

# ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL

## BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA

### ESTUDO MERCADO REGIÃO NORTE BIOMASSA FLORESTAL MADEIRA

2025

EDITORIAL  
BRASIL BIOMASSA



BIOMASSA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA SUPRIMENTO E DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL

BIORREFINARIAS BIOENERGIA CAPTURA CARBONO BIOCHAR BIOMETANO HIDROGÊNIO PELLETS

## SUMÁRIO EXECUTIVO

# ESTUDO DE MERCADO REGIÃO NORTE BIOMASSA FLORESTAL E MADEIRA ENERGIA SUPRIMENTO DESCARBONIZAÇÃO BIORREFINARIAS BIOENERGIA BIOCHAR BIOMETANO HIDROGÊNIO PELLETS

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.....	71
X.	Objetivos Específicos do Estudo de Mercado.....	74
XI.	Declarações Prospectivas.....	76
XII.	Apresentação do Estudo de Mercado Biomassa e Energia.....	78
	 CAPÍTULO 1 PANORAMA BRASILEIRO BIOMASSA FLORESTAL.....	93
	 SEÇÃO 1 Setor Florestal Brasil.....	94
1.1.	Setor Florestal Brasileiro	
1.1.1.	Silvicultura	
1.1.1.1.	Dados Econômicos da Silvicultura e Extração Florestal	
1.1.1.2.	Dados de Produção na Silvicultura	
1.1.1.3.	Maiores Estados com áreas florestais na silvicultura	
1.1.1.4.	Dados Ativos Florestais Eucalipto e Pinus	

1.1.1.5. Dados de Produção de Carvão Vegetal	
1.1.1.6. Dados Produção Lenha Eucalipto e Pinus	
1.1.1.7. Dados Produção Toras Eucalipto e Pinus	
1.1.1.8. Dados Produção Toras para Celulose Eucalipto e Pinus	
1.1.1.9. Dados Produção Toras para Outras finalidades de Eucalipto e Pinus	
1.1.2. Dados da Extração Vegetal no Brasil	
1.1.3. Setor Florestal e Industrial da Madeira	
<b>SEÇÃO 2 Florestas Plantadas Brasil.....</b>	<b>115</b>
1.2. Setor Brasileiro de Florestas Plantadas	
1.2.1. Área de Florestas Plantadas	
1.2.2. Produtividade e Rotação das Florestas Plantadas	
1.2.2.1. Referência Mundial em Produtividade	
1.2.3. Cadeia Produtiva de Florestas Plantadas	
1.2.4. Projeções de Produção Florestal no Brasil	
1.2.5. Floresta Energética	
1.2.6. Certificação Florestal	
1.2.7. Florestas Plantadas e Bioeconomia	

1.2.8. Sustentabilidade do Setor Florestal	
1.2.8.1. Investimentos Socioambientais	
1.2.9. Áreas Conservadas no Setor de Árvores Plantadas	
1.2.10. Mudanças Climáticas e a Importância das Florestas Plantadas	
1.2.11.1. Estoque de CO <sub>2</sub> eq	
1.2.12. Gestão de Recursos Hídricos	
1.2.13. Gestão de Resíduos Industriais e Florestais	
1.2.14.. Pós-Consumo	
1.2.15. Matriz Energética	
1.2.16. Perspectivas e Investimentos do Setor Florestas Plantadas	
<b>SEÇÃO 3 Diretrizes Gerais Setor Florestal Brasil .....</b>	<b>180</b>
1.3.1. Eucalipto	
1.3.1.1. Tipologia do Eucalipto	
1.3.1.2. Quantitativo de Empresas no Brasil que atuam no cultivo florestal de eucalipto	
1.3.2. Pinus	
1.3.2.1. Tipologia do Pinus	
1.3.2.2. Quantitativo de Empresas no Brasil que atuam no cultivo florestal de Pinus	

1.3.3. Acácia negra	
1.3.3.1. Teca	
1.3.3.2. Quantitativo de Empresas no Brasil que atuam no cultivo florestal de Acácia negra e Teca	
1.3.3. Cultivo de Mudas em Viveiros em Florestas Plantadas	
1.3.3.1. Quantitativo de Empresas no Brasil que atuam em Viveiros em Florestas Plantadas	
1.3.4. Extração de Madeira em Florestas Plantadas	
1.3.4.1. Quantitativo de Empresas no Brasil que atuam na Extração de Madeira em Florestas Plantadas	
<b>Seção 4 Biomassa. Colheita Florestal.....</b>	<b>210</b>
1.4.1. Resíduos da Colheita Florestal	
1.4.1.1. Sobras de Madeira, com ou sem Casca	
1.4.1.2. Galhos Grossos com Diâmetro acima de 2 cm	
1.4.1.3. Galhos Finos com Diâmetro abaixo de 2 cm	
1.4.1.4. Casca e Copa das Árvores	
1.4.1.5. Tocos Altos das Árvores Colhidas	
1.4.1.6. Ponteiros de Fuste Abaixo de Diâmetro Pré-estabelecido ao Destope	
1.4.1.7. Árvores Finas Descartadas pelo Operador da Máquina de Colheita	
1.4.1.8. Serragem Gerada no Abate da Árvore e Secionamento das Toras	

- 1.4.1.9. Raiz e Folhas
- 1.4.2. Características dos Resíduos da Colheita Florestal
- 1.4.2.1. Classificação dos Resíduos Florestais

<b>CAPÍTULO 2 PANORAMA BRASILEIRO INDUSTRIAL MADEIRA.....</b>	<b>250</b>
<b>Seção 1 Setor Industrial da Madeira.....</b>	<b>251</b>
2.1. Diretrizes Gerais do Setor Industrial da Madeira	
2.1.1. Celulose e Papel	
2.1.2. Painéis de Madeira e Pisos Laminados	
2.1.3. Carvão Vegetal	
2.1.4. Produtos Sólidos de Madeira	
<b>Seção 2 Segmento Industrial da Madeira.....</b>	<b>260</b>
2.2. Segmento Industrial	
2.2.1. Microsserrarias	
2.2.2. Serrarias de Médio e Grande Porte	
2.2.3. Beneficiadoras da Madeira Serrada	

2.2.4. Laminadoras	
2.2.5. Fábricas de Painéis	
2.2.6. Tipos de Resíduos do Processo Industrial da Madeira	
2.2.6.1. Cascas	
2.2.6.2. Cavaco Sujo de Madeira	
2.2.6.3. Cavaco Limpo de Madeira	
2.2.6.4. Refilos e Destopos	
2.2.6.5. Serragem ou Pó de serra	
2.2.6.6. Maravalha, Cepilho ou Micro-pó	
<b>Seção 3 Biomassa da Indústria Madeireira .....</b>	<b>290</b>
2.3. Diretrizes Gerais da Indústria Madeireira Brasileira	
2.3.1. Resíduos na Indústria Madeireira e Serraria	
2.3.2. Fragmentos de Processos Diversos de Industrialização Madeireira	
2.3.3. Resíduos do Setor de Desdobramento de Toras e de Peças de Madeira	
2.3.4. Cavacos de Costaneiras e Refilos de Madeira	

Seção 4 Biomassa da Indústria Celulose e Papel.....	310
2.4. Diretrizes Gerais da Indústria Celulose e Papel Brasil	
2.4.1. Resíduos na Indústria de Celulose e Papel	
2.4.2. Casca do Descascamento e Limpeza das Toras	
2.4.3. Serragem da Classificação dos Cavacos	
2.4.4. Cavacos sobre Dimensionados, Lascas e Fitas de Madeira Contendo Casca	
2.4.5. Rejeitos do Cozimento e Depuração	
2.4.6. Madeira Descartada nos Pátios de Estocagem de Toras	
2.4.7. Lodos das Estações de Tratamento de Efluentes	
2.4.8. Lodos da Fabricação do Papel	
Seção 5 Biomassa da Indústria Painéis de Madeira.....	330
2.5. Diretrizes Gerais da Indústria Painéis de Madeira Brasil	
2.5.1. Painéis MDP	
2.5.2. Chapas de Lâminas ou Compensado de Lâminas de Madeira	
2.5.3. Compensado Sarafeado ou Blockboard	
2.5.4. Chapas de Partículas de Madeira Aglomerada	
2.5.5. Chapa OSB ou Chapa de Flocos	

2.5.6. Chapas de Fibra de Madeira Isolante ou Insulationboard	
2.5.7. Chapa de Fibra de Alta Densidade ou Hardboard	
2.5.8. Chapa de Média Densidade	
2.5.9. Resíduos na Indústria de Painéis de Madeira	
2.5.10. Pós de Lixamento	
2.5.11. Refilos de Painéis ou de Chapas de Madeira	
<b>Seção 6 Biomassa da Indústria Moveleira.....</b>	<b>350</b>
2.6. Diretrizes Gerais da Indústria Moveleira Brasileira	
2.6.1. Resíduos na Indústria Moveleira	
2.6.2. Sobras de Chapas de Madeira da Fabricação de Móveis	
<b>Seção 7 Outros Tipos de Biomassa .....</b>	<b>360</b>
2.7. Resíduos da Construção Civil	
2.7.1. Resíduos de Arborização Urbana e Poda de Árvores	
2.7.2. Resíduos de Embalagens de Madeira e Pallets	
2.7.3. Resíduos de Supressão Florestal	

## SEÇÃO 8 Rotas de Conversão de Biomassa Florestal e da Madeira ..... 375

### 2.8. Rotas de Conversão da Biomassa Florestal e da Madeira

#### 2.8.1 Pré-Tratamento e Preparação da Biomassa

##### 2.8.2. Pré-tratamento da Térmico

###### 2.8.2.1 Pré-tratamento por Explosão de Vapor

###### 2.8.2.2 Pré-tratamento por Micro-ondas

###### 2.8.2.3 Pré-tratamento por Água Quente Líquida.

###### 2.8.2.4 Outros Tipos de Pré-tratamentos da Biomassa Florestal

##### 2.8.3. Tratamento por Lavagem

###### 2.8.3.1. Tecnologia de Lavagem

###### 2.8.3.2. Efeito da Lavagem nas Propriedades

###### 2.8.3.3. Lavagem da Madeira

###### 2.8.3.4. Sistema de Lavagem das Partículas

###### 2.8.3.5. Propriedades dos Líquidos Residuais

###### 2.8.3.6. Propriedades da Madeira Lavada

###### 2.8.3.7. Teor de Cloro nos Componentes da Biomassa

###### 2.8.3.8. Teor de Cloro nas Partículas de Madeira Após a Lavagem

###### 2.8.3.9. Cloro Presente no Líquido Residual da Lavagem

## 2.8.4 Secagem da Biomassa

### 2.8.4.1. Secadores de Tambores Rotativo

### 2.8.4.2. Secadores de Pás de Biomassa

### 2.8.4.3. Secadores de Leito Fluidizado de biomassa

### 2.8.4.4. Secador de Esteira de Biomassa

### 2.8.4.5. Secadores de Bandeja

### 2.8.4.6. Secadores Flash.

### 2.8.4.7. Secadores de Vapor Superaquecido

### 2.8.4.8. Secadores de Cascata

### 2.8.4.9. Principais Componentes de um Secador de Biomassa.

### 2.8.4.10. Critérios de Seleção de Secador de Biomassa

## 2.8.5 Moagem da Biomassa

**CAPÍTULO 3 POTENCIAL BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA REGIÃO NORTE..... 445**

**SEÇÃO 1 Diagnóstico Produção e Disponibilidade Biomassa Florestal Madeira Região Norte..446**

**3.1. Diagnóstico de Produção e Disponibilidade de Biomassa Florestal e Madeira Região Norte**

### 3.1.1. Área Plantada na Região Norte

3.1.1.1. Dados de área plantada e estimativa dos resíduos da colheita florestal na Região Norte

3.1.1.2. Cálculo dos resíduos da colheita florestal na Região Norte

3.1.1.3. Disponibilidade total e do potencial de biomassa da colheita florestal na Região Norte

3.1.2. Diagnóstico dos Produtos Madeireiros da Silvicultura da Região Norte

3.1.2.1. Carvão Vegetal de Florestas Plantadas na Silvicultura da Região Norte

3.1.2.1.1. Dados Gerais da Produção de Carvão Vegetal em Florestas Plantadas da Região Norte

3.1.2.2. Lenha de Florestas Plantadas na Silvicultura da Região Norte

3.1.2.2.1. Dados Gerais da Produção de Lenha em Florestas Plantadas da Região Norte

3.1.2.2.2. Disponibilidade total e do potencial de biomassa de Lenha na Região Norte

3.1.2.3. Madeira em Tora na Silvicultura da Região Norte

3.1.2.3.1. Dados Gerais da Produção de Madeira em Tora para Celulose da Região Norte

3.1.2.3.1.1. Cálculo dos resíduos de toras para celulose na Silvicultura da Região Norte

3.1.2.3.1.2. Disponibilidade total e do potencial dos resíduos de tora para celulose na Região Norte

3.1.2.3.2. Dados Gerais da Produção de Madeira em Tora para Outras Finalidades na Silvicultura da Região Norte

3.1.2.3.2.1. Cálculo dos resíduos de toras para outras finalidades da silvicultura Região Norte

3.1.2.3.2.2. Disponibilidade total e do potencial dos resíduos de tora para outras finalidades na Região Norte

3.1.3. Resultado final da disponibilidade total dos resíduos da colheita florestal e do processo industrial da madeira de florestas plantadas da silvicultura na Região Norte

3.1.4. Mapas de macrolocalização dos Estados da Região Norte com produção de carvão vegetal, lenha, tora da silvicultura

## SEÇÃO 2 Macrolocalização e Mercado do Setor Florestal da Região Norte.....480

3.2. Diagnóstico do Setor Florestal da Região Norte- Mercado Empresarial

3.2.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor florestal da Região Norte-

3.2.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor florestal por estados Região Norte

3.2.2.1. Mapa Macrolocalização Empresarial dos Estados de Empresas do setor florestal da Região Norte

3.2.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor florestal maiores municípios da Região Norte

3.2.4. Dados societários das empresas do setor florestal da Região Norte

3.2.4.1. Porte empresarial das empresas do setor florestal da Região Norte

3.2.4.2. Regime tributário das empresas do setor florestal da Região Norte

3.2.4.3. Tempo de abertura das empresas do setor florestal da Região Norte

3.2.4.4. Capital social das empresas do setor florestal da Região Norte

3.2.4.5. Dados de faturamento das empresas do setor florestal da Região Norte

3.2.4.6. Dados de trabalho das empresas do setor florestal da Região Norte

## SEÇÃO 3 Macrolocalização e Mercado do Setor Madeira Região Norte ..... 530

### 3.3. Diagnóstico do Setor Madeira da Região Norte- Mercado Empresarial

#### 3.3.1. Setor Industrial do Processamento da Madeira (Celulose Móveis)

##### 3.3.1.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

##### 3.3.1.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial da madeira por estados da Região Norte

##### 3.3.1.2.1. Mapa Macrolocalização Empresarial dos Estados de Empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

##### 3.3.1.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial da madeira maiores municípios da Região Norte

##### 3.3.1.4. Dados societários das empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

##### 3.3.1.5. Porte empresarial das empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

##### 3.3.1.6. Regime tributário das empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

##### 3.3.1.7. Tempo de abertura das empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

##### 3.3.1.8. Capital social das empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

##### 3.3.1.9. Dados de faturamento das empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

##### 3.3.1.3. Dados de trabalho das empresas do setor industrial da madeira da Região Norte

CAPÍTULO 4 SUPRIMENTO ENERGÉTICO BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA.....	555
Seção 1 Suprimento Energético Biomassa Florestal e da Madeira.....	556
4.1. Cadeia de Suprimento Energético de Biomassa Florestal e da Madeira	
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 CO<sub>2</sub>
- 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
  - 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.....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

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 para Descarbonização Industrial.....640

5.3. Introdução

5.3.1. COP 26 e 28 e Descarbonização Industrial pela Biomassa

5.3.2. Descarbonização Industrial

5.3.3. Descarbonização de Substituição Gás Natural GLP por Biomassa

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

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

#### 5.3.8.1. Desafios do uso da Biomassa 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 FLORESTAL E DA MADEIRA.....	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 Florestais .....	870
6.2. Biomassa Florestal: 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 Florestais	
6.2.12.1. Biorrefinarias Florestais na Europa	
6.2.12.2. Matéria-prima da cadeia florestal madeira	
6.2.12.3. Composição química e aplicações específicas	
6.2.12.4. Organização da Cadeia Florestal e da Madeira	
6.2.12.5. Viabilidade Econômica	
<b>Seção 3 Biorrefinarias Lignocelulósicas.....</b>	<b>910</b>

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	
<b>Seção 4 Biorrefinarias Múltiplas Matérias-primas .....</b>	<b>925</b>
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	
<b>Seção 5 Produtos Químicos Especiais.....</b>	<b>940</b>
6.5. Produtos químicos especiais	
6.5.1. Vanilina da Madeira	
6.5.2. Obtenção de Bio-Frações Puras	
6.5.3. Dos marcos históricos às operações modernas	
6.5.4. Biorrefino e Alcatrão da Madeira	

6.5.5. Polpação de Sulfito e Kraft Celulose	
6.5.6. Gaseificação do Licor Negro.	
6.5.7. Metanol e Bio-DME Combustível Diesel Verde	
<b>Seção 6 Case de Sucesso Biorrefinarias Florestais .....</b>	<b>960</b>
6.6. Case de Sucesso Biorrefinarias Florestais	
6.6.1. Biorrefinarias Florestais	
6.6.2. Modelagem Técnico Econômica	
6.6.3. Contexto e objetivos do projeto	
6.6.4. Setor Industrial da Madeira e Celulose	
6.6.5. Fluxos Laterais da Madeira	
6.6.6. Utilização da Casca da Madeira	
6.6.7. Recuperação da Lignina da Polpação Kraft	
6.6.8. Filtração por Membrana Convencional	
6.6.9. Componentes Valiosos de Madeira	
6.6.10. Desenvolvimento de Novas Tecnologias de Biorrefinaria Florestal	
6.6.11. Resultados do Projeto	
6.6.12. Conceitos Baseados na Fábrica de Celulose Kraft	
6.6.13. Extração Alcalina de Xilana de Cavacos de Madeira e Polpa Kraft Branqueada	

- 6.6.14. Separação de Xilana de Licores de Moinho de Celulose kraft
- 6.6.15. Produção de Xilo Oligossacarídeos a partir de Xilana à Base de Madeira
- 6.6.16. Separação de lignina de licores negros
- 6.6.17. Tecnologias de separação de hidroxiácidos de licor negro
- 6.6.18. Conceitos de Separação e Fracionamento Autoestandados
- 6.6.19. Casca de eucalipto como fonte de componentes valiosos
- 6.6.20. Casca de madeira dura
- 6.6.21. Extratos da casca externa
- 6.6.22. Madeira de Galhos Descascados de Pinheiros e Abetos Vermelhos
- 6.6.23. Novas Tecnologias de Polpação e Abertura de Matriz
- 6.6.24. Fibrilação de Madeiras Nobres por Líquidos Iônicos
- 6.6.25. Cozimento de Soda Pré-hidrólise de Eucalyptus e Polpa de Celulose de Alta Pureza
- 6.6.26. Deslignificação Oxidativa de Baixa Temperatura
- 6.6.27. Processo de Cozimento Organosolv Lignofibre
- 6.6.28. Atualização e Desempenho de Produtos Primários
- 6.6.29. Hemicelulose em aplicações - Polímeros e Adesivos de Base Biológica
- 6.6.30. Lignina Kraft em aplicações em compósitos de Biopolímeros
- 6.6.31. Pirólise Catalítica de Lignina Kraft e Bio-óleo

6.6.32. Extratos de valor agregado da madeira - Metanol

6.6.33. Compósitos de Material de Madeira - Polímero

6.6.34. Mercados Potenciais para Componentes de Madeira

6.6.35. Considerações Ambientais

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

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

7.1. Bioenergia a Base Florestal e da Madeira

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 CO<sub>2</sub> da produção e transporte de biomassa

7.1.6. Uso de biomassa para BECCS

7.1.7. Tecnologias Captura e Armazenamento de Carbono de Bioenergia

7.1.8. Conversão de Biomassa Florestal e da Madeira

7.1.9. Tecnologias Avançadas de Conversão

- 7.1.9.1. Tecnologias de Captura de CO<sub>2</sub>
- 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 FLORESTAL E DA MADEIRA..... 1120**
- Seção 1 Produção Biogás Biometano Biomassa Florestal/Madeira..... 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 Florestal e da Madeira
  - 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 Lenhosa
  - 8.2.1. Gaseificação da Biomassa Florestal
  - 8.2.2. Conversão Termoquímica de Biomassa Florestal e da Madeira em Gás Metano
- 8.3.. Legislação Brasileira Biogás e Biometano
  - 8.3.1. Fonte de Financiamento Biogás e Biometano

CAPÍTULO 9 BIOCHAR BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA.....	1190
Seção 1 Biomassa Florestal e da Madeira Produção Biochar.....	1191
9.1. Biomassa Florestal e da Madeira 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 Fijo	
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 da Madeira

**CAPÍTULO 10 HIDROGÊNIO VERDE BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA..... 1250**

**Seção 1 Biomassa Florestal e da Madeira Fonte Produção Hidrogênio..... 1251**

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

10.1.1.4. Consumo do Hidrogênio Verde

10.1.1.5. Potenciais Aplicações de Hidrogênio Verde

10.1.1.6. 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 Madeira 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 lenhosa
  - 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 de madeira, gás natural e biometano
  - 10.2.10. Impactos ambientais da produção de hidrogênio a partir da madeira 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 BRIQUETE PELLETS BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA..... 1320

Seção 1 Biomassa Florestal e da Madeira Fonte Produção Briquete..... 1321

11.1. Briquete da Biomassa da Florestal e da Madeira

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 Briquete Biomassa da Florestal e da Madeira

11.1.3. Resíduos Compactáveis Biomassa da Florestal e da Madeira

11.1.4. Tipos de Sistema de Briquetagem Industrial

11.1.5. Desenvolvimento Unidade Industrial de Briquete Biomassa da Florestal e da Madeira

11.1.6. Comunicação 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 Briquete Biomassa da Florestal e da Madeira	
<b>Seção 2 Biomassa Florestal e da Madeira Fonte Produção Pellets.....</b>	<b>1350</b>
11.2. Indústria 4.0 Produção Pellets da Florestal e da Madeira	
11.2.1. Modularização Industrial de Pellets da Florestal e da Madeira	
11.2.2. Diretrizes Gerais da Tecnologia Produção de Pellets	
11.2.3. Sistema Industrial de Produção de Pellets da Florestal e da Madeira	
11.2.4. Layout da Planta Industrial	
11.2.5. Fluxo de Produção de Pellets de Florestal e da Madeira	
11.2.6. Dimensionamento da Unidade de Pellets de Florestal e da Madeira	
11.2.7. Atividades e Área Prevista no Empreendimento de Produção de Pellets	
11.2.8. Sistema Recepção Biomassa Florestal e da Madeira	
11.2.9. Sistema Preparação da Biomassa Florestal e da Madeira	
11.2.10. Sistema Secagem da Biomassa Florestal e da Madeira	

- 11.2.11. Sistema Moagem da Biomassa Florestal e da Madeira
- 11.2.12. Sistema Peletização Biomassa Florestal e da Madeira
- 11.2.13. Sistema Resfriamento Pellets Florestal e da Madeira
- 11.2.14. Sistema Expedição Embalagem Pellets Florestal e da Madeira
- 11.2.15. Sistema Elétricos e Automação Industrial

CAPITULO 12 BIOMASSA FLORESTAL E MADEIRA E CRÉDITO DE CARBONO.....	1390
Seção 1 Mercado de Crédito Carbono.....	1391
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 Florestal e do Processo Industrial Madeira	

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 Florestal e da Madeira

**BRASIL BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL.....1430**

## ESTUDO DE MERCADO FLORESTAL E MADEIRA REGIÃO NORTE

## ENERGIA SUPRIMENTO DESCARBONIZAÇÃO BIORREFINARIAS BIOENERGIA BIOCHAR BIOMETANO HIDROGÊNIO PELLETS

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

Conteúdo: 1. Análise do Mercado de Biomassa Florestal e da Madeira na Região Nortel 2. Projeções de produção e de disponibilidade de Biomassa Florestal e da Madeira para suprimento energéticos. 3. Geração de energia com uso da biomassa florestal e da madeira 4. Setor Florestal Brasileiro de Florestas Plantadas. 5. Análise detalhada da produção e do potencial de geração de biomassa para leilões de energia/biomassa. 6. Eficiência energética e descarbonização industrial e bioeletricidade com uso da biomassa 7. Mercado Energia e Suprimento de Biomassa. 8. Rotas de Conversão de Biomassa Florestal e da Madeira 9. Projeções Brasil 2025/2050 Biomassa Florestal e da Madeira 10. Biomassa Florestal: Modelo para uso em Biorrefinarias 11. Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono 12. Produção Biogás Biometano Biomassa Florestal/Madeira 13. Biomassa Florestal e da Madeira Sustentável para Produção Biochar 14. Biomassa Florestal e da Madeira Fonte Produção Hidrogênio Verde 15. Briquete Biomassa Florestal e da Madeira 16. Pellets Biomassa Florestal e da Madeira. 17. Geração de Crédito de Carbono no Uso da Biomassa Florestal e do Processo Industrial Madeira

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 1.450 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 de biomassa florestal e da madeira, 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 florestal e da madeira

Eficiência energética (bioeletricidade com uso da biomassa) 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 florestal e da madeira em disponibilidade no Brasil e de projeções para o período 2025/2030, 2030/2040 e 2040/2050

O uso da biomassa florestal e da madeira 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 Florestal/Madeira.

Produção sustentável pelo sistema de pirólise de Biochar (fertilizante ecológico para agricultura regenerativa) e complementos (extrato pirolenhoso e vinagre de madeira) 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 florestais e do processo industrial da madeira com a tecnologia de gaseificação para a produção de Hidrogênio Verde.

E finalmente na utilização residual da biomassa florestal e da madeira para a produção de Briquete (lenha ecológica) e de Pellets (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 florestal e da madeira (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 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 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 Briquetes Pellets) e abrangente no cenário regulatório, incluindo políticas federais e estaduais para entender como as políticas governamentais impactam o crescimento do mercado e as iniciativas de sustentabilidade com o uso da biomassa florestal e da madeira.

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

O Estudo de Mercado fornece o tamanho do mercado de biomassa e uma previsão anual até 2030/2050 em termos de produção e de consumo de biomassa para os projetos energéticos e sustentáveis. As estimativas do tamanho do mercado florestal e da madeira 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 e da extração florestal até o processamento industrial da madeira) 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 florestal e da madeira em nível nacional e por regiões, os players para nortear o desenvolvimento de novos projetos e na participação segura da biomassa florestal e da madeira.



## 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 florestal e da madeira, 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 biomass florestal e da madeira, análise de concorrentes e comportamento do mercado produtor e consumidor.

Várias fontes, como registros e publicações do setor florestal e da madeira 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 florestal e da madeira. 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 florestal e da madeira, 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 de origem florestal e do processo industrial da madeira, 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 florestal e da madeira 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 florestal e da madeira 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 como papel e celulose para o desenvolvimento de biorrefinarias.

Finalidade analítica secundária: Avaliação do mercado brasileiro de biomassa de matéria-prima : Avaliação de potenciais recursos de matéria-prima (biomassa, cavaco, serragem e de outros tipos de resíduos do setor) usando uma abordagem que avalia o mercado que produz a matéria-prima de origem de florestas plantadas.

As principais características do Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Florestal e da Madeira – 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 florestal e da madeira 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 (florestal/madeira) 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 florestal e da madeira, 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 Florestal e da Madeira – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets visa implementar uma estratégia de avaliação estrutural do quantitativo (base na produção) residual de biomassa de origem florestal e do processo da madeira de florestas plantadas 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 Florestal e da Madeira – 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 e cavaco de madeira 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 de florestas plantadas da silvicultura.

O presente Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Florestal e da Madeira – 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 casca de eucalipto e pinus 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 de madeira) 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 florestal e da madeira para a produção de briquete e pellets.

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 Florestal e da Madeira – 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 Florestal e da Madeira – 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 Florestal e da Madeira – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets 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 extração florestal e do processo industrial da madeira) , 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 como suprimento para expansão do sistema de geração de energia térmica, para bioeletricidade e descarbonização industrial.
3. Aproveitamento direto dos resíduos da biomassa florestal e da madeira para uso em projetos de co-geração de energia, suprimento e descarbonização industrial, para uso direto na formação de biorrefinarias florestais (metanol, biodiesel e etanol celulósico, 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.

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, 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 Florestal e da Madeira – 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 florestal até o processo industrial da madeira.

Como resultado, fornece uma visão holística, bem como uma visão profunda do mercado dos tipos de biomassa, 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 Florestal e da Madeira – 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 produtivos de florestas plantadas e que podem ser processados para fins energéticos. Vamos analisar exclusivamente a biomassa de origem da colheita e extração florestal e do processo industrial da madeira de florestas plantadas com origem sustentável (manejo, certificação e reflorestamento) 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 (florestal e da madeira) 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 extração florestal que pode ser utilizada para produzir energia. Isso inclui qualquer matéria orgânica disponível de forma renovável ou recorrente dos resíduos florestais e do processo industrial da madeira (galhos, folhas, raiz, toco, ponteira e do produtos sólidos da madeira). Neste Estudo de mercado estaremos avaliando todos os tipos de biomassa de origem florestal e da madeira 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 Florestal e da Madeira – 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 de origem florestal e da madeira, 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 biomassa florestal e da madeira 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 florestal e da madeira para uso em projetos de co-geração de energia, suprimento e descarbonização industrial, para uso direto na formação de biorrefinarias florestais (metanol, biodiesel e etanol celulósico, 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.

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 de origem sustentável através dados de disponibilidade, potencialidade e de fornecimento (segurança energética) dos tipos de biomassa carbono zero para:

Reducir 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 florestal e da madeira,.

Este Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Florestal e da Madeira – 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 florestais (metanol, biodiesel e etanol celulósico, 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 florestal e da madeira 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 Florestal e da Madeira – 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 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 biomassa de origem florestal e da madeira 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 de origem florestal e da madeira para geração de energia e para suprimento e descarbonização industrial e para os novos projetos de biorrefinarias florestais, 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 para suprir a demanda internacional?



## XI. Declarações Prospectivas

Este Estudo de Mercado Brasileiro de Biomassa Florestal e da Madeira – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets 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 Florestal e da Madeira – 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 (origem sustentável de florestas plantadas) 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 florestal e da madeira, 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 florestal e da madeira para geração de energia e para suprimento e descarbonização industrial e para os novos projetos de biorrefinarias florestais, 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 de florestas 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 Florestal e da Madeira – Energia, Suprimento, Descarbonização Industrial, Biorrefinarias, Bioenergia com Captura de Carbono, Biochar e Biocarbono, Biogás e Biometano, Hidrogênio Verde e Briquete e Pellets que a biomassa 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 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; 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 florestal e da madeira 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 florestais e madeira) como entrada. A pegada de carbono negativa é obtida ao custo de compensações. Veículos elétricos de célula de combustível usando hidrogênio verde de biomassa (madeira e florestal) 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 florestal e da madeira: (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 florestas plantadas 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 florestal e da madeira 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.

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 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 lenhosas de árvores de madeira de rápido crescimento que são colhidas dentro de 5 a 8 anos após o plantio como o eucalipto na fabricação de papel e celulose e que geram um enorme contingente de resíduos como casca, tocos, raízes, galhos e folhas e ponteira não utilizados na colheita florestal ou os outros produtos que são produzidos durante o processamento de madeira podem ser utilizado 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 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 florestal e da madeira 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 florestal e da madeira em biometano e propõe um projeto conceitual utilizando as melhores tecnologias disponíveis. 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 florestal e da madeira 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. No entanto, está claro a partir do estado da arte atual que o biochar de biomassa florestal e da madeira pode ser um ator chave na modulação da redução de gases de efeito estufa. A inovação tecnológica envolve a fabricação de biocarbono com um novo processo de pirólise que utiliza biomassa florestal (cavacos, serragem, biomassa de madeira). 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 madeireira, 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 usada para fins de bioenergia, incluindo biocombustíveis líquidos, como etanol e biodiesel, e biocombustíveis sólidos, como cavacos de madeira e pellets de madeira. 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 pellets de madeira usados para fins energéticos está crescendo. Portanto, maiores quantidades de pellets de madeira serão produzidas a partir de produtos florestais primários. A presente análise no Estudo demonstra que quantidades substanciais de recursos alternativos de madeira de baixo valor estão disponíveis e poderiam ser processados em pellets de madeira..

Ressaltamos como temática no Estudo de Mercado que é de extrema importância um plano de ação para a silvicultura e florestas plantadas no Brasil, estabelecendo aspirações ambiciosas em matéria de disponibilidade de áreas para plantações florestais (floresta plantada zero carbono) e da importância da silvicultura na economia verde e reconhecendo a necessidade de desenvolver a base factual para a expansão das florestas e do coberto arbóreo, incluindo a escolha de espécies para silvicultura de curta rotação.

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 (florestas plantadas na silvicultura) para uso energético, suprimento e descarbonização.

No Estudo de mercado avaliamos melhor uso da biomassa 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 e informações atualizadas sobre a disponibilidade de biomassa sustentável 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 até o ano de 2035/50.

AUTOR DO ESTUDO DE MERCADO

