

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

**ATLAS BRASILEIRO BIOMASSA  
CANA-DE-AÇÚCAR**

**2024**



# SUMÁRIO EXECUTIVO

## ATLAS BRASILEIRO BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>29</b>
Declarações prospectivas	
Escopo do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar	
Biomassa no contexto mundial	
Projeções mundiais do mercado de biomassa	
Mercado brasileiro de biomassa da cana-de-açúcar	
Premissas preliminares do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar	
Objetivos do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar	
Anuários dos players produtores de biomassa da cana-de-açúcar	
Abordagem do trabalho	
Premissas fundamentais do Atlas Brasileiro Biomassa Cana-de-açúcar	
Metodologia de desenvolvimento do Atlas Brasileiro Biomassa Cana-de-açúcar	
Plataforma de dados de biomassa da cana-de-açúcar	
Objetivos específicos do Atlas Brasileiro Biomassa Cana-de-açúcar	
Orientações para o relatório de pesquisa de mercado	
Segmentação de mercado de biomassa da cana-de-açúcar	
<b>DIRETRIZES GERAIS DO SUPRIMENTO DE BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR .....</b>	<b>50</b>
a. Biomassa para reduções emissões GEE	
b. Fontes renováveis de energia.	
c. Reduzindo a dependência de combustíveis fósseis	
d. Variáveis da Biomassa em comparação aos combustíveis fósseis	
e. Redução emissões biomassa em substituição carvão	
f. Contabilidade de carbono	
g. Compensação de carbono	

- g1. Carbono negativo
- h. Biomassa para Descarbonização industrial
  - h1. Descarbonização Industrial. Carbono Zero com uso da biomassa
  - h2. Descarbonização Substituição dos Combustíveis Fósseis em Caldeiras Industriais
  - h3. Descarbonização industrial biomassa x gás natural, óleo diesel e glp
  - h4. Biomassa sustentável descarbonização indústrias químicas, refinação, ferro e aço, cimentos e alimentos e bebidas
- i. Alternativa renovável às fontes tradicionais de combustível
- j. Gerenciamento de suprimentos de biomassa
- k. Biomassa de origem sustentável
- l. Requisitos Fornecimento Biomassa Suprimento Energético
  - l1. Diretrizes de abastecimento de biomassa
  - l2. Cadeia de Suprimento de Biomassa
  - l3. Custo da Cadeia de Suprimento de Biomassa
- m. Gerenciamento da cadeia de suprimentos
  - m1. Abordagem de projeção da Cadeia de Suprimento de Biomassa
  - m2. Modelo de sistema de fornecimento
- n. Sistema de fornecimento de Biomassa
  - n1. Demanda por biomassa da Cana-de-açúcar
  - n2. Uso da Biomassa da Cana-de-açúcar
  - n3. Biomassa da Cana-de-açúcar para geração de energia
- o. Substituição Carvão por Biomassa
- p. Riscos do Suprimento de Biomassa
  - p1. Estratégias de Mitigação dos Riscos de Suprimento de Biomassa
  - p2. Categorização dos riscos da cadeia de abastecimento de biomassa
  - p3. Estratégias de mitigação de riscos da cadeia de suprimentos de biomassa

**I. ENERGIA DESCARBONIZAÇÃO BIOMASSA.....100**

**1.1. Preliminares**

**1.2. Energia**

## **1.2.1. Fontes Alternativas de Energia**

## **1.3.Desenvolvimento sustentável**

### **1.3.1. Sustentabilidade e ecoeficiência**

## **1.4.Descarbonização**

### **1.4.1. Descarbonização Industrial**

### **1.4.2. Descarbonização de Substituição Gás Natural GLP por Biomassa**

#### **1.4.2.1. Diretrizes Gerais do Gás natural**

#### **1.4.2.2. Caldeiras a vapor**

#### **1.4.2.3. Combustíveis energéticos**

#### **1.4.2.4. Caldeira Flamotubular Biomassa**

#### **1.4.2.5. Projeto da Caldeira Industrial de Biomassa**

##### **1.4.2.5.1. Configuração da caldeira**

##### **1.4.2.5.2. Redução do custo de tonelada de vapor**

##### **1.4.2.5.3. Tambor de Vapor**

##### **1.4.2.5.4. Fornalha**

##### **1.4.2.5.5. Grelha Móvel**

##### **1.4.2.5.6. Sistema de retirada de cinzas do fim da grelha**

##### **1.4.2.5.7. Pré-aquecedor de ar**

##### **1.4.2.5.8. Silo dosador com roscas**

##### **1.4.2.5.9. Filtro Multiciclone**

##### **1.4.2.5.10. Ventilador de ar primário**

##### **1.4.2.5.11. Ventilador de ar secundário**

##### **1.4.2.5.12. Chaminé**

##### **1.4.2.5.13. Exaustor de tiragem**

##### **1.4.2.5.14. Sopradores de fuligem**

##### **1.4.2.5.15. Tanque de condensado**

##### **1.4.2.5.16. Tanque de descarga de fundo**

##### **1.4.2.5.17. Coletor e distribuidor de vapor**

##### **1.4.2.5.18. Funcionamento**

#### **1.4.2.6. Viabilidade de Substituição do Gás Natural, BPF pela Biomassa**

### **1.5. Biomassa Energética**

#### **1.5.1. Biomassa Lignocelulósica**

##### **1.5.1.1. Celulose**

##### **1.5.1.2. Hemicelulose**

##### **1.5.1.3. Lignina**

##### **1.5.1.4. Análise de Composição da Biomassa**

#### **1.5.2. Biomassa Residual**

#### **1.5.3. Rotas de Conversão da Biomassa**

#### **1.5.4. Pré-tratamento da Biomassa**

#### **1.5.5. Secagem da Biomassa**

#### **1.5.6. Moagem da Biomassa**

### **1.6. Tecnologias de Conversão da Biomassa**

#### **1.6.1. Biocombustíveis líquidos**

#### **1.6.2. Biocombustíveis gasosos**

##### **1.6.2.1. Biogás e Biometano**

#### **1.6.3. Biocombustíveis sólidos**

#### **1.6.4. Combustão**

#### **1.6.5. Gaseificação**

##### **1.6.5.1. Gaseificador de leito fixo**

##### **1.6.5.2. Gaseificador updraft**

##### **1.6.5.3. Gaseificador downdraft**

##### **1.6.5.4. Gaseificador de leito fluidizado**

#### **1.6.6. Pirólise ou carbonização**

#### **1.6.7. Liquefação**

#### **1.6.8. Cogeração**

#### **1.6.9. Hidrólise**

#### **1.6.10. Transesterificação**

#### **1.6.11. Craqueamento**

1.6.12. Digestão anaeróbia

1.6.13. Fermentação

**II. CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....200**

2.1. História da cana-de-açúcar

2.1.1 Uma breve história da cana-de-açúcar

2.1.2. Cana-de-açúcar no Brasil

2.1.3. Contribuições e importância Econômica

2.2. Estudo básico da cana-de-açúcar

2.2.1. Classificação da cana-de-açúcar

2.2.2. Características das espécies

2.2.3. Variedades comerciais de cana-de-açúcar

2.2.4. Morfologia

2.3. Ecofisiologia

2.3.1. Cana-planta e a cana-soca

2.4. Propagação comercial da cana-de-açúcar

2.4.1. Propagação comercial da cana-de-açúcar

2.4.2. Fatores que afetam o ciclo da cana-de-açúcar

2.5. Colheita e processamento

2.5.1. Colheita

2.5.1.1. Colheita manual

2.5.1.2. Colheita mecanizada

2.5.2. Processamento da cana-de-açúcar

2.6. Planejamento e instalação da cultura

2.6.1. Planejamento

2.6.2. Instalação da cultura

2.7. Plantio, nutrição e irrigação

2.7.1. Plantio

2.7.2. Nutrição mineral

### 2.7.3. Irrigação 86

## 2.8. Parâmetros de qualidade da cana-de-açúcar

### 2.8.1. Qualidade da cana-de-açúcar

### 2.8.2. Importância da qualidade da cana para a eficiência industrial

## **III. SETOR SUCROENERGÉTICO NACIONAL.....250**

### 3.1. Área Plantada da Cana-de-açúcar

#### 3.1.1. Regiões Produtoras de Cana-de-açúcar no Brasil

### 3.2. Estados Produtores de Cana-de-açúcar - Área Plantada, Produtividade e Produção

#### 3.2.1. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Amazonas

#### 3.2.2. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Pará

#### 3.2.3. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Tocantins

#### 3.2.4. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Maranhão

#### 3.2.5. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Piauí

#### 3.2.6. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Rio Grande do Norte

#### 3.2.7. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado da Paraíba

#### 3.2.8. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado de Pernambuco

#### 3.2.9. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado de Alagoas

#### 3.2.10. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado de Sergipe

#### 3.2.11. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado da Bahia

#### 3.2.12. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Mato Grosso

#### 3.2.13. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Mato Grosso do Sul

#### 3.2.14. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado de Goiás

#### 3.2.15. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado de Minas Gerais

#### 3.2.16. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Espírito Santo

#### 3.2.17. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Rio de Janeiro

#### 3.2.18. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado de São Paulo

#### 3.2.19. Área Plantada, Produtividade e Produção no Estado do Paraná

## **IV BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....300**

### **4.1. Biomassa da Cultura da Cana-de-açúcar**

#### **4.1.1. Palhiço da cana-de-açúcar**

#### **4.1.2. Bagaço da cana-de-açúcar**

#### **4.1.3. Água de Lavagem da Cana-de-açúcar**

#### **4.1.4. Vinhaça**

### **4.2. Conversão biomassa da cana-de-açúcar em combustível energético**

### **4.3. Sustentabilidade bioenergia da cana-de-açúcar**

### **4.4. Importância dos tratamentos dos resíduos da cana-de-açúcar**

### **4.5. Gestão ambiental dos resíduos da cana-de-açúcar**

### **4.6. Impacto ambiental**

### **4.7. Problema ambiental dos resíduos da da cana-de-açúcar**

### **4.8. Emissões atividade da cana-de-açúcar**

### **4.9. Viabilidade na utilização dos resíduos da cana-de-açúcar**

### **4.10. Política nacional de resíduos sólidos e a Logística reversa**

### **4.11. Problema dos resíduos da cana-de-açúcar**

### **4.12. Propriedades das biomassa da cana-de-açúcar**

### **4.13. Caracterização dos recursos dendroenergéticos da biomassa da cana-de-açúcar**

#### **4.13.1. Composição química elementar**

#### **4.13.2. Composição química imediata**

#### **4.13.3. Umidade**

#### **4.13.3. Poder calorífico**

#### **4.13.5. Composição básica de um combustível**

#### **4.13.6. Elementos químicos**

#### **4.13.7. Compostos voláteis**

#### **4.13.8. Densidade aparente**

#### **4.13.9. Teor de cinzas**

#### **4.13.10 Teor de Carbono Fixo**

#### **4.13.11. Produtividade Energética**

## **V USO ENERGÉTICO DA PALHIÇO CANA-DE-AÇÚCAR.....400**

### **5.1. Aproveitamento energético da palhiço da cana-de-açúcar**

#### **5.1.1. Enfardamento do palhiço**

#### **5.1.2. Sistema de Equipamentos de Adensamento/Enfardamento da palhiço**

#### **5.1.3. Equipamentos de Colheita**

#### **5.1.4. Ceifeira-debulhadora**

#### **5.1.5. Equipamentos de corte e de alimentação**

#### **5.1.6. Equipamentos de debulha**

#### **5.1.7. Equipamentos de separação**

#### **5.1.8. Equipamentos de limpeza**

#### **5.1.9. Equipamentos de transporte e armazenamento**

#### **5.1.10. Equipamentos complementares**

#### **5.1.11. Espalhador de palhiço**

#### **5.1.12. Espalhador de moinhas**

#### **5.1.13. Destroçador de palhiço**

#### **5.1.14. Sistema de rasto contínuo**

#### **5.1.15. Ensiladoras**

#### **5.1.16. Equipamentos de enfardamento**

#### **5.1.17. Enfardadeiras**

#### **5.1.18. Plastificadora de fardos cilíndricos**

#### **5.1.19. Carregamento de fardos**

#### **5.1.20. Reboque auto carregador de fardos**

#### **5.1.21. Equipamentos de transporte**

#### **5.1.22. Reboques**

#### **5.1.23. Reboque de dois eixos**

#### **5.1.24. Reboque de um eixo**

#### **5.1.25. Logística, recolhimento e transporte do palhiço da cana-de-açúcar**

#### **5.1.26. Aleirador**

#### **5.1.27. Enfardadora de palhiço da cana-de-açúcar**

- 5.1.28. Carreta Recolhedora de Fardos da palhiço da cana-de-açúcar
- 5.1.29. Carregamento dos fardos da palhiço da cana-de-açúcar
- 5.1.30. Carregamento dos fardos de palhiço no caminhão
  - 5.1.30.1 Sistema de transporte do farda do palhiço por caminhão bitren e treminhão
  - 5.1.30.2. Carreta de transporte do palhiço
- 5.1.31. Processamento do palhiço enfardado na usina
- 5.1.32. Avaliação econômica do uso do palhiço enfardado

## **VI. DIAGNÓSTICO POTENCIAL BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR BRASIL.....520**

- 6.1. Dados do setor sucroenergético
  - 6.1.1. Produção cana-de-açúcar no Brasil
  - 6.1.2. Produção de etanol no Brasil
- 6.2. Metodologia de cálculo dos resíduos da biomassa da cana-de-açúcar
  - 6.2.1. Bagaço da cana-de-açúcar
    - 6.2.1.1. Cálculo do Quantitativo de biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
    - 6.2.1.2. Cálculo do Quantitativo de dsponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 6.2.2. Palhiço da cana-de-açúcar
    - 6.2.2.1. Cálculo do Quantitativo de biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
    - 6.2.2.2. Cálculo do Quantitativo de dsponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 6.2.3. Vinhaça
    - 6.2.3.1. Cálculo do Quantitativo de biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
    - 6.2.3.2. Cálculo do Quantitativo de dsponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar

## **VII. ATLAS BRASILEIRO DE BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR .....600**

- 7.1. Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar
  - 7.1.1. Identificação do mercado
  - 7.1.2. Diagnóstico do Segmento de produção de biomassa da cana-de-açúcar
  - 7.1.3. Canais de pesquisa utilizados
  - 7.1.4. Perfil dos produtores de biomassa da cana-de-açúcar
    - 7.1.4.1. Cultivo da cana-de-açúcar

7.1.4.2. Usinas etanol e açúcar

7.1.4.3. Destilarias

7.1.5. Importância do uso da biomassa da cana-de-açúcar no mercado nacional

7.1.6. Biomassa da cana-de-açúcar como uma solução para geração de energia

## **VIII. DIAGNÓSTICO PRODUÇÃO E DISPONIBILIDADE BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR.....650**

8.1. Diagnóstico de produção e disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar na Região Norte

8.1.1. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Amazonas

8.1.1.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar

8.1.1.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar

8.1.1.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar

8.1.2. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Pará

8.1.2.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar

8.1.2.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar

8.1.2.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar

8.1.3. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Tocantins

8.1.3.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar

8.1.3.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar

8.1.3.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar

8.2. Diagnóstico de produção e disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar na Região Nordeste

8.2.1. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Alagoas

8.2.1.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar

8.2.1.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar

8.2.1.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar

8.2.2. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado da Bahia

8.2.2.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar

8.2.2.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar

8.2.2.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar

8.2.3. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Maranhão

- 8.2.3.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
- 8.2.3.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
- 8.2.3.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.2.4. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado da Paraíba
  - 8.2.4.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 8.2.4.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 8.2.4.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.2.5. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco
  - 8.2.5.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 8.2.5.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 8.2.5.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.2.6. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Piauí
  - 8.2.6.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 8.2.6.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 8.2.6.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.2.7. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte
  - 8.2.7.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 8.2.7.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 8.2.7.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.2.8. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado de Sergipe
  - 8.2.8.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 8.2.8.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 8.2.8.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.3. Diagnóstico de produção e disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar na Região Centro-oeste
  - 8.3.1. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado de Goiás
    - 8.3.1.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
    - 8.3.1.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
    - 8.3.1.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
  - 8.3.2. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso

- 8.3.2.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
- 8.3.2.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
- 8.3.2.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.3.3. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul
  - 8.3.3.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
  - 8.3.3.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
  - 8.3.3.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.4. Diagnóstico de produção e disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar no Sudeste
  - 8.4.1. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado de Espírito Santo
    - 8.4.1.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
    - 8.4.1.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
    - 8.4.1.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
  - 8.4.2. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Minas Gerais
    - 8.4.2.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
    - 8.4.2.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
    - 8.4.2.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
  - 8.4.3. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro
    - 8.4.3.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
    - 8.4.3.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
    - 8.4.3.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
  - 8.4.4. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo
    - 8.4.4.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
    - 8.4.4.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
    - 8.4.4.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar
- 8.5. Diagnóstico de produção e disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar na Região Sul
  - 8.5.1. Cenário de produção da cultura da cana-de-açúcar no Estado do Paraná
    - 8.5.1.1. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar
    - 8.5.1.2. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa do palhiço da cana-de-açúcar
    - 8.5.1.3. Quantitativo residual e disponibilidade da biomassa da vinhaça da cana-de-açúcar

## **IX. PLAYERS PRODUTORES DA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....750**

### **9.1. Players produtores da cana-de-açúcar no Amazonas**

#### **9.1.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

#### **9.1.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

#### **9.1.3. Players do setor das destilarias**

### **9.2. Players produtores da cana-de-açúcar no Pará**

#### **9.2.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

#### **9.2.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

#### **9.2.3. Players do setor das destilarias**

### **9.3. Players produtores da cana-de-açúcar no Tocantins**

#### **9.3.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

#### **9.3.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

#### **9.3.3. Players do setor das destilarias**

### **9.4. Players produtores da cana-de-açúcar em Alagoas**

#### **9.4.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

#### **9.4.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

#### **9.4.3. Players do setor das destilarias**

### **9.5. Players produtores da cana-de-açúcar na Bahia**

#### **9.5.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

#### **9.5.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

#### **9.5.3. Players do setor das destilarias**

### **9.6. Players produtores da cana-de-açúcar no Maranhão**

#### **9.6.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

#### **9.6.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

#### **9.6.3. Players do setor das destilarias**

### **9.7. Players produtores da cana-de-açúcar na Paraíba**

#### **9.7.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

#### **9.7.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

#### **9.7.3. Players do setor das destilarias**

## **9.8. Players produtores da cana-de-açúcar em Pernambuco**

### **9.8.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

### **9.8.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

### **9.8.3. Players do setor das destilarias**

## **9.9. Players produtores da cana-de-açúcar no Piauí**

### **9.9.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

### **9.9.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

### **9.9.3. Players do setor das destilarias**

## **9.10. Players produtores da cana-de-açúcar no Rio Grande do Norte**

### **9.10.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

### **9.10.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

### **9.10.3. Players do setor das destilarias**

## **9.11. Players produtores da cana-de-açúcar em Sergipe**

### **9.11.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

### **9.11.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

### **9.11.3. Players do setor das destilarias**

## **9.12. Players produtores da cana-de-açúcar em Goiás**

### **9.12.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

### **9.12.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

### **9.12.3. Players do setor das destilarias**

## **9.13. Players produtores da cana-de-açúcar no Mato Grosso**

### **9.13.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

### **9.13.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

### **9.13.3. Players do setor das destilarias**

## **9.14. Players produtores da cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul**

### **9.14.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar**

### **9.14.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar**

### **9.14.3. Players do setor das destilarias**

## **9.15. Players produtores da cana-de-açúcar no Espírito Santo**

- 9.15.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar
- 9.15.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar
- 9.15.3. Players do setor das destilarias
- 9.16. Players produtores da cana-de-açúcar em Minas Gerais
  - 9.16.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar
  - 9.16.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar
  - 9.16.3. Players do setor das destilarias
- 9.17. Players produtores da cana-de-açúcar no Rio de Janeiro
  - 9.17.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar
  - 9.17.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar
  - 9.17.3. Players do setor das destilarias
- 9.18. Players produtores da cana-de-açúcar em São Paulo
  - 9.18.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar
  - 9.18.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar
  - 9.18.3. Players do setor das destilarias
- 9.19. Players produtores da cana-de-açúcar no Paraná
  - 9.19.1. Players do setor de cultivo da cana-de-açúcar
  - 9.19.2. Players do setor das usinas etanol e açúcar
  - 9.19.3. Players do setor das destilarias

## **X. MODERNA TECNOLOGIA DE APROVEITAMENTO BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....900**

- 10.1 Tecnologia de produção de Biogás da biomassa da vinhaça
  - 10.1.1. Vinhaça como substrato para a produção de biogás
  - 10.1.2 Digestão Anaeróbia da vinhaça
  - 10.1.3 pH
  - 10.1.4 Temperatura
  - 10.1.5 Etapas do processo anaeróbico
  - 10.1.6. Biodigestores
  - 10.1.7. Produtos adicionais do processo de produção de biogás da vinhaça

**10.1.7.1. Biometano**

**10.1.7.2. CO2 industrial**

**10.1.7.3. Amônia Verde**

**10.1.7.4. Hidrogênio Verde**

**10.2. Tecnologia de produção de Biocarbono da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar**

**10.2.1 Processos de conversão térmica**

**10.2.2. Pirólise**

**10.2.3. Pirólise Rápida**

**10.2.3.1. Reatores para a pirólise rápida**

**10.2.3.2. Reator de leito fluidizado**

**10.2.3.3. Leito fluidizado circulante**

**10.2.3.4. Pirolisador de cone rotativo**

**10.2.3.5. Reator ablativo**

**10.2.3.6. Reator rosca sem fim**

**10.2.4. Produtos da pirólise rápida**

**10.2.4.1. Bio-óleo**

**10.2.4.2. Gases da carbonização**

**10.2.4.3. Gás natural sintético**

**10.2.4.4. Biocarvão/Biocarbono**

**10.3. Tecnologia de produção de biopellets da biomassa bagaço e palhiço da cana-de-açúcar**

**10.3.1. Biopellets da Cana-de-açúcar**

**10.3.2. Sistema industrial de produção biopellets**

**10.3.3. Matéria-prima - palhiço e bagaço - Especificações**

**10.3.4. Recepção, Estocagem e Movimentação da matéria-prima do palhiço enfardado**

**10.3.5. Sistema de refinação e moagem industrial**

**10.3.6. Sistema de refinação e moagem industrial**

**10.3.7. Sistema de peletização industrial**

**10.3.8. Sistema de resfriamento Industrial**

**10.3.9. Sistema de expedição de biopellets**

10.3.10. Sistema de embalagem industrial

10.3.11. Sistema de armazenamento industrial

10.3.12. Sistema de transporte dos biopellets

10.3.13. Sistema de controle de produção de biopellets

**BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA.....1.000**

**BIBLIOGRAFIA.....1.050**

# LISTA DE FIGURAS

# LISTA DE TABELAS

**Atlas Brasileiro Biomassa Cana-de-açúcar**

**142.429 Players Produtores de Biomassa da Cana-de-açúcar**

Catálogo na Fonte Brasil.

Brasil Biomassa e Energia Renovável. Curitiba. Paraná.

Edição 2024

Conteúdo: 1. Análise da biomassa da cana-de-açúcar no Brasil 2. Projeções de produção e de disponibilidade da biomassa da cana-de-açúcar nos Estados Brasileiros 3. Geração de energia com biomassa da cana-de-açúcar 4. Setor Sucroenergético Brasileiro. 5. Análise detalhada da produção e do potencial de geração de resíduos desde o cultivo da cana-de-açúcar até o processo industrial em usinas de produção de etanol e açúcar . 6. Eficiência energética e descarbonização industrial com uso da Biomassa da cana-de-açúcar - 7. Tecnologias de aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar para produção de energia, biopellets, biogás- biometano – CO2 industrial – biofertilizantes – amônia verde e hidrogênio verde 8. Mercado, Concorrência e Produtores e Consumidores 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

© 2024 ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável .

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

Edição eletrônica atualizada em 2024

Total de páginas da publicação 1.100

Banco de dados com planilhas contendo 142.429 empresas produtoras

Valor do investimento para aquisição do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar: R\$ 12.500,00

Valor do investimento para aquisição do Banco de dados com planilhas contendo 142.429 empresas produtoras do setor sucroenergético R\$ 7.500,00

Mais detalhes e como adquirir pelo Whats Brasil Biomassa (41) 998173023 ou pelo e-mail [diretoriabrasilbiomassa@gmail.com](mailto:diretoriabrasilbiomassa@gmail.com)



# INTRODUÇÃO



**Declarações Prospectivas .** O Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar avalia o potencial e a disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar e contém certas declarações prospectivas que dizem respeito a eventos futuros ou desempenho futuro do mercado de biomassa. Estas declarações prospectivas são baseadas em previsões e estudos técnicos e dados de mercado das principais entidades do setor sucroenergético do Brasil sobre as expectativas de desenvolvimento e de expansão do mercado de produção de biomassa da cana-de-açúcar.

Objetiva-se com o Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar em gerar expectativas dentro de uma tendência de mercado produtor de biomassa de origem da cana-de-açúcar e o potencial de disponibilidade de biomassa no Brasil por regiões e estados e os players produtores e consumidores de biomassa.

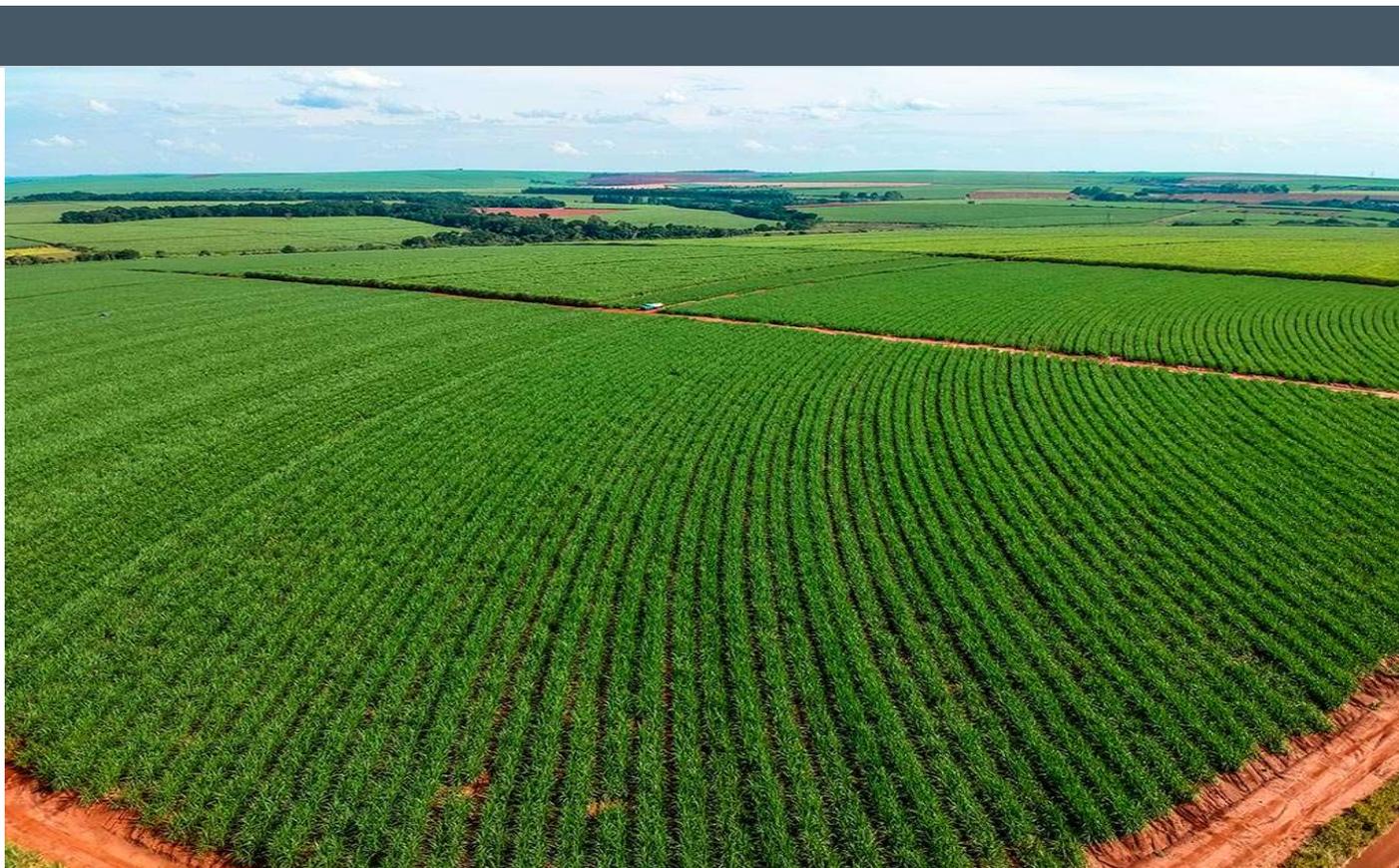
Se as expectativas geradas e premissas revelarem-se incorretas por mudança de fatores e de mercado, então os resultados reais podem diferir materialmente da informação prospectiva contida neste documento. Além disso, declarações prospectivas, por sua natureza, envolvem riscos e incertezas que poderiam causar os resultados reais difiram materialmente daqueles contemplados no Atlas. Assim utilizamos as declarações prospectivas de informações como apenas uma advertência no desenvolvimento do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar.

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Escopo do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar.** À medida que a população mundial aumenta, os recursos disponíveis para satisfazer os padrões de vida desejados devem também aumentar. Prevê-se que o fornecimento de energia aumente a uma taxa anual de 1,6%/ano, até 2030. Devido à crescente procura de energia, a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) espera que os gases com efeito de estufa (GEE) aumentem 50% até 2050, e possivelmente até 750 ppm até 2100, se não forem utilizadas energias de baixo carbono.

A crescente população mundial impulsionará a intensificação da cana-de-açúcar. Como consequência, é de esperar que sejam produzidas maiores quantidades de biomassa.

A atual geração anual global de todos os resíduos de biomassa, é da ordem de 140 Gt e quando a sua eliminação, utilização e gestão são inadequadas, surgem os impactos ambientais adversos.



Nos países em desenvolvimento, a maior parte dos resíduos de biomassa da cana-de-açúcar como o palhiço são deixados no campo para se decomponem naturalmente ou são queimados ao ar livre; afetando as águas superficiais e a atmosfera.

Como a mais antiga fonte de energia utilizada pelos seres humanos, a biomassa compreende materiais orgânicos como a cana-de-açúcar.

Esses materiais são utilizados para produzir bioenergia, uma energia derivada de matéria orgânica que está prestes a se tornar cada vez mais proeminente no mix global de energias renováveis, juntamente com a energia eólica e solar.

A bioenergia, produzida através da combustão de biomassa, desempenha um papel crucial na economia circular do carbono. O material orgânico utilizado na produção de bioenergia contém carbono absorvido pelas plantas através da fotossíntese. Quando esta biomassa é convertida em energia, o carbono é libertado de volta para a atmosfera e, à medida que a nova biomassa (planta) cresce, absorve uma quantidade equivalente de carbono. Este ciclo torna a bioenergia moderna num combustível com emissões quase nulas, fundamental para alcançar os objetivos de descarbonização em vários setores, incluindo transportes, processos industriais e produção de eletricidade.

Se os resíduos de biomassa tiverem potencial para outros usos, a sua deslocação deve seguir a “hierarquia de gestão de resíduos”, nomeadamente: prevenção, reutilização, reciclagem (incluindo compostagem), recuperação de energia e eliminação. Soluções de gestão de baixo consumo de energia e baixo carbono que valorizam os resíduos são, portanto, uma opção preferida.

Assim, para alcançar emissões líquidas zero a nível mundial até 2050 exige uma transformação sem precedentes na forma como a energia é produzida, transportada e utilizada.

No cenário Net Zero da AIE até 2050, o uso de bioenergia-biomassa moderna aumenta para 100 EJ em 2050, correspondendo a quase 20% do fornecimento total de energia.

Num mix energético dominado pela energia eólica e solar, a biomassa sustentável da cana-de-açúcar ocupa um lugar de destaque na produção flexível de energia.

A produção de biomassa para energia é fundamental para suprimento industrial e algumas questões devem ser observadas:

(i) a avaliação do potencial de biomassa e (ii) a atribuição de locais de recolhimento e transporte de biomassa e (iii) instalações que venham a utilizar esta fonte energética.

A base econômica da cana-de-açúcar e seus produtos, sustenta uma cadeia produtiva que tem participação fundamental na economia do país.

Os ecossistemas são cruciais para a manutenção e desenvolvimento das sociedades e das economias, apesar disso, o crescimento populacional e a expansão das áreas agrícolas pressionam as culturas energéticas.

No contexto mundial, o Brasil tem expressiva participação neste setor, tanto pelo número de empresas ligadas ao setor, como pela variedade e qualidade de produtos obtidos.

Por essa razão, o Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar, a quantificação e disponibilidade de biomassa e o monitoramento do suprimento é fundamental para o desenvolvimento sustentável ambiental.

Foram avaliados os produtores de cana-de-açúcar e as usinas de etanol e açúcar, incluindo-se as destilarias e outras empresas que atuam com a matéria-prima da cana-de-açúcar.

O presente Estudo tem como escopo principal, o levantamento do quantitativo de geração de biomassa do setor sucroenergético dividido por região e por estados e uma estimativa do estoque de biomassa que pode ser aproveitado para projetos energéticos e de descarbonização industrial.



Para atender ao escopo dos trabalhos:

i) Realizamos um amplo estudo da produção e da disponibilidade de biomassa da cadeia dos produtores de cana-de-açúcar e as usinas de etanol e açúcar por regiões e por estados.

ii) Players produtores do setor sucroenergético e do gerenciamento da cadeia de suprimento de biomassa.

iv) Analise o estoque de biomassa da cana-de-açúcar que pode ser aproveitada para o desenvolvimento de projetos industriais sustentáveis e para empresas com interesse em descarbonização industrial.

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

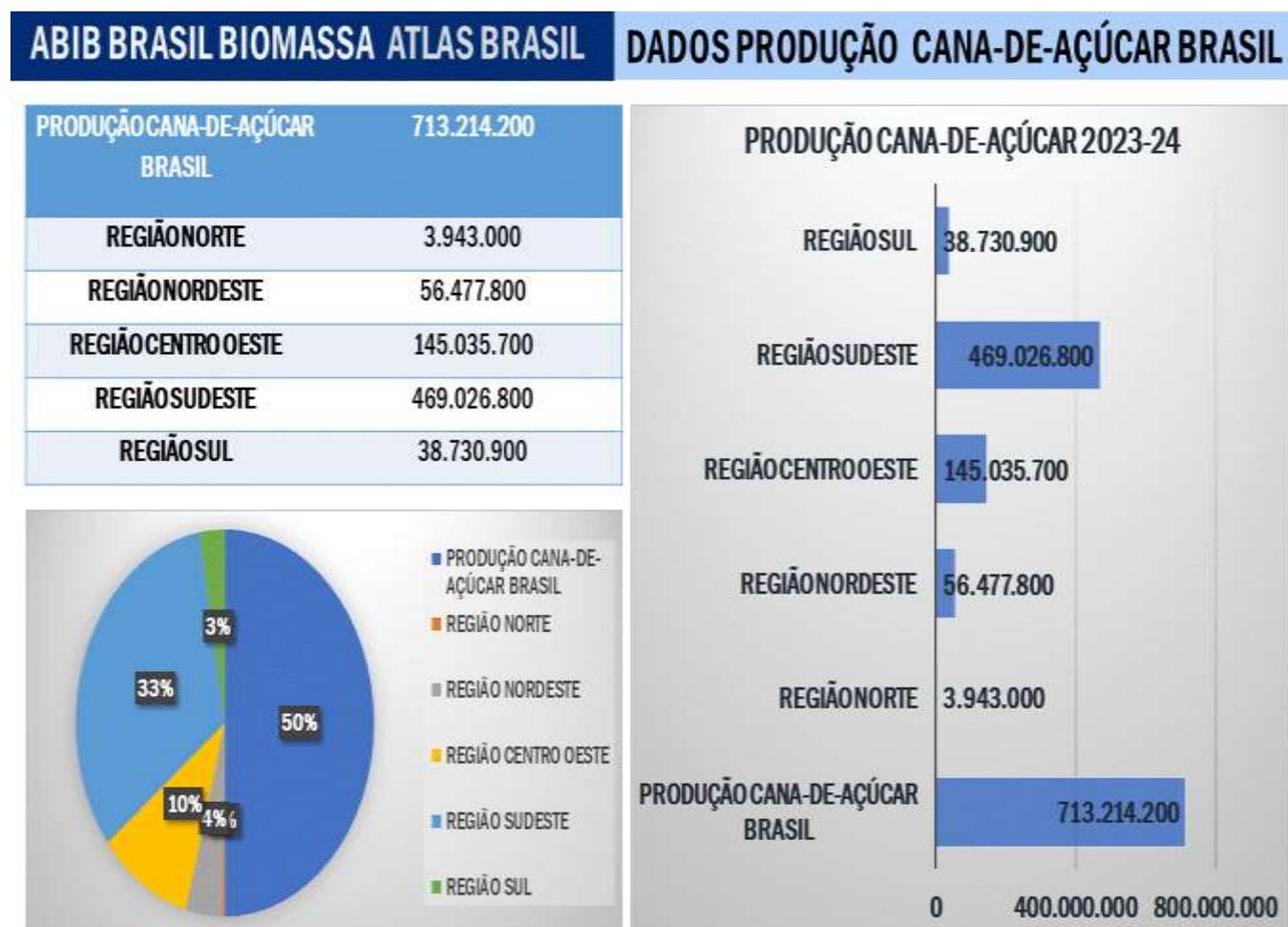
Mas o principal problema enfrentado pelas indústrias é entender o mercado regional de biomassa, conhecer o seu potencial de produção e disponibilidade e ainda quem são os principais players produtores. Neste sentido desenvolvemos este Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar que retrata o potencial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

O estudo combina extensa análise quantitativa e análise qualitativa exaustiva, varia de uma visão macro do tamanho total do mercado de biomassa da cana-de-açúcar, da cadeia industrial dos produtores e da dinâmica do mercado até micro detalhes dos segmentos de mercado por tipo, aplicação e região e, como resultado, fornece uma visão holística, bem como uma visão profunda do mercado de biomassa, cobrindo todos os seus aspectos essenciais. Vamos analisar exclusivamente a biomassa de origem da cultura da cana-de-açúcar:

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.

A cana-de-açúcar é uma gramínea com uma haste fibrosa espessa, com tamanho final de aproximadamente 6 metros de altura. A cana é constituída por raízes, talho, folhas e flores. A produtividade média de cana-de-açúcar no Brasil é de 85 toneladas por hectare. Cada tonelada de cana processada gera 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 por hectare.

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.



Sobre a palha da cana-de-açúcar o valor médio da produção de matéria que estima os resíduos potenciais da cana-de-açúcar, denominados palha, é de 280 kg por tonelada de cana colhida.

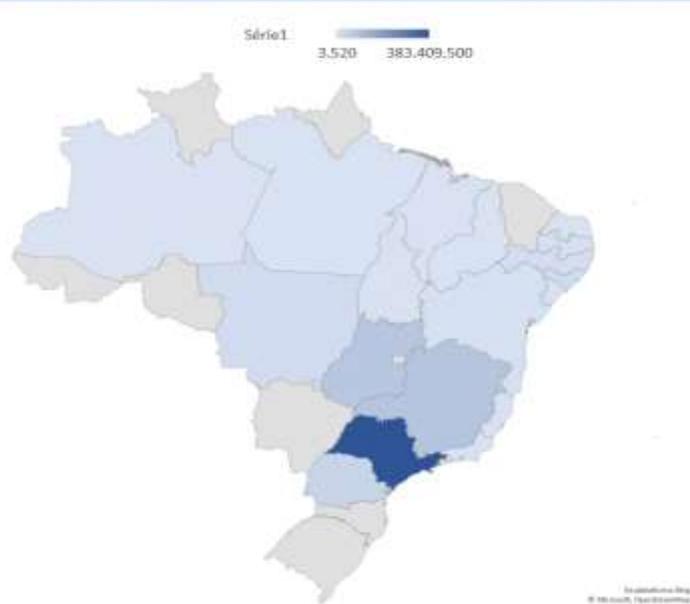
Vamos utilizar o indexador de RPR (IRPt) para a palha da cana-de-açúcar de 0,28 que utilizamos como fator do índice residual de biomassa da cultura.

Com um grau de umidade deste resíduo de 15,0% com o grau de biomassa passível de aproveitamento energético da cultura da cana-de-açúcar é de 59%.

Entre outros, que exercem influência importante nas características, quantidade e qualidade da palha.

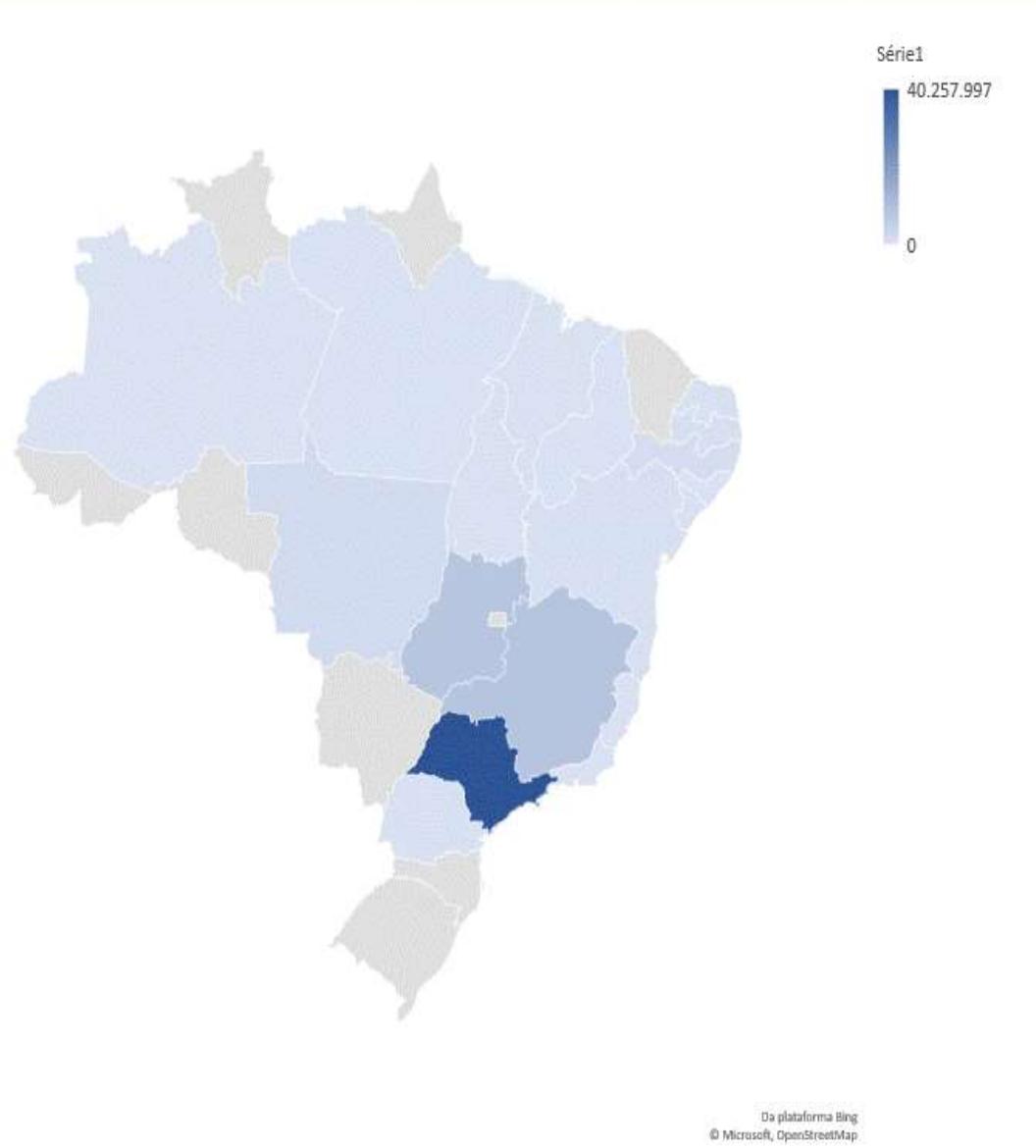
**ABIB BRASIL BIOMASSA ATLAS BRASIL DADOS PRODUÇÃO CANA-DE-AÇÚCAR BRASIL**

ESTADO	PRODUÇÃO SAFRA 2023/24 (TON./ANO)
AMAZONAS	304.000
PARA	1.276.000
TOCANTINS	2.363.000
MARANHÃO	2.078.200
PIAUI	1.302.000
RIO GRANDE NORTE	3.519.600
PARAIBA	7.605.700
PERNAMBUCO	13.810.200
ALAGOAS	19.675.800
SERGIPE	2.535.900
BAHIA	5.950.500
MATO GROSSO	17.663.300
MATO GROSSO SUL	50.771.700
GOIÁS	76.600.600
MINAS GERAIS	81.376.500
ESPIRITO SANTO	2.815.600
RIO DE JANEIRO	1.425.300
SÃO PAULO	383.409.500
PARANÁ	38.730.900



**ABIB BRASIL BIOMASSA ATLAS BRASIL POTENCIAL BIOMASSA BAGAÇO CANA BRASIL**

ESTADO	QUANTITATIVO DISPONIBILIDADE BAGAÇO CANA-DE-AÇÚCAR (TON./ANO)
AMAZONAS	31.920
PARA	133.980
TOCANTINS	250.215
MARANHÃO	218.211
PIAUI	136.710
RIO GRANDE NORTE	369.558
PARAIBA	819.598
PERNAMBUCO	1.450.071
ALAGOAS	1;960.959
SERGIPE	266.269
BAHIA	624.802
MATO GROSSO	1.848.346
MATO GROSSO SUL	5.331.028
GOIÁS	8.043.063
MINAS GERAIS	8.544.532
ESPIRITO SANTO	295.638
RIO DE JANEIRO	149.656
SÃO PAULO	40.257.997
PARANÁ	406.674



No Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar avaliamos o quantitativo de produção e um fator gerador de resíduos de biomassa do bagaço da cana e principalmente o fator de disponibilidade do resíduo para uso energético, por região e em todos os estados brasileiro que cultivam a cultura. O bagaço apresenta-se como o mais significativo resíduo sólido gerado, em virtude da quantidade (entre 250 e 260 kg / t de cana).

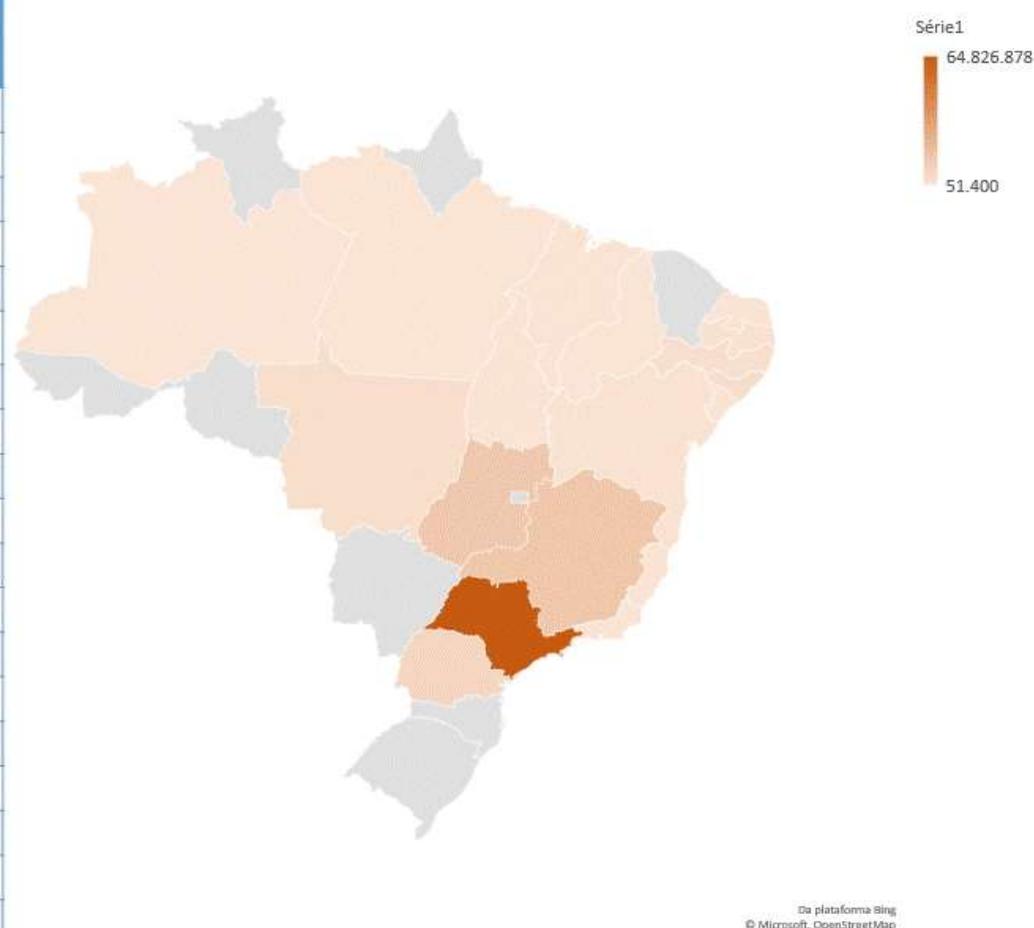
Vamos utilizar o indexador de RPR (IRPt) para a bagaço da cana-de-açúcar de 0,25 que utilizamos como fator do índice residual de biomassa da cultura com um grau de umidade deste resíduo de 15,0%.

Os dados são disponibilizados para uso energético da empresa e como uma fonte de energia limpa e renovável e de carbono negativo.

## ABIB BRASIL BIOMASSA ATLAS BRASIL

## POTENCIAL BIOMASSA PALHA CANA BRASIL

ESTADO	QUANTITATIVO DISPONIBILIDADE PALHA CANA-DE-AÇÚCAR (TON./ANO)
AMAZONAS	51.400
PARA	215.746
TOCANTINS	399.536
MARANHÃO	351.382
PIAUI	220.142
RIO GRANDE NORTE	595.093
PARAIBA	1.285.971
PERNAMBUCO	2.335.028
ALAGOAS	3.326.784
SERGIPE	428.769
BAHIA	1.006.110
MATO GROSSO	2.986.510
MATO GROSSO SUL	8.584.479
GOIÁS	12.951.629
MINAS GERAIS	13.759.138
ESPIRITO SANTO	476.061
RIO DE JANEIRO	240.989
SÃO PAULO	64.826.878
PARANÁ	6.548.620



Para o cálculo vamos utilizar o fator de 0,53 para a cana-de-açúcar com o grau de biomassa passível de aproveitamento energético da cultura da cana-de-açúcar é de 48%. Comportam 142.429 empresas produtoras da cultura no Brasil no anuário dos produtores de biomassa da cana-de-açúcar.

Para o cenário competitivo, o Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar também apresenta os players do setor de produção de biomassa na perspectiva da participação de mercado, e descreve as empresas líderes com dados para uso da biomassa para suprimento energético ou para o desenvolvimento de negócios.

**Biomassa no contexto mundial.** Atualmente, a bioenergia é a maior fonte de energia renovável a nível mundial, representando 55% das energias renováveis e mais de 6% do fornecimento global de energia. Os recentes desenvolvimentos políticos em países como os Estados Unidos, a Índia, o Brasil e a Austrália destacam o compromisso crescente de integrar biomassa sustentável e recursos residuais nas suas estratégias energéticas.

Estas políticas visam não só descarbonizar a economia, mas também estimular a inovação no setor da bioenergia, garantindo que os recursos bioenergéticos são obtidos de forma sustentável e apoiando a transição para soluções energéticas mais limpas.

Nomeadamente, a utilização estratégica de tecnologias de bioenergia pode contribuir significativamente para a criação de emprego, o crescimento económico e a segurança energética, sustentando o potencial do mercado de biomassa no contexto mais amplo da transição para as energias renováveis. A AIE prevê que os resíduos florestais e agrícolas continuarão a aumentar, sendo a Ásia e a América do Norte responsáveis por dois terços dos resíduos de biomassa provenientes da produção agrícola



**Tamanho do mercado de biomassa.** Embora a eletricidade renovável venha predominantemente da energia fotovoltaica, eólica e hídrica, a própria bioenergia terá de crescer em todas as áreas de aplicação energética (energia, calor, transportes e indústria) para atingir os valores estabelecidos no cenário de Emissões Líquidas Zero (NZE). da AIE

A produção mundial de biomassa é atualmente estimada em 146 bilhões de toneladas métricas anuais, derivada predominantemente do crescimento natural das plantas. A Agência Internacional de Energia (AIE) prevê um papel substancial para a bioenergia na consecução do cenário de Emissões Líquidas Zero (NZE) até 2050.

Neste cenário, espera-se que a bioenergia represente 18% do fornecimento total de energia, refletindo uma aplicação diversificada em toda a energia, calor, transporte e indústria.

Notavelmente, está preparado para fornecer 15% do consumo de energia industrial, especialmente na geração de calor de alta temperatura, 16% da energia para transporte e 10% das necessidades energéticas dos edifícios, ao mesmo tempo que contribui para emissões negativas através da captura e armazenamento de carbono bioenergético (BECCS), visando 1,3 mil milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por ano.

Ainda assim, o mercado está crescendo e prevê-se que o mercado global de biomassa cresça a uma CAGR de 4,84% entre 2023 e 2032. O mercado, avaliado em 127,4 mil milhões de dólares em 2022, deverá atingir 203,2 mil milhões de dólares até 2032, com base em estimativas da Apollo Research Reports. São necessários mais esforços para acelerar a implantação da bioenergia moderna, a fim de acompanhar o cenário NZE.

A utilização moderna de bioenergia, que exclui as utilizações tradicionais da biomassa, quase duplicou, passando de cerca de 41 EJ em 2022 (6,5% do consumo final total) para quase 75 EJ em 2030 (cerca de 13% do consumo final total). Isto exige que a taxa média anual de crescimento aumente de 3% entre 2010-22 para 8% entre 2024-2030. Apesar da abundante produção mundial de biomassa, a transição para a utilização desta biomassa para bioenergia tem sido gradual.



**Mercado de biomassa por tipo de matéria-prima.** No mercado de biomassa, “matéria-prima” refere-se à matéria-prima biológica utilizada para produzir bioenergia. Isso inclui qualquer matéria orgânica disponível de forma renovável ou recorrente, como resíduos da cana-de-açúcar..

Segmentando o mercado de biomassa por matéria-prima, vemos uma contribuição diversificada de diversos materiais orgânicos. Em 2022, os biocombustíveis sólidos dominaram o mercado, com uma quota massiva de 80,5%, com um valor de mercado de 102,6 mil milhões de dólares. É a principal matéria-prima para a bioenergia, em grande parte devido à sua ampla disponibilidade e alto conteúdo energético.

O biocombustível líquido, utilizado para transporte e energia, detinha uma parcela menor do mercado, com 3,3% em 2023, avaliado em US\$ 4,2 bilhões.

Embora tenha uma percentagem menor, o seu potencial de crescimento é substancial, dada a crescente procura de combustíveis sustentáveis para os transportes.

O biogás, uma fonte versátil de energia produzida através da digestão anaeróbica, conquistou uma quota de mercado significativa de 16,2%, traduzindo-se num valor de 20,6 mil milhões de dólares. Nomeadamente, prevê-se que a quota de mercado do biogás se expanda para 16,9% até 2032, indicando a importância crescente desta fonte de energia renovável numa economia de baixo carbono.



**Mercado de Biomassa por Tecnologia.** O mercado de biomassa é definido por sua diversificada gama de tecnologias de bioenergia, incluindo combustão, digestão anaeróbica, gaseificação, pirólise e liquefação hidrotérmica. Estas tecnologias desempenham papéis cruciais em vários setores, como transporte, aquecimento e geração de eletricidade, apresentando flexibilidade significativa na utilização de diferentes matérias-primas e metodologias para a produção de uma ampla gama de produtos de biorrefinaria.

Apesar da sua importância, estas tecnologias abrangem um amplo espectro de fases de desenvolvimento, desde a investigação emergente à escala laboratorial até níveis avançados de implantação comercial e integração no mercado.

A Apollo Research Reports categorizou o mercado de biomassa de acordo com as três principais tecnologias de biomassa. A tecnologia de combustão, a mais madura e amplamente adotada, envolve a queima de biomassa para gerar calor e eletricidade. Esta tecnologia captura o maior segmento do mercado com uma participação dominante de 83,7% e um valor de mercado de US\$ 106,6 bilhões em 2023.

O crescimento esperado, com um CAGR de 4,43%, provavelmente empurrará esse número para US\$ 163,5 bilhões até 2032. Sua posição dominante no mercado decorre de sua comprovada confiabilidade e capacidade de utilizar uma variedade de matérias-primas de biomassa.

A digestão anaeróbica é a estrela em termos de crescimento, apresentando o maior CAGR com 6,83%.

Começando com uma quota de mercado de 10,9% e um valor de mercado de 13,9 mil milhões de dólares em 2023, prevê-se que este segmento expanda a sua quota para 13,2% e duplique o valor de mercado para 26,9 mil milhões de dólares até 2032.

A capacidade da tecnologia de converter resíduos orgânicos em o gás natural renovável – o biogás – torna-o um ativo inestimável na busca pela gestão sustentável de resíduos e fontes de energia renováveis.

A gaseificação, embora não seja o maior segmento, apresenta um potencial de crescimento significativo com um CAGR de 6,51%. Com um valor de mercado inicial de 6,8 mil milhões de dólares em 2022, a gaseificação deverá atingir 12,7 mil milhões de dólares em 2032. Esta tecnologia é particularmente elogiada pela sua eficiência na produção de gás de síntese, que pode ser utilizado diretamente para energia ou como precursor para futuras sínteses químicas.



**Projeções Mundiais do Mercado de Biomassa.** O mercado de energia de biomassa foi avaliado em US\$ 127.391,9 milhões em 2022 e deve atingir US\$ 203.168,7 milhões até 2032, crescendo a um CAGR de 4,84% de 2023 a 2032. Espera-se que o segmento de combustão seja o maior contribuidor para este mercado, com US\$ 106.629,4 milhões em 2022, e deverá atingir US\$ 163.544,9 milhões até 2032, registrando um CAGR de 4,43%.

Prevê-se que o segmento de digestão anaeróbica alcance US\$ 26.876,1 milhões até 2032, com o maior CAGR de 6,83%. Os segmentos de Combustão e Digestão Anaeróbica deverão responder coletivamente por cerca de 94,7% de participação no mercado de Energia de Biomassa em 2022, com o primeiro constituindo cerca de 83,7% de participação.

Espera-se que os segmentos de Digestão Anaeróbica e Gaseificação testemunhem taxas de crescimento significativas em um CAGR de 6,83% e 6,51%, respectivamente, durante o período de previsão. Atualmente, a participação desses dois segmentos é estimada em cerca de 16,3% no mercado geral de Energia de Biomassa em 2022, e deverá atingir 19,5% até 2032.

O mercado europeu de energia de biomassa foi avaliado em US\$ 36.561,5 milhões em 2022 e deve atingir US\$ 53.760,8 milhões até 2032, crescendo a um CAGR de 3,98% de 2023 a 2032.

Espera-se que o segmento de combustão seja o maior contribuidor para este mercado, com US\$ 30.572,3 Milhões em 2022 e deverá atingir US\$ 43.259,6 até 2032, registrando um CAGR de 3,58%. Prevê-se que o segmento de digestão anaeróbica atinja US\$ 7.128,5 milhões até 2032, com o maior CAGR de 5,91%.

Os segmentos de combustão e digestão anaeróbica deverão responder coletivamente por cerca de 94,6% da participação do mercado europeu de energia de biomassa em 2022, com o primeiro constituindo cerca de 83,6% de participação. Espera-se que os segmentos de Digestão Anaeróbica e Gaseificação testemunhem taxas de crescimento significativas em um CAGR de 5,91% e 5,60%, respectivamente, durante o período de previsão. Atualmente, a participação desses dois segmentos é estimada em cerca de 16,4% no mercado global de Energia de Biomassa da Europa em 2022, e deverá atingir 19,5% até 2032.

O mercado de energia de biomassa Ásia-Pacífico foi avaliado em US\$ 32.230,1 milhões em 2022 e deve atingir US\$ 58.930,2 milhões até 2032, crescendo a um CAGR de 6,30% de 2023 a 2032. Espera-se que o segmento de combustão seja o maior contribuinte para este mercado, com US\$ 27.323,1 milhões em 2022, e deverá atingir US\$ 47.765,7 em 2032, registrando um CAGR de 5,82%.

O segmento de digestão anaeróbica deverá atingir US\$ 7.435,0 milhões até 2032, com o maior CAGR de 8,96%. Os segmentos de combustão e digestão anaeróbica deverão responder coletivamente por cerca de 94,6% de participação no mercado de energia de biomassa da Ásia-Pacífico em 2022, com o primeiro constituindo cerca de 84,8% de participação. Espera-se que os segmentos de Digestão Anaeróbica e Gaseificação testemunhem taxas de crescimento significativas em um CAGR de 8,96% e 7,97%, respectivamente, durante o período de previsão. Atualmente, a participação desses dois segmentos é estimada em cerca de 15,2% no mercado geral de energia de biomassa da Ásia-Pacífico em 2022, e deverá atingir 18,9% até 2032.

O mercado de energia de biomassa da América do Norte foi avaliado em US\$ 41.402,4 milhões em 2022 e deve atingir US\$ 59.514,6 milhões até 2032, crescendo a um CAGR de 3,74% de 2023 a 2032.

Os segmentos de combustão e digestão anaeróbica deverão responder coletivamente por cerca de 94,8% de participação no mercado de energia de biomassa da América do Norte em 2022, com o primeiro constituindo cerca de 81,9% de participação.

Espera-se que o segmento de combustão seja o maior contribuinte para este mercado, com US\$ 33.889,5 milhões em 2022 e deverá atingir US\$ 47.001,0 até 2032, registrando um CAGR de 3,37%.

Prevê-se que o segmento de gaseificação atinja US\$ 3.649,8 milhões até 2032, com o maior CAGR de 5,40%.

Espera-se que os segmentos de gaseificação e digestão anaeróbica testemunhem taxas de crescimento significativas em um CAGR de 5,40% e 5,22%, respectivamente, durante o período de previsão. Atualmente, a participação desses dois segmentos é estimada em cerca de 18,1% no mercado geral de energia de biomassa da América do Norte em 2022, e deverá atingir 21,0% até 2032. A projeção é que o mercado de energia de biomassa valerá US\$ 108,64 bilhões até 2027. O mercado também registrará um CAGR de 14% durante o período de previsão. Está avaliado em 54,1 mil milhões de dólares em 2020.



**Premissas preliminares.** Este Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar envolve explicações de ordem técnica sobre a produção da biomassa da cana-de-açúcar para fins de energia e suprimento energético para descarbonização industrial . Avaliamos a importância da produção da biomassa 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 da biomassa da cana-de-açúcar.



Desta forma foi efetuada a avaliação do valor energético da biomassa da cana-de-açúcar, a quantificação dos recursos disponíveis e a valorização de externalidades. Este estudo desenvolve ainda um levantamento de dados acerca da situação atual de aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar dos resíduos, no sentido de projetar cenários e perspectivas.

Que auxiliem também na alternativa do uso sustentável para geração de energia limpa e renovável para suprimento energético e para o desenvolvimento de negócios diretamente com os maiores players produtores.

Nosso Atlas é estruturado em torno de estratégias para descarbonização industrial por biocombustíveis renováveis como a biomassa da cana-de-açúcar através de de disponibilidade, potencialidade e de fornecimento (segurança energética) 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 do setor sucroenergético (palhiço, bagaço e vinhaça).

Este Atlas desenvolve ainda um levantamento de dados acerca da situação atual de aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar e dos resíduos com um potencial de produção e de disponibilidade com o complemento. Visando ainda em conceber soluções técnicas para melhor alternativa para o aproveitamento da biomassa do setor sucroenergético.

**Objetivos do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar.** O objetivo dessa fase do Atlas é a identificação potencial de biomassa da cana-de-açúcar e dos maiores produtores e empresas do setor sucroenergético. Com dados de contato para o desenvolvimento de uma operação comercial, suprimento e projetos de co-geração e o uso energético da biomassa da cana-de-açúcar Queremos:

Conceber soluções técnicas para melhor alternativa para o aproveitamento da biomassa de origem da cultura da cana-de-açúcar.

Como uma fonte energética para os projetos a serem implantados pelas indústrias e empresas de equipamentos.

Identificar os resíduos, rejeitos e subprodutos gerados da biomassa da cultura da cana-de-açúcar que podem ser utilizados como fonte energética e de suprimento.

Avaliar o potencial e a disponibilidade de biomassa da colheita da cana-de-açúcar e do processamento nas usinas.

O objetivo geral dos trabalhos do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar para suprimento, aqui apresentado para subsidiar com informações no sentido de ampliar seu entendimento sobre as oportunidades de aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar para garantia segura de fornecimento.

O objetivo específico deste Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar foi quantificar e localizar por regiões e por estados da biomassa da cana-de-açúcar e potencialidade da biomassa. Com base nos dados da produção/disponibilidade foram feitas estimativas dos montantes de resíduos gerados pela atividade sucroenergética e do potencial energético dos resíduos de biomassa.

**Anuários dos Players Produtores de Biomassa da Cana-de-açúcar.** O Banco de dados dos players produtores do setor de cana-de-açúcar de empresas dividido em anuários em planilhas inteligentes.

**Brasil.** Anuário dos maiores players produtores do setor sucroenergético (cultivo da cana-de-açúcar e o processamento nas usinas) para geração de resíduos energéticos, em todos os estados brasileiros comportando as 142.429 empresas de médio e grande porte com a geração de um grande quantitativo de resíduos de biomassa para suprimento e de descarbonização industrial.



Os resultados apresentados poderão servir de base para uma melhor avaliação para o uso sustentável e econômico de utilização da biomassa para geração de energia ou suprimento.

Metodologicamente, o trabalho realizado classifica-se como um mapeamento técnico de produção de biomassa para o que se utilizou de levantamento em nosso banco de dados com quase 142 mil empresas do setor sucroenergético para a compilação de dados de produção e de disponibilidade para segurança do suprimento.

**Norte.** Dados atualizados dos players produtores do setor do cultivo da cana-de-açúcar e o processo industrial nas usinas com os resíduos palha e bagaço da cana-de-açúcar para uso energético e a vinhaça para as plantas de biogás em todos os estados da região norte comportando 90 empresas com a geração de resíduos de biomassa para uso energético, para suprimento e descarbonização industrial e plantas de energia limpa e renovável.

**Nordeste.** Dados atualizados dos players produtores do cultivo da cana-de-açúcar e o processo industrial nas usinas com os resíduos palha e bagaço da cana-de-açúcar para uso energético e a vinhaça para as plantas de biogás, em todos os estados da região Nordeste comportando 1.007 empresas com a geração de resíduos de biomassa para uso energético.

**Centro-oeste.** Dados atualizados dos players produtores do cultivo da cana-de-açúcar e o processo industrial nas usinas com os resíduos palha e bagaço da cana-de-açúcar para uso energético e a vinhaça para as plantas de biogás, dos estados da região Centro-oeste comportando 1.440 empresas com a geração de resíduos de biomassa.

**Sudeste.** Dados atualizados dos players produtores do setor do cultivo da cana-de-açúcar e o processo industrial nas usinas com os resíduos palha e bagaço da cana-de-açúcar para uso energético e a vinhaça para as plantas de biogás em todos os estados da região Sudeste no comportando 139.262 empresas com a geração de resíduos de biomassa

**Sul .** Dados atualizados dos players produtores do cultivo da cana-de-açúcar e o processo industrial nas usinas com os resíduos palha e bagaço da cana-de-açúcar para uso energético e a vinhaça para as plantas de biogás, dos estados da região Centro-oeste comportando 1.690 empresas com a geração de resíduos de biomassa para uso energético

**Abordagem do Trabalho.** A abordagem de trabalho desenvolvido no Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar é delimitado dentro de uma área de abrangência geográfica. A abordagem geral do estudo, a área de abrangência e a metodologia utilizada na realização deste trabalho. Contextualização do mercado estadual sucroenergético (incluindo os resíduos que podem ser aproveitados) no Estado. Para segurança do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar para fornecimento de biomassa da cana-de-açúcar temos um banco de dados dos produtores de biomassa da Brasil Biomassa. Como adicional a este estudo técnico, desenvolvemos planilha com os principais produtores de biomassa (processada) do setor sucroenergético em planilha dos players com dados da empresa, localização completa e o nome do responsável pela empresa para a aquisição da biomassa para geração de energia.

**Premissas Fundamentais do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar.** As premissas do mercado da produção da cana-de-açúcar e um panorama de empresas produtoras e consumidoras de biomassa

1. Provedores de matéria-prima de origem do cultivo da cana-de-açúcar e do processamento industrial na usinas e etano e açúcar para suprir as necessidades atuais das empresas para descarbonização industrial, suprimento energético, projetos de biopellets.

2. **Localização dos principais produtores de biomassa da cana-de-açúcar para suprimento energético** Os itens abordados na caracterização do mercado fazem menção tanto a produtos provenientes da cultura quais são dispostos a seguir: Considerações gerais do mercado sucroenergético acerca dos produtos provenientes da cadeia setorial da cultura. À luz dessa particularidade, tem-se que os dados disponíveis dos resíduos gerados .

Foi estimado a partir de dados nos indexadores da FAO e da ABIB Brasil Biomassa. Com estes dados, foi estimado o fator residual, o qual representa a porcentagem da biomassa total correspondente aos resíduos gerados e a sua disponibilidade para uso comercial. Aplicando este fator residual à parcela da produção das culturas processadas na estimou-se o montante de resíduos gerados e a sua disponibilidade.

**Metodologia de Desenvolvimento.** Trabalhamos com uma metodologia de avaliação técnica da valoração dos tipos de biomassa de origem da cana-de-açúcar como uma forma de mitigação das emissões de carbono (caldeira) e o uso como uma fonte de energia limpa e de suprimento energético.

Utilizamos como metodologia de trabalho uma análise do cenário 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 para descarbonização industrial.

Para determinar a produção das diferentes culturas da silvicultura e o posterior cálculo da geração de resíduos, foram utilizados dados da produção de cana-de-açúcar com os dados mais completos e atuais disponíveis.

**Plataforma de dados de biomassa.** A ABIB Brasil Biomassa detém um mapeamento dos produtores de cana-de-açúcar com um banco de dados (cadastramento com todos os dados societários e produção) de unidades industriais em todos os estados.

Nos aspectos metodológicos este estudo foi desenvolvido para uma avaliação do potencial de biomassa que compreende a formulação de cenários sobre o setor, valorando os resíduos gerados em cada estado e a denominação do potencial de geração de resíduos a nível regional e estadual.

Nossa plataforma de dados envolve os produtores de biomassa, informação sobre os recursos energéticos de cada tipo de biomassa do setor sucroenergético.

Utilizamos também como referência as bases de dados estatísticos dos principais organismos dedicados à tarefa de quantificação destes parâmetros no Brasil que destacamos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, do Governo Federal - Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MP. Produção da Extração Vegetal do IBGE. Utilizamos ainda como pesquisa a Única. Sebrae. Cenbio. Embrapa. ABIB Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável.

**Objetivos específicos.** Os objetivos específicos do Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar (suprimento de biomassa e planilha dos produtores) de quantificar o potencial de biomassa sustentável de origem da cana-de-açúcar e de identificar e quantificar os maiores produtores que são detentores de resíduos .

**Orientações para o relatório de pesquisa de Mercado.** O Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar fornece análise qualitativa e quantitativa do mercado de biomassa segmentado por aplicação e regiões geográficas. Os estudos serão úteis para responder às seguintes questões:

Qual é o escopo atual da situação do mercado de biomassa da cana-de-açúcar no Brasil?

Como se prevê que a produção de biomassa da cana-de-açúcar se desenvolva no futuro?

Desenvolvemos um capítulo retrata a importância da biomassa da cana-de-açúcar para o projetos sustentáveis e para suprimento energético para descarbonização industrial.

Uma avaliação dos tipos de caldeira industrial com uso de biomassa, das rotas de conversão e de tecnologia termodinâmicas de aproveitamento da biomassa.

Um capítulo que retrata o sistema sucroenergético brasileiro em especial da cana-de-açúcar, área plantada, da produtividade, , do consumo da cana-de-açúcar para uso industrial e as perspectivas do futuro sucroenergético brasileiro.

Um capítulo que trata da biomassa energética da cana-de-açúcar. Uma avaliação dos tipos de biomassa, dos benefícios estratégicos e econômicos da biomassa, da tecnologia de conversão da biomassa em energia e ainda das tecnologias de geração termelétrica a partir da Biomassa.

Avaliamos o uso energético da biomassa da cana-de-açúcar como uma fonte de energia zero carbono, da ecoeficiência e dos resíduos de biomassa. Os impactos ambientais da geração de energia a partir da biomassa fe da moderna tecnologia de aproveitamento da biomassa. Avaliaremos a metodologia de cálculo dos resíduos gerados da cultura da cana-de-açúcar.

E da geração de crédito de carbono com o uso da biomassa sustentável. Mercado Regulado e Voluntário. Dos tipos de créditos de carbono, das estruturas operacionais do mercado e o mecanismo de desenvolvimento limpo.

Características das reduções certificadas de emissão e na geração de crédito de carbono no uso da biomassa.

Finalmente o diagnóstico de biomassa no Brasil , identificação do mercado e o diagnóstico do segmento de produção de biomassa.

Faremos ainda um diagnóstico do potencial e de disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar. E ainda vamos fornecer perfis detalhados das principais empresas que operam no mercado de biomassa. O Atlas avaliou as maiores empresas por estados, com base em seus principais quantitativos de biomassa, dados empresariais e societários

**Segmentação de Mercado.** Este Atlas Brasileiro de Biomassa da Cana-de-açúcar prevê o crescimento do volume de produção e disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar nível regional estadual e fornece uma análise das últimas tendências das indústrias produtoras de biomassa em cada um dos subsegmentos. Para este estudo, segmentamos o mercado de biomassa. Com base na fonte, o mercado de biomassa é segmentado em resíduos da cana-de-açúcar.



