasil.

A cana-de-açúcar, uma importante cultura comercial no Brasil, desempenha um papel crucial no fornecimento não apenas de açúcar, mas também de etanol . Os subprodutos da cana-de-açúcar encontram utilidade como ração animal em vários países. O cultivo da cana-de-açúcar se expandiu para regiões com climas quentes em todo o mundo. O maior contribuinte para a produção global de cana-de-açúcar é o continente americano, incluindo países como Brasil, México, EUA respondendo por cerca de 51% da produção total, seguido pela Ásia (41,6%), África (5%) e Oceania (1,7%).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção impressionante de cana-de-açúcar na safra 2024/2025 de 689,8 milhões de toneladas, principalmente atribuída às condições climáticas favoráveis e ao aumento da produtividade das safras. Este aumento significativo na produção destaca ainda mais o papel notável do Brasil na indústria global de açúcar.

O maior desafio do setor sucroenergético é o aproveitamento dos tipos de biomassa residual gerado desde a colheita até o processamento nas usinas.

A cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e seus respectivos subprodutos.

A agroindústria sucroalcooleira nacional, diferentemente do que ocorre nos demais países, opera numa conjuntura positiva e sustentável. Pelo conceito de bagaço entende-se apenas o caule macerado, não incluindo a palhada e os ponteiros, que representam 55% da energia acumulada no canavial. Este potencial fabuloso de palha é pouco aproveitado, sendo, na maioria dos casos, queimado no campo.

Nas últimas décadas, houve um aumento notável na produção de cana-de-açúcar, impulsionado pela crescente demanda por açúcar, etanol derivados dessa cultura versátil. Conseqüentemente, a indústria açucareira gera uma quantidade significativa de resíduos agrícolas.

Existem recursos potenciais inexplorados associados à colheita e ao processamento da cana-de-açúcar, a biomassa sem uso comercial e energético (folhas, pontas e palhiço) deixado no campo e o bagaço da cana-de-açúcar como excedente das usinas, principalmente naquelas que não utilizam para cogeração. Neste sentido é extremamente adequado o aproveitamento energético como descrevemos neste estudo.



A queima de lixo (biomassa sem uso) da cana-de-açúcar no campo tem sido alvo de escrutínio nos últimos anos devido à invasão urbana e preocupações com a qualidade do ar, e o excesso de lixo (folhas, pontas e palhiço) deixado no campo também pode reduzir a produtividade da cultura da soca devido às temperaturas mais baixas do solo e à maior umidade do solo.



As usinas de cana-de-açúcar também detém um excesso (não uso em cogeração) de bagaço. Sem a utilização adequada, o bagaço é comumente descartado como resíduo sólido ou utilizado como fonte de combustível para o processo de moagem. Para cada tonelada de cana-de-açúcar, aproximadamente 280 kg de bagaço úmido são produzidos, destacando a quantidade substancial desse resíduo.



A biomassa do bagaço da cana-de-açúcar tem o potencial de ser transformada em energia, materiais e produtos químicos finos. As pontas e folhas da cana-de-açúcar que costumam ser deixadas no campo podem representar até 30% da biomassa total (FAO, 2006), considerando o volume total de biomassa produzida por unidade de área plantada.

A quantidade de resíduos decorrente da colheita da cana-de-açúcar depende de variados fatores, entre os quais: o sistema com ou sem queima da cana na pré-colheita, a altura dos ponteiros, a variedade plantada, a idade da cultura e seu estágio de corte, o clima, o solo, o uso ou não de vinhoto na fertirrigação do campo, entre outros, que exercem influência importante nas características, quantidade e qualidade da palha.

E neste relatório enumeramos as alternativas energética com o uso da biomassa da cana-de-açúcar.

O valor médio da produção de matéria seca que estima os resíduos secos potenciais da cana-de-açúcar, denominados palha, é de 140 kg por tonelada de cana colhida, com 50% de umidade, considerando as diversas variedades de cana-de-açúcar plantadas.



A produtividade média de cana-de-açúcar no Brasil é de 85 toneladas por hectare, sendo que para cada tonelada de cana processada são gerados cerca de 140 kg de palha e 140 kg de bagaço em base seca, ou seja, 12 toneladas de palha e 12 toneladas de bagaço. A palha de cana-de-açúcar representa 15% do peso dos colmos da cana madura, ou 12% quando seca. A Brasil Biomassa desenvolveu uma série de projetos e plantas industriais para o aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar.

Como resultado, a demanda por biomassa da Cana-de-açúcar para descarbonização está aumentando rapidamente e abrangem muitos setores da economia; Ele aparece em várias estratégias para descarbonização que devem ser implementadas como encontra-se na presente publicação:

Uma estratégia que desenvolvemos no Estudo de Mercado e que precisa ser implantada envolve um aumento de 50 TWh na mudança de combustível industrial para combustíveis de baixo carbono até 2035. Isto pode ser alcançado principalmente por meio da mudança de combustíveis fósseis para bioeletricidade com a biomassa e hidrogênio, embora a bioenergia possa permitir economias adicionais de carbono.

Entendemos que o Estudo de Mercado Biomassa será fundamental para o desenvolvimento de um plano de segurança energética do Brasil, delineando como o governo planeja proteger nosso sistema de energia, garantindo um fornecimento resiliente e confiável, aumentar nossa eficiência energética e reduzir as contas por meio de ações decisivas para aumentar o fornecimento doméstico de eletricidade de baixo carbono.

Isto pode consolidar o Brasil como uma potência energética de baixo carbono e na garantia dos benefícios econômicos da transição energética. Inclusive por meio de grandes projetos (com financiamento do governo) de Utilização e Armazenamento de Captura de Carbono e no aumento dos volumes crescentes biometano e hidrogênio verde produzido internamente (com uso de resíduos agrícolas e industriais).

Que serão injetados na rede de gás por meio do Esquema de Apoio ao Gás Verde (GGSS), que reduzirá as emissões de carbono, diminuirá a dependência do gás natural e proporcionará diversidade no fornecimento de gás. Além de estabelecer uma ambição de fornecimento até 10 GW de capacidade de produção de hidrogênio de baixo carbono até 2030, sujeito à acessibilidade e à relação custo-benefício.

Necessitamos no desenvolvimento de uma estratégia zero carbono para o sistema de transporte e de aviação para alcançar um sistema de transporte zero carbono até 2050, por meio do rápido desenvolvimento de tecnologia biometano, hidrogênio e de novos biocombustíveis. Necessitamos de várias medidas para incluir metas ambiciosas de zero emissões líquidas de aviação doméstica no Brasil e operações aeroportuárias de emissão zero até 2040.

De extrema importância vamos avaliar no Estudo de Mercado, o desenvolvimento de uma estratégia para a produção de hidrogênio verde e de baixo carbono no Brasil que é um componente importante da estratégia para garantir segurança energética, impulsionar o crescimento econômico e apoiar o zero líquido.

Tem o potencial de ajudar a reduzir as emissões em setores industriais vitais do Brasil e fornecer energia flexível para calor, vapor, aquecimento e transporte.

Para alcançar a escala e as reduções de custos necessárias para ajudar a entregar zero líquido, deve apoiar como uma estratégia de segurança energética uma rota de produção de hidrogênio verde com o uso dos tipos de biomassa.

Fundamentalmente vamos avaliar no Estudo de Mercado que necessitamos de uma estratégia efetiva de descarbonização industrial com o reconhecimento que as tecnologias hipocarbônicas necessárias para a descarbonização das indústrias se encontram em diferentes fases de desenvolvimento e que precisam ser implementadas. A estratégia descreve uma abordagem abrangente para apoiar a implantação de tecnologias de baixo carbono, impulsionar a inovação e garantir a competitividade de longo prazo das indústrias durante a transição para um futuro líquido zero.

Precisamos de uma planejamento e de uma estratégia de calor para as residências e edifícios. Precisamos estabelecer como o Brasil descarbonizará suas casas e edifícios comerciais, industriais e do setor público, como parte da definição de um caminho para zero líquido até 2050. Isso deve considerar o papel que a bioenergia pode desempenhar para ajudar a descarbonizar o setor.

Precisamos em aumentar a produção de biometano e hidrogênio para descarbonizar a rede de gás, bem como como a bioenergia pode ser usada na descarbonização .

A estratégia também deve buscar a garantia que os padrões ambientais não sejam afetados negativamente (por exemplo, qualidade do ar e sustentabilidade das matérias-primas). Avaliamos no Estudo de Mercado uma futura estratégia para os bioombustíveis hipocarbônicos para definir a forma como os biocombustíveis hipocarbônicos, poderão ser implantados em todos os modos de transporte no período até 2050.

O uso de biomassa da cana-de-açúcar como recurso para produção de Hidrogênio verde pode contribuir para a transição para sistemas de energia neutros ou negativos em carbono. Este estudo oferece uma investigação abrangente do desempenho técnico e da pegada ambiental do ciclo de vida com a tecnologia de gaseificação para produção de Hidrogênio Verde, usando biomassa seca (resíduos da cana-de-açúcar) como entrada. A pegada de carbono negativa é obtida ao custo de compensações. Veículos elétricos de célula de combustível usando hidrogênio verde de biomassa (cana-de-açúcar) como combustível acabam sendo os mais amigáveis ao clima entre todas as opções, com até mesmo possíveis emissões negativas de gases de efeito estufa.

No Estudo fazemos uma avaliação tecno ambiental de produção de hidrogênio verde a partir de biomassa com captura e armazenamento de carbono. Realizamos uma análise tecno ambiental integrada de três tecnologias de gaseificação para produção de H<sub>2</sub> a partir de biomassa da cana-de-açúcar:

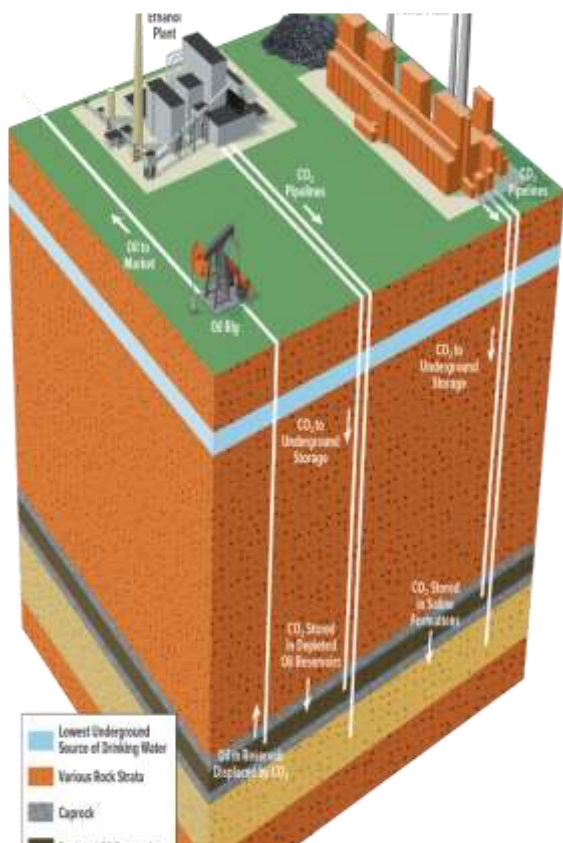
(i) o reformador de tubo de calor, (ii) o gaseificador de reforma aprimorada por sorção e (iii) o gaseificador de fluxo arrastado, cada um deles com e sem captura de CO<sub>2</sub> pré-combustão seguida de armazenamento geológico permanente.

Para esse propósito, vinculamos modelos de processo detalhados de produção de hidrogênio e Avaliação do Ciclo de Vida levando em consideração todos os processos relevantes, desde a colheita de da cana-de-açúcar até o fim da vida útil dos veículos ou do uso na aviação. Este procedimento permitiu uma quantificação de benefícios e potenciais trade-offs de uma gama de configurações de processo de perspectivas técnicas e ambientais de forma consistente.

A bioenergia pelo uso da biomassa da cana-de-açúcar com captura e armazenamento de carbono (Power BECCS) pode desempenhar um papel importante no fornecimento de energia despachável ou de carga de base, complementando a variabilidade de outras energias renováveis.

Devemos estabelecer uma trajetória política alinhada ao Net Zero para ajudar a incentivar os atuais locais de cogeração combinada de calor e energia (CHP) a descarbonizar, seja na transição para a eletrificação ou na opção de CHP de baixo carbono.





Assim, enquanto as iniciativas tradicionais de captura e armazenamento de carbono (CCS) estão associadas à queima de combustíveis fósseis – como o gás natural –, os sistemas Beccs vão um passo além ao contribuir para emissões negativas de gases de efeito estufa, ou seja, liberando a menor quantidade possível desses gases e reabsorvendo as emissões restantes

No estudo de mercado avaliamos as tecnologias de Remoção de Gases de Efeito Estufa (incluindo Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono) serão essenciais, pois são necessárias para equilibrar as emissões residuais de setores difíceis de descarbonizar (uso intenso de energia para aquecimento dos fornos e caldeiras) e, ao mesmo tempo no fornecimento de novas oportunidades econômicas. Portanto, o uso de biomassa da cana-de-açúcar é consideravelmente aumentado em relação ao nível atual, em grande parte como resultado do desenvolvimento do BECCS de hidrogênio. Com base na aceitação geral de que a biomassa podem fornecer uma fonte de energia de baixo carbono, os caminhos da bioenergia estão sendo cada vez mais incluídos em estratégias de energia renovável e redução de emissões de muitos países como o Brasil. Como resultado, a demanda por biomassa para descarbonização está aumentando rapidamente e abrangem muitos setores da economia.

De acordo com a Agência Internacional de Energia, "as biorrefinarias contribuirão significativamente para o uso sustentável e eficiente dos recursos de biomassa, fornecendo uma variedade de produtos para diferentes mercados e setores. Elas também têm o potencial de reduzir conflitos e competição por terras e matéria-prima, mas é necessário medir e comparar os benefícios das biorrefinarias com outras soluções possíveis para definir a opção mais sustentável."

Culturas energéticas como a cana energia de rápido crescimento após o plantio que geram um enorme contingente de resíduos como palhiço não utilizados na colheita e os outros produtos que são produzidos durante o processamento em usinas como o bagaço e a vinhaça podem ser utilizados na produção de bioprodutos.

A crescente demanda por energia e os recursos limitados de energia não renovável aumentaram as preocupações com a segurança energética. Com o compromisso do Brasil em ficar neutro em termos de zero carbono até 2035/2050, a transição para fontes de energia renováveis como a biomassa da cana-de-açúcar se tornou essencial. Embora a energia eólica e solar sejam intermitentes, fontes de energia verde consistentes e confiáveis, como biogás e biometano, oferecem alternativas promissoras.

O Estudo de Mercado avalia a produção de biogás e biometano a partir de biomassa da cana-de-açúcar aborda os principais desafios, incluindo estabilidade da rede ("oferta sob demanda"), produção descentralizada de energia, densidade energética e armazenamento e transporte eficientes por meio da infraestrutura de gás natural existente.

Este estudo examina tecnologias para converter biomassa da cana-de-açúcar em biometano e propõe um projeto conceitual utilizando as melhores tecnologias disponíveis.

A produção de etanol de cana-de-açúcar gera cerca de 360 bilhões de litros de vinhaça, um efluente líquido com uma demanda química média de oxigênio de 46.000 mg/L. A vinhaça ainda contém cerca de 11% da energia original do caldo de cana, mas essa energia química é diluída. Esse resíduo, geralmente descartado ou aplicado na fertirrigação, é um substrato adequado para digestão anaeróbica.

Com um potencial de biometano variando de 215 a 324 L de metano produzido por quilo de matéria orgânica na vinhaça, a DA poderia melhorar a produção de energia das biorrefinarias de cana-de-açúcar.



A vinhaça é um coproduto necessário da destilação, gerado em grandes quantidades (10–15 L por litro de etanol). É rico em resíduos orgânicos e minerais, levando a um tremendo problema ambiental, e também a muitas oportunidades de processamento. O aumento da circularidade em direção a biorrefinarias de desperdício zero torna diferentes aplicações de vinhaça cada vez mais atraentes, como fertilizante, ração animal ou fonte de energia por meio de DA. Este último é cada vez mais importante, com pesquisa ativa e implementação recente em larga escala.

A vinhaça da cana-de-açúcar é um subproduto da indústria da cana-de-açúcar e pode ser usada para geração de biometano. Esse processo envolve microrganismos quebrando a matéria orgânica na vinhaça na ausência de oxigênio, produzindo metano e dióxido de carbono, bem como um resíduo rico em nutrientes que pode ser usado como fertilizante. O biometano pode ser usado como uma fonte renovável de energia para eletricidade e transporte. A combinação de gaseificação de biomassa, metanação catalítica e biometanação, suplementada por hidrogênio da eletrólise, fornece um método eficaz para converter madeira em biometano. Apesar da complexidade do sistema e das atuais limitações tecnológicas em eficiência energética, as descobertas destacam o potencial do biometano como um transportador de energia confiável para aplicações domésticas e industriais.

O estudo retrata que uso de biochar com uso da biomassa é uma estratégia promissora no gerenciamento de resíduos biológicos e mitigação de gases de efeito estufa. O Estudo explora o uso de biochar como uma estratégia de mitigação para metano.

Temos um quantitativo de disponibilidade de resíduos de 327.855.000 ton./ano da palha e bagaço um poder calorífico 13,4 MJ/kg que podem ser utilizados na produção do biochar.



Essas duas matérias-primas orgânicas (palha e bagaço) podem ser convertidas termoquimicamente em biochars, biocarbono e biopellets e briquetes como produtos energéticos para captura e armazenamento de carbono, a capacidade de retenção de água e melhorar a produtividade da cana-de-açúcar.

Os benefícios são esperados tanto para os produtores de cana-de-açúcar quanto para os usineiros por meio da produção de subprodutos valiosos da pirólise de resíduos de bagaço e do palhiço da cana-de-açúcar, bem como o aprimoramento do papel da indústria da cana-de-açúcar nos mercados de energia renovável.



Uma extensa pesquisa desenvolvida neste estudo revelou uma via promissora para melhorar a recuperação de energia por meio da conversão de resíduos da cana-de-açúcar em novos produtos energéticos.

Essa transformação é obtida empregando técnicas termoquímicas e bioquímicas após o processo de desvolatilização da biomassa. Esses métodos inovadores oferecem uma oportunidade atraente para aproveitar maior potencial energético de sobras da cana-de-açúcar, abrindo caminho para a utilização sustentável e eficiente de recursos.

A versatilidade do bagaço de cana-de-açúcar abre inúmeras possibilidades para sua aplicação em vários setores, fornecendo alternativas sustentáveis e ecologicamente corretas em várias indústrias.

O desafio do setor agroindustrial vai exigir uma enorme quantidade de adubos e fertilizantes e o biochar e a amônia verde pode ser uma solução ao setor. Uma solução sustentável e multifuncional para mudanças climáticas pode ajudar a construir resiliência em comunidades locais de alto risco e sensíveis ao impacto das mudanças climáticas.

Em face do aumento das temperaturas globais, eventos climáticos extremos e a necessidade resultante de agricultura adaptada, o biochar e a amônia verde oferecem uma solução interseccional para questões em torno da degradação do solo, remoção de carbono, desafios de uso da terra, insegurança alimentar e desenvolvimento econômico.



No entanto, está claro a partir do estado da arte atual que o biochar de biomassa da cana-de-açúcar pode ser um ator chave na modulação da redução de gases de efeito estufa.

O biocarvão ou biocarbono recentemente ganhou atenção como um substituto potencial para o carvão em processos siderúrgicos e alumínio devido ao seu potencial de captura de carbono.

Os biocombustíveis produzidos a partir de biomassa residual da cana-de-açúcar, como biocarvão, bio-óleo ou gás de síntese, podem ser uma substituição propícia para combustíveis fósseis.

O biocarvão recebeu muito interesse como um substituto potencial devido à sua alta combustibilidade, alto conteúdo energético, melhor moabilidade e capacidade reduzida.

Além disso, a principal vantagem de usar biomassa ou biocarvão como combustível é sua neutralidade de carbono.

No estudo avaliamos os detalhes de produção de biocarvão/biocarbono, bio-óleo e gás sintético da biomassa (palha e bagaço) da cana-de-açúcar.



A inovação tecnológica envolve a fabricação de biocarbono com um novo processo de pirólise que utiliza biomassa da cana-de-açúcar. Substituir o carvão mineral e coque metalúrgico por biocarbono tornará possível reduzir quase totalmente as emissões de GEE do carvão fóssil. Os resultados também podem incluir um aumento nas oportunidades de emprego no setor da indústria da cana-de-açúcar, ao mesmo tempo em que gera investimentos adicionais até 2030.

Preocupações com a segurança do fornecimento de energia e as mudanças climáticas aumentaram a demanda por biomassa da cana-de-açúcar usada para fins de bioenergia, incluindo biocombustíveis líquidos, como etanol e biodiesel, e biocombustíveis sólidos. No entanto, políticas voltadas para a geração de energia renovável impulsionaram a demanda por biomassa sólida para usos industriais, incluindo geração de eletricidade em combustão autônoma ou co-queima em usinas de energia a carvão, calor e energia combinados e aquecimento industrial.

Avaliamos no Estudo dados da demanda global por biopellets da cana-de-açúcar usados para fins energéticos está crescendo. A biomassa da cana-de-açúcar tem o potencial de ser uma fonte de energia alternativa sustentável, acessível, renovável e ecologicamente correta. Devido a várias desvantagens, incluindo sua facilidade de absorção e liberação de água, alto teor de umidade e baixo valor calorífico, a biomassa da palha da cana-de-açúcar deve ser pré-tratada por meio de moagem ou secagem. Um dos problemas com que o setor energético está lidando atualmente é o armazenamento de grandes quantidades de combustível de biomassa da cana-de-açúcar. Para resolver esse problema, a biomassa da cana-de-açúcar (palha e bagaço) é convertida em combustíveis sólidos, como biopellets, para facilitar o manuseio, o transporte e o armazenamento.



Além disso, os biopellets da cana-de-açúcar são uma maneira rápida e fácil de gerar energia de biomassa zero carbono, que é eficiente e renovável

A presente análise no Estudo demonstra que quantidades substanciais de recursos alternativos da cana-de-açúcar de baixo valor estão disponíveis e poderiam ser processados em pellets.

Ressaltamos como temática no Estudo de Mercado que é de extrema importância um plano de ação para a cana-de-açúcar no Brasil, estabelecendo aspirações ambiciosas em matéria de disponibilidade de áreas para plantações e da importância da cana-de-açúcar na economia verde e reconhecendo a necessidade de desenvolver a base factual para a expansão e do coberto arbóreo.

Portanto, demonstramos no Estudo de Mercado que o Brasil têm potencial para produzir mais do que cem milhões de toneladas de biomassa de origem sustentável (cana-de-açúcar) para uso energético, suprimento e descarbonização.

No Estudo de mercado avaliamos melhor uso da biomassa da cana-de-açúcar para apoiar a meta líquida zero do Brasil. Inclui a análise do cenário atual de uso de biomassa (visão de curto prazo), análise do papel da biomassa para atender a meta zero carbono e a descarbonização industrial (visão de médio prazo) e uma série de cenários ilustrativos para delinear o papel potencial da biomassa para zero líquido (visão de longo prazo). Como parte dessa avaliação, também consideramos o contexto estratégico mais amplo em torno da segurança energética e do crescimento econômico.

Portanto, é uma oportunidade para reunir essas estratégias em todas as áreas e fornecer uma visão geral da priorização do uso de biomassa da cana-de-açúcar e informações atualizadas sobre a disponibilidade de biomassa para o Brasil.

O desafio é apoiar essa mudança criando uma estratégia robusta que permita à indústria cumprir seu objetivo de substituir os combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis como a biomassa da cana-de-açúcar até o ano de 2035/50.

AUTOR DO ESTUDO DE MERCADO