

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

**ESTUDO DE MERCADO REGIÃO SUL  
BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA**

**2024**



**Brasil Biomassa Consultoria Engenharia Tecnologia Industrial**

**Av.Candido Hartmann, 570 24 . 243 Curitiba PR FoneWhats (41)998173023 ou (41)996473481**

**E-mail [diretoriabrasilbiomassa@gmail.com](mailto:diretoriabrasilbiomassa@gmail.com)**

**BBER [www.brasilbiomassa.com.br](http://www.brasilbiomassa.com.br)**

**Estudo de Mercado Biomassa Florestal e da Madeira Região Sul****58.742 Players Produtores de Biomassa Florestal e da Madeira Região Sul**

Catálogo na Fonte Brasil.

Brasil Biomassa e Energia Renovável. Curitiba. Paraná. 2024

Conteúdo: 1. Análise da biomassa florestal e da madeira na Região Sul 2. Projeções de produção e de disponibilidade da biomassa florestal e da madeira nos Estados da Região Sul 3. Geração de energia com biomassa florestal e da madeira 4. Setor Florestal Brasileiro de Florestas Plantadas. 5. Análise detalhada da produção e do potencial de geração de resíduos desde o cultivo de pinus e eucalipto até o processo industrial da madeira. 6. Eficiência energética e descarbonização industrial com uso da Biomassa - 7. Tecnologias de aproveitamento da biomassa florestal e da madeira para produção de energia, pellets, bioenergia, biocarbono-bio-óleo - gás síntese, biogás- biometano - CO2 industrial - biofertilizantes - amônia verde e hidrogênio verde 8. Mercado, Concorrência e Produtores e Consumidores da Biomassa Florestal e da 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

© 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 950**

**Banco de dados com planilhas contendo 58.742 empresas produtoras**

**Valor do investimento para aquisição do Estudo de Mercado Biomassa Florestal e da Madeira da Região Sul: R\$ 12.500,00**

**SUMÁRIO EXECUTIVO****ESTUDO MERCADO BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA REGIÃO SUL****INTRODUÇÃO.....25**

Declarações Prospectivas

Escopo do Estudo de Mercado Biomassa Florestal e da Madeira

Biomassa no contexto mundial

Tamanho do mercado de biomassa.

Mercado de biomassa por tipo de matéria-prima

Mercado de Biomassa por Tecnologia

Projeções Mundiais do Mercado de Biomassa

Premissas Preliminares

Objetivos do Estudo de Mercado

Anuários dos Players Produtores de Biomassa Florestal e da Madeira

Abordagem do Trabalho

Premissas Fundamentais do Estudo de Mercado da Biomassa

Metodologia de Desenvolvimento do Estudo de Mercado

Plataforma de dados de biomassa

Objetivos específicos do do Estudo de Mercado

Orientações para o relatório de pesquisa de Mercado

Segmentação de Mercado de Biomassa

**DIRETRIZES GERAIS DO SUPRIMENTO DE BIOMASSA SUSTENTÁVEL.....63**

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**
  - f1. Contabilidade de carbono no setor florestal**
  - f2. Emissões e reduções de carbono da cadeia de suprimento**
- 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**
  - k1. Manejo florestal**
  - k2. Plano de reflorestamento**
  - k3. Certificação florestal**
  - k4. Florestas com responsabilidade**
  - k5. Conservação ambiental**
  - k6. Tendências em Silvicultura 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 – Case Suécia****n1. Demanda por biomassa****n2. Uso da biomassa florestal****n3. Biomassa para geração de energia.****o. Substituição Carvão por Biomassa – Case Electrabel Bélgica.****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 madeira e de biomassa.****1.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 eficiência****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

## **2. SETOR FLORESTAL BRASILEIRO.....160**

### **2.1. Setor Florestal Brasileiro**

#### **2.1.1 Silvicultura**

#### **2.1.2. Setor Florestal e Industrial**

#### **2.1.3. Panorama do Setor Florestal e da Madeira**

#### **2.1.4. Indústria de Base Florestal no Brasil**

#### **2.1.5. Distribuição Geográfica Industrial**

### **2.2. Estado Brasileiro**

#### **2.2.1. Condições Edafoclimáticas**

#### **2.2.2. Tipologia Climática**

#### **2.2.3. Relevo e Solo**

#### **2.2.4. Cobertura Vegetal no Brasil**

### **2.3. Floresta Plantada no Brasil**

#### **2.3.1. Eucalipto**

##### **2.3.1.1. Eucalyptus benthamii**

##### **2.3.1.2. Eucalyptus grandis**



- 2.3.1.3. *Eucalyptus camaldulensis*
- 2.3.1.4. *Eucalyptus urophylla*
- 2.3.1.5. *Eucalyptus cloeziana*
- 2.3.1.6. *Eucalyptus dunnii*
- 2.3.1.7. *Eucalyptus saligna*
- 2.3.1.8. Análise swot uso energético do eucalipto
- 2.3.2. Pinus
  - 2.3.2.1. Pinus Taeda
  - 2.3.2.2. Pinus Elliottii
  - 2.3.2.3. Análise swot uso energético do pinus
- 2.3.3. Produtividade e Rotação das Florestas de Eucalipto e Pinus
- 2.3.4. Floresta Energética
- 2,4, Certificação Florestal no Brasil
- 2.5. Produção Industrial
  - 2.5.1. Celulose
  - 2.5.2. Papel
  - 2.5.3. Painéis de Madeira e Pisos Laminados
  - 2.5.4. Carvão Vegetal
  - 2.5.5. Produtos Sólidos de Madeira
  - 2.5.6. PD&I e Novos Usos
- 2.6. Futuro e Bioeconomia
- 2.7. Sustentabilidade
  - 2.7.1. Investimentos Socioambientais
- 2.8. Áreas Conservadas no Setor de Árvores Plantadas

2.9. Mudanças Climáticas	
2.9.1. Estoque de CO <sub>2</sub> eq	
2.10. Gestão de Recursos Hídricos	
2.11. Gestão de Resíduos Industriais e Florestais	
2.11.1. Pós-Consumo	
2.12. Matriz Energética	
2.13. Área de Árvores Plantadas	
2.14. Consumo de Madeira para Uso Industrial	
2.15. Índice de Preços e Produtos Industriais	
2.16. Cadeia Produtiva	
2.17. Áreas de florestas plantadas em relação às regiões do Brasil	
2.18. Referência Mundial em produtividade	
2.19. Perspectivas para o Futuro Florestal	
2.20. Produto Interno Bruto do Setor Florestal e do Processo da Madeira	
2.20.1. Comércio Internacional Base Florestal	
2.20.2. Cadeia de Suprimentos e Transformação Social e Econômica	
2.20.3. Investimentos do Setor Florestal e da Madeira	
2.21. Preservação das Matas Nativas e Meio Ambiente	
2.22. Diferenciais e Desafios do Brasil no Setor Florestal	
2.23. Estoque de Carbono	
<b>3. BIOMASSA ENERGÉTICA.....</b>	<b>210</b>
3.1. Biomassa	
3.1.1. Biomassa energética florestal	
3.1.1.1. Biomassa Florestal Residual	

- 3.1.1.2. Biomassa de Exploração Florestal**
- 3.1.1.3. Biomassa Lenhosa e da Madeira**
- 3.1.1.4. Resíduos de origem florestal**
- 3.1.2. Biomassa energética agrícola**
- 3.1.3. Rejeitos urbanos**
- 3.1.4. Florestas energéticas e industriais**
- 3.2. Tipos de biomassa**
- 3.3. Energia da biomassa**
- 3.4. Benefícios estratégicos e econômicos da biomassa**
- 3.5. Benefícios sociais da biomassa**
- 3.6. Benefícios ambientais da biomassa**
- 3.7. Características físico-químicas de diferentes biomassas**
  - 3.7.1. Poder calorífico**
  - 3.7.2. Teor de umidade**
  - 3.7.3. Constituição Química**
  - 3.7.4 Massa específica**
  - 3.7.5 Densidade**
  - 3.7.6 Teor de minerais**
  - 3.7.7 Teor de cinzas**
- 3.8. Tecnologia de conversão da biomassa em energia**
  - 3.8.1. Biocombustíveis líquidos**
  - 3.8.2. Biocombustíveis gasosos**
  - 3.8.3. Biocombustíveis sólidos**
- 3.9. Conversão Energética da Biomassa**

3.9.1. Conversão termoquímica

3.10. Tecnologias de geração termelétrica a partir da Biomassa

**4. BIOMASSA RESIDUAL DO SETOR FLORESTAL E DA MADEIRA.....300**

4.1. Ecoeficiência

4.1.2. Resíduos biomassa lenhosa no contexto mundial

4.2. Resíduos de origem florestal

4.2.1. Casca

4.2.2. Cavaco de madeira com casca

4.2.3. Serragem verde

4.2.4. Costaneiras

4.2.5. Ponteira de eucalipto

4.2.6. Raiz

4.3. Características dos resíduos da colheita florestal

4.4. Classificação dos resíduos florestais

4.5. Aproveitamento energético dos resíduos florestais

4.5.1. Aspectos econômicos de Produção de Eucalipto para Energia

4.6. Tecnologia da biomassa florestal

4.6.1. Fases da colheita e equipamentos em uso

4.6.1.1 Corte

4.6.1.2. Descascamento

4.6.1.3. Transporte a curta distância

4.6.1.4. Carregamento

4.6.1.5. Transporte às fontes consumidoras

4.6.1.6. Descarregamento

**4.6.2. Cavaqueamento****4.6.2.1. Cavaqueamento ou chipping****4.6.2.2. Cavaqueamento de árvores inteiras****4.6.2.3. Cavaqueamento em toras curtas****4.6.2.4. Sistema cavaqueamento de toras longas****4.6.2.5. Sistema de cavaqueamento de árvores completas****4.6.3. Fragmentação dos resíduos florestais****4.6.4. Picadores****4.6.5. Trituradores****4.6.6. Estoque de cavacos****4.6.7. Enfardamento****4.6.8. Compactação de biomassa florestal em veículos de transporte****4.6.8.1. Desbastes****4.6.9. Uso energético dos resíduos florestais: casca, ponteira, tocos e raízes de eucalipto****4.7. Impactos ambientais da geração de energia a partir da biomassa florestal****4.7.1. Exportação de nutrientes****4.8. Moderna tecnologia de aproveitamento da biomassa florestal****4.8.1. Centro de recolhimento e de processamento dos resíduos florestais****4.8.2. Recolhimento e transporte de biomassa nas áreas florestais sem pré-processamento****4.8.3. Processamento da biomassa na unidade florestal****4.8.4. Carregamento e transporte****4.8.5. Parque de pré-tratamento****4.8.6. Enfardamento da biomassa****4.8.7. Aproveitamento da árvore descartada**

- 4.9. Metodologia de cálculo dos resíduos florestais**
- 4.10. Resíduos de origem do processo industrial da madeira**
- 4.11. Tipos de resíduos do processo industrial da madeira**
  - 4.11.1. Cascas**
  - 4.11.2. Cavaco sujo de madeira**
  - 4.11.3. Cavaco limpo de madeira**
  - 4.11.4. Refilos e destopos**
  - 4.11.5. Serragem ou pó de serra**
  - 4.11.6. Maravalha, cepilho ou micro-pó**
- 4.12. Segmento industrial**
  - 4.12.1. Microserrarias**
  - 4.12.2. Serrarias de médio e grande porte**
  - 4.12.3. Beneficiadoras da Madeira Serrada**
  - 4.12.4. Laminadoras**
  - 4.12.5. Fábricas de painéis**
- 4.13. Resíduos na indústria madeireira e serraria**
  - 4.13.1. Fragmentos de processos diversos de industrialização madeireira**
  - 4.13.2. Resíduos do setor de desdobramento de toras e de peças de madeira**
  - 4.13.3. Cavacos de costaneiras e refilos de serrarias**
- 4.14. Resíduos na indústria de celulose e papel**
  - 4.14.1. Casca do descascamento e limpeza das toras**
  - 4.14.2. Serragem da classificação dos cavacos**
  - 4.14.3. Cavacos sobre dimensionados, lascas e fitas de madeira contendo casca**
  - 4.14.4. Rejeitos do cozimento e depuração**

- 4.14.5. Madeira descartada nos pátios de estocagem de toras
- 4.14.6. Lodos das estações de tratamento de efluentes
- 4.14.7. Lodos da fabricação do papel
- 4.15. Resíduos na Indústria de painéis de madeira
  - 4.15.1. Pós de lixamento
  - 4.15.2. Refilos de painéis ou de chapas de madeira
  - 4.15.3. Painéis MDP
  - 4.15.4. Chapas de lâminas ou Compensado de lâminas de madeira
  - 4.15.5. Compensado sarrafeado ou Blockboard
  - 4.15.6. Chapas de partículas de madeira aglomerada
  - 4.15.7. Chapa OSB ou chapa de flocos
  - 4.15.8. Chapas de fibra de madeira isolante ou Insulationboard
  - 4.15.9. Chapa de fibra de alta densidade ou hardboard
  - 4.15.10. Chapa de média densidade
- 4.16. Resíduos na indústria moveleira
  - 4.16.1. Sobras de chapas de madeira da fabricação de móveis
- 4.17. Resíduos da construção civil
- 4.18. Resíduos de arborização urbana e poda de árvores
- 4.19. Resíduos de embalagens de madeira
- 4.20. Resíduos de supressão florestal
  
- 5. DIAGNÓSTICO POTENCIAL BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA.....430**
  - 5.1. Dados do Setor Florestal e da Madeira
    - 5.1.1. Produção Florestal na Silvicultura

## **5.2. Metodologia de cálculo dos resíduos florestais**

### **5.2.1. Metodologia de estimativa de resíduos da extração e colheita florestal**

#### **5.2.1.1. Perda no corte e extração florestal**

## **5.3. Produção da Indústria Madeireira dn Silvicultura**

## **5.4. Carvão na Silvicultura na Região Sul**

### **5.4.1. Produção de Carvão na Silvicultura na Região Sul**

## **5.5. Lenha na Silvicultura na Região Sul**

### **5.5.1. Produção de Lenha na Silvicultura na Região Sul**

## **5.6. Madeira em Tora na Silvicultura na Região Sul**

### **5.6.1. Produção Madeira em Tora na Silvicultura na Região Sul**

## **5.7. Madeira em Tora para outras finalidades na Silvicultura na Região Sul**

### **5.7.1. Produção Madeira em Tora outras finalidades Silvicultura na Região Sul**

## **5.8. Metodologia de cálculo dos resíduos do processo industrial da madeira na Região Sul**

### **5.8.1. Metodologia de cálculo dos resíduos do processo industrial da madeira - toras para celulose**

### **5.8.2. Cálculo de disponibilidade total e do potencial dos resíduos do processo industrial da madeira tora para celulose**

### **5.8.4. Metodologia de cálculo dos resíduos do processo industrial da madeira - toras outras finalidades**

### **5.8.5. Cálculo de disponibilidade total e do potencial de resíduos do processo industrial da madeira - toras para outras finalidades**

## **5.9. Resultado final da disponibilidade total e do potencial de resíduos da colheita florestal e do processo industrial da madeira**

## **5.10. Cálculo de disponibilidade total e do potencial da Lenha**



<b>6. MERCADO BIOMASSA REGIÃO SUL.....</b>	<b>500</b>
6.1. Estudo de mercado biomassa florestal e da madeira	
6.1.1. Identificação do mercado	
6.1.2. Diagnóstico do Segmento de produção de biomassa florestal e da madeira	
6.1.3. Case especial produção e consumo de biomassa florestal e da madeira	
6.1.4. Canais de pesquisa utilizados	
6.1.5. Perfil dos produtores e consumidores de biomassa	
6.2. Concorrência - Produtores de biomassa	
6.3. Mercado de consumo de biomassa	
6.3.1. Importância do uso da biomassa no mercado	
6.3.2. Biomassa como uma solução de aquecimento e de geração de energia	
<b>7. PLAYERS PRODUTORES DE BIOMASSA REGIÃO SUL.....</b>	<b>570</b>
7.1. Evolução do Mercado de Biomassa	
7.2. Anuários dos Players Produtores de Biomassa Florestal	
7.2.1. Players Produtores do Setor Florestal	
7.2.1.1. Empresas que atuam no cultivo florestal de eucalipto	
7.2.1.2. Empresas que atuam no cultivo florestal de pinus	
7.2.1.3. Empresas que atuam no cultivo florestal de acácia negra e teca	
7.2.1.4. Empresas que atuam no cultivo de mudas em viveiros florestais	
7.2.1.5. Empresas da base florestal. Extração de toras para celulose e para outras finalidades em florestas plantadas e de atividades de apoio à produção florestal	

**7.2.1.6. Empresas que atuam diretamente com o setor florestal que utilizam a base florestal (resíduos florestais como tora fina, ponteira, costaneiras, cascas e outros tipos de resíduos) para a produção de lenha e cavaco, maravalha e serragem de madeira.**

**7.2.2. Players Produtores de Biomassa do Processo Industrial da Madeira**

**7.2.2.1. Empresas da base industrial da madeira que atuam como Serrarias com desdobramento de madeira em bruto, sem desdobramento de madeira em bruto - Resseragem e na fabricação de artigos de serralheria**

**7.2.2.2. Empresas da base industrial da madeira que atuam na indústria de laminação, compensados e painéis de madeira**

**7.2.2.3. Empresas da base industrial da madeira que atuam na indústria de embalagens de madeira e pallets**

**7.2.2.4. Empresas da base industrial da madeira que atuam na indústria de fabricação de móveis de madeira e artefatos em geral fabricação de esquadrias de madeira e de peças de madeira para instalações industriais e comerciais, de outros artigos de carpintaria para construção, de artefatos de tanoaria e de artefatos diversos de madeira**

**7.2.2.5. Empresas da base industrial da madeira que atuam na indústria de papel e celulose e outras pastas para a fabricação de papel e de cartolina embalagens e papel-cartão e papelão ondulado**

**7.2.2.6. Empresas da base industrial da madeira em geral que produzem os produtos de origem da madeira e de produção de biomassa, cavaco, serragem e de maravalha de madeira.**

**7.2.2.7. Empresas da base industrial da madeira que produzem cavaco de madeira de florestas plantadas**

**7.2.2.8. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de biomassa e cavaco de madeira para uso energético e produtos de origem sustentável.**

**7.2.2.9. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de maravalha de madeira para uso energético e produtos de origem sustentável.**

7.2.2.10. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de serragem de madeira.

7.2.2.11. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de briquete de madeira para uso energético.

7.2.2.12. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de pellets de madeira para uso energético

7.2.2.13. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de carvão vegetal de florestas plantadas

## **8. ESTUDO DE MERCADO DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA REGIÃO SUL.....650**

8.1. Diagnóstico de Produção e Disponibilidade de Biomassa Florestal e da Madeira na Região Sul

8.1.1. Cenário Produção e Disponibilidade de Biomassa Florestal e da Madeira no Paraná

8.1.1.1. Players produtores de Biomassa Florestal e da Madeira no Paraná

8.1.2. Cenário Produção e Disponibilidade de Biomassa Florestal e da Madeira no Rio Grande do Sul

8.1.2.1. Players produtores de Biomassa Florestal e da Madeira no Rio Grande do Sul

8.1.3. Cenário Produção e Disponibilidade de Biomassa Florestal e da Madeira em Santa Catarina

8.1.3.1. Players produtores de Biomassa Florestal e da Madeira em Santa Catarina

## **9. CRÉDITO DE CARBONO.....720**

9.1. Mercado de Carbono

9.1.1. Mercado Regulado

9.1.2. Mercado Voluntário

9.2. Tipos de créditos de carbono	
9.3. Estruturas operacionais do mercado	
9.4. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	
9.5. Características das Reduções Certificadas de Emissão	
9.6. Geração de Crédito de Carbono no Uso da Biomassa Florestal e Industrial	
9.6.1. Metodologia utilizada	
9.6.2. Estimativa de Emissões Reduzidas e Absorções de CO <sub>2</sub>	
9.6.3. Geração de créditos de carbono	
9.6.4. Teor de carbono total	
9.6.5. Emissão de CO <sub>2</sub>	
9.7. Case de sucesso Crédito de Carbono uso da Biomassa	
<b>BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA E ENGENHARIA.....</b>	<b>850</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>900</b>

**LISTA DE FIGURAS**



**LISTA DE TABELAS**





## INTRODUÇÃO



**Declarações Prospectivas .** Este Estudo de mercado do potencial e de disponibilidade de biomassa florestal e da madeira 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 florestal e da madeira sobre as expectativas de desenvolvimento e de expansão do mercado de produção de biomassa florestal e da madeira.

Objetiva-se com o Estudo de mercado de biomassa em gerar expectativas dentro de uma tendência de mercado produtor de biomassa de origem florestal e do processo industrial da madeira e o potencial de disponibilidade de biomassa por estados e os players produtores 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 estudo. Assim utilizamos as declarações prospectivas de informações como apenas uma advertência no desenvolvimento do Estudo de mercado.

### DIRETORIA EXECUTIVA

**Escopo do Estudo de Mercado Biomassa Florestal e da Madeira.** 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 das atividades florestais. 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 são deixados no campo para se decomporem 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 madeira, culturas agrícolas e resíduos de florestas e da 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 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 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 em utilizar esta fonte energética.

A base econômica de florestas plantadas para a produção florestal e de madeira e seus produtos, sustenta uma cadeia produtiva que tem participação fundamental na economia do país. Os ecossistemas florestais 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 florestais. 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 Estudo de mercado de biomassa florestal e da madeira, a quantificação e disponibilidade de biomassa e o monitoramento do suprimento é fundamental para o desenvolvimento sustentável ambiental.

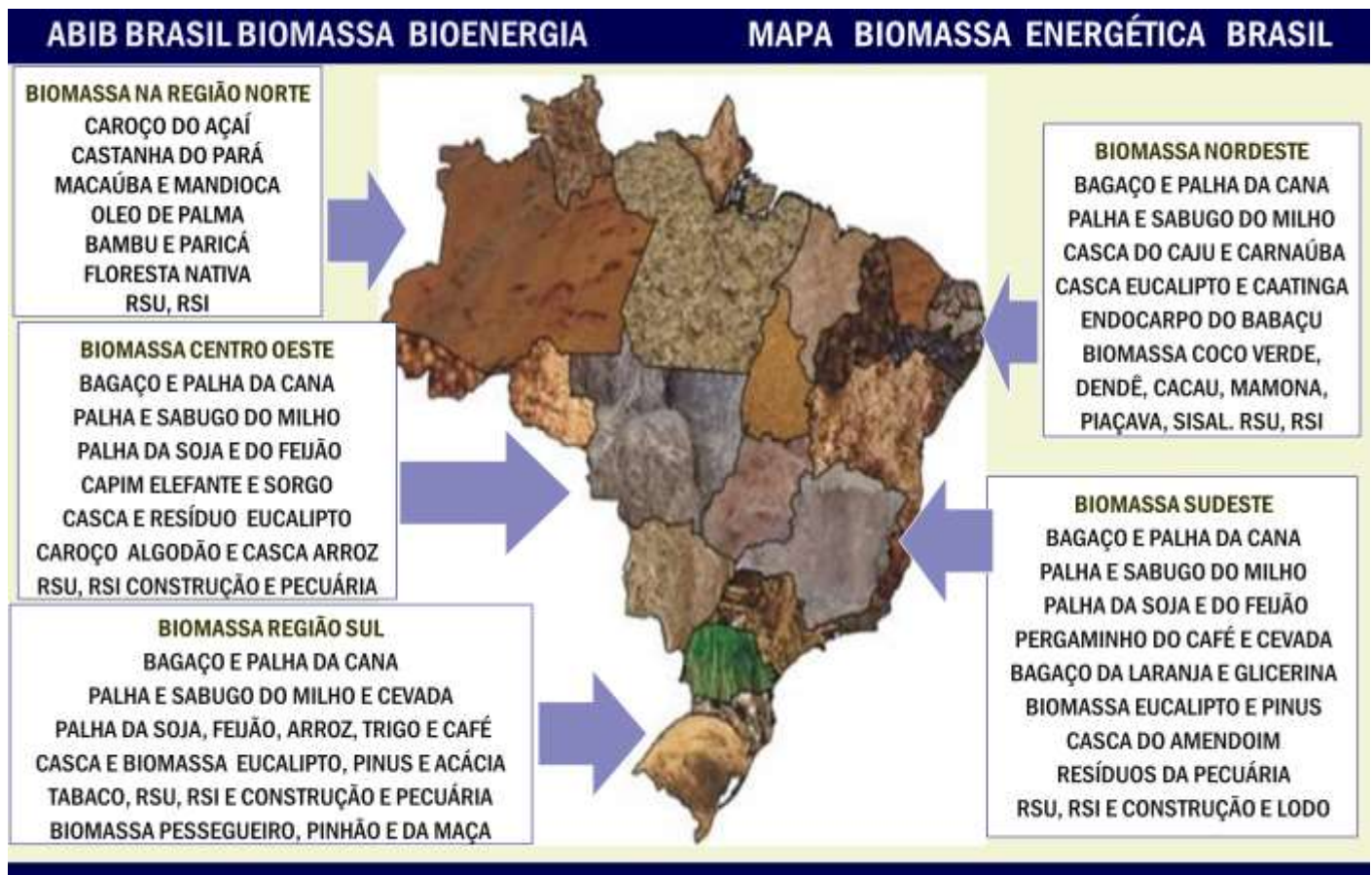
Foram avaliados os produtores florestais e as indústrias de base florestal, incluindo-se as empresas de transformação primária (serrarias, madeireiras e laminadoras), transformação secundária (fábricas de painéis de madeira e compensados) e transformação terciária (fábricas de móveis, artefatos de madeira) e as fábricas de celulose e papel.

O presente Estudo tem como escopo principal, o levantamento do quantitativo de geração de biomassa do setor florestal e da madeira dividido por região e por estados e uma estimativa do estoque de biomassa que pode ser aproveitado para a instalação segura para projetos 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 florestais e da indústria da madeira por regiões e por estados.
- ii) Players produtores do setor florestal e da madeira e do gerenciamento da cadeia de suprimento de biomassa.

iv) Analise o estoque de biomassa 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 Estudo de mercado que retrata o potencial mercado de biomassa florestal e da madeira no mercado brasileiro.

O estudo combina extensa análise quantitativa e análise qualitativa exaustiva, varia de uma visão macro do tamanho total do mercado paranaense de biomassa, 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 florestal e do processo da madeira, cobrindo todos os seus aspectos essenciais. Vamos analisar exclusivamente a biomassa de origem florestal e do processo industrial da madeira.

Produtos gerados pela floresta e que são processados para fins energéticos, os materiais vegetais procedentes das operações silvícolas como: podas, toíças, desbastes, cortes fitossanitários, bem como, cortes finais ou cortes intermédios, lenhas de podas e desramações e material vegetal proveniente de culturas energéticas, lenhosas ou herbáceas, instalados em áreas florestais.



Para o cenário competitivo, o estudo de mercado 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.

É a matéria orgânica residual, composta por costaneiras, serragem, maravalha ou pó de serra, licores negros, recortes, aparas, biomassa etc., que é gerada nos processos da indústria de transformação e processamento de madeiras, tal como as serrarias e madeireiras, fábricas de papel e celulose, laminadoras e embalagens, painel de madeira, mdf e compensado ou de movelaria, bem como, restos de madeiras de outras atividades industriais como paletes, embalagens.



Os resíduos da colheita florestal representam madeira que foi produzida pela floresta, mas não foi retirada para ser consumida.

Esta disponibilidade adicional de madeira a partir dos resíduos lenhosos pode ser substancial, sendo que a quantidade pode variar de 10% a 20% da madeira comercial colhida a partir de florestas plantadas e de 60% a 70% de florestas naturais. Neste contexto desenvolvemos o estudo de mercado de produção e do potencial de disponibilidade de biomassa da colheita e extração florestal e do processamento industrial da madeira.

**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.

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.



A crescente população mundial impulsionará a intensificação das atividades florestais. Como consequência, é de esperar que sejam produzidas maiores quantidades de biomassa.



**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.

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.

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.

**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 culturas agrícolas, resíduos florestais e 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.

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%.

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 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 estudo de mercado envolve explicações de ordem técnica sobre a produção da biomassa 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 florestal residual e do processo industrial da madeira.

ABIB BRASIL BIOMASSA ATLAS BRASILEIRO BIOMASSA REGIÃO NORTE  
MAPEAMENTO CULTURAS MAIOR DISPONIBILIDADE BIOMASSA NORTE BRASIL



POTENCIAL DE BIOMASSA REGIÃO NORTE (MAIOR QUANTITATIVO)  
SILVICULTURA E EXTRATIVISMO  
BIOMASSA FLORESTAL E DA MADEIRA  
EUCALIPTO, PARICÁ, MADEIRA NATIVA E BAMBU  
CULTURAS AGRICULTURA AGROINDUSTRIAL E SUCROENERGÉTICO  
AÇAÍ, ARROZ, BABAÇÚ, BURITI, CANA-DE-AÇÚCAR, CASTANHA DO BRASIL, COCOVERDE, DENDÊ, FRUTICULTURA, MACAÚBA, MANDIOCA, MILHO, SOJA, SORGO E TUCUMÃ.  
BRIQUETE, RSU, RSI

Desta forma foi efetuada a avaliação do valor energético da biomassa, a quantificação dos recursos disponíveis e a valorização de externalidades.

Este estudo desenvolve ainda um levantamento de dados acerca da situação atual de aproveitamento florestal e industrial e 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 estudo é estruturado em torno de estratégias para descarbonização industrial por biocombustíveis renováveis como a biomassa 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 florestal (origem de manejo e reflorestamento) e do processo industrial da madeira (certificada) de pinus ou eucalipto.

Este estudo desenvolve ainda um levantamento de dados acerca da situação atual de aproveitamento florestal e industrial e dos resíduos 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 da biomassa florestal e da madeira como uma fonte energética para os projetos energéticos e de descarbonização industrial.

Identificação e quantificação os resíduos, rejeitos e subprodutos gerados da biomassa da cultura florestal e do processo da madeira por Estado.

Identificação dos possíveis fornecedores de biomassa florestal e da madeira com dados de localização da empresa. Realização de uma avaliação econômica sobre o aproveitamento residual da biomassa florestal e industrial até o presente momento, observando também as possíveis tendências de crescimento futuro para atender aos projetos energéticos.



**Objetivos do Estudo Técnico.** O objetivo dessa fase do estudo é a identificação potencial de biomassa florestal e da madeira e dos maiores produtores florestais e empresas do setor da madeira. Com dados de contato para o desenvolvimento de uma operação comercial, suprimento e projetos de co-geração e o uso energético da biomassa florestal e da madeira. Queremos:

Conceber soluções técnicas para melhor alternativa para o aproveitamento da biomassa de origem da cultura do eucalipto/pinus (florestal e processo industrial da madeira).

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 florestal do eucalipto/pinus que podem ser utilizados como fonte energética e de suprimento.

Avaliar o potencial e a disponibilidade de biomassa da colheita florestal ao processo industrial da madeira.

O objetivo geral dos trabalhos do Estudo de mercado de biomassa para suprimento, aqui apresentado para subsidiar com informações no sentido de ampliar seu entendimento sobre as oportunidades de aproveitamento da biomassa florestal e da madeira para garantia segura de fornecimento.

O objetivo específico deste estudo de mercado brasileiro de biomassa foi quantificar e localizar por regiões e por estados da biomassa florestal proveniente de pinus e eucalipto, fornecimento de madeira e potencialidade da biomassa.

Com base nos dados da produção/disponibilidade foram feitas estimativas dos montantes de resíduos gerados pela atividade florestal e industrial e do potencial energético dos resíduos de biomassa.

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 480 mil empresas para a compilação de dados de produção e de disponibilidade para segurança do suprimento.

**Anuários dos Players Produtores de Biomassa Florestal e da Madeira.** O Banco de dados dos players produtores florestais de empresas dividido em anuários em planilhas inteligentes. O do setor florestal com dados dos produtores e uma avaliação dos seguintes tópicos:

**1. Empresas que atuam no cultivo florestal de eucalipto.** O interesse pela silvicultura, e pelo eucalipto de modo especial, no entanto, vem crescendo nos últimos anos como uma alternativa de produção de energia. O eucalipto fornece matéria-prima para uma infinidade de produtos. Dele, são extraídos celulose, madeira, biomassa e, até mesmo, óleos essenciais. Existem mais de 21 espécies comerciais de eucalipto, algumas com madeira mais densa, outras com floração precoce e, ainda, as que fornecem óleo essencial para a indústria.



A maior parte da área plantada de eucalipto se destina à produção de celulose. Sua madeira é muito requisitada pela indústria moveleira e pela construção civil. Seus óleos são utilizados em produtos fármacos, de higiene e limpeza. É fonte, ainda, de carvão vegetal e biomassa como fontes de energia.

**2. Empresas que atuam no cultivo florestal de pinus.** A árvore da espécie Pinus é versátil por sua madeira se transformar em papel, móveis, folhas de madeira, resina, entre outros. o gênero Pinus possui cerca de 105 espécies identificadas, que são resistentes à seca e muito exigentes com luz, quanto à temperatura. No Brasil, as espécies de Pinus mais plantadas são.



Pinus taeda, Pinus elliotti (resistentes à geadas), Pinus caribaea var. hondurensis, Pinus oocarpa e Pinus tecunumanii (que toleram déficit hídrico). Pinus é bem visto por ser versátil, já que com sua a madeira é possível produzir celulose de fibra longa e papel de qualidade superior. Com essa madeira também é possível criar chapas, MDF, OSB, compensado, laminados, móveis e tábuas, que podem ser utilizadas na construção de casas, caixotarias e pellets.

**3. Empresas que atuam no cultivo florestal de acácia negra e teca.** Apresentando características em sua madeira indicadas para lenha, carvão, celulose, papel, painéis de madeira, entre outras indicações. A Acácia pode constituir uma alternativa promissora para a silvicultura. A Acácia mearnsii (Acácia Negra) se destaca no Sul do Brasil por apresentar características específicas e é historicamente reconhecida pela qualidade de sua casca, da qual são obtidos os extratos vegetais, ricos em tanantes e fenóis, compostos para os mais diversos fins.



A teca é uma árvore nativa das florestas tropicais da Ásia que se adaptou muito bem em plantações ao longo das regiões de clima equatorial e tropical em todo o planeta, incluindo o Brasil. Por ser uma espécie bastante resistente e rústica, está entre as espécies florestais tropicais de alto valor comercial.

Há diferentes tipos de viveiros, classificados como provisórios e permanentes, dependendo do tempo do cultivo e da forma como as raízes das mudas se desenvolvem. Os viveiros também são divididos por áreas: as produtivas, onde estão os canteiros com as mudas; e as não produtivas.

**4. Empresas que atuam no cultivo de mudas em viveiros florestais.** Os viveiros florestais são essenciais para a preservação das florestas e manutenção do ambiente, pois nesses locais são cultivadas mudas de árvores e espécies que serão, depois, reintroduzidas na natureza ou plantadas em parques e áreas verdes.



**5. Empresas da base florestal.** Que atuam na extração de toras para celulose e para outras finalidades em florestas plantadas e de atividades de apoio à produção florestal. As empresas do processo de colheita e da extração florestal no Brasil atuam desde preparo e o deslocamento da tora.



As empresas de Corte florestal no Brasil desenvolvem operações de corte do tronco, retirada das pontas, galhos, folhas e cascas. Na extração que envolve o arraste da área de corte até às estradas ou pátios, onde as toras serão acondicionadas por períodos pré definidos até seu transporte.

**6. Empresas que atuam diretamente com o setor florestal que utilizam a base florestal (resíduos florestais como tora fina, ponteira, costaneiras, cascas e outros tipos de resíduos) para a produção de lenha e cavaco, maravalha e serragem de madeira. Os tipos de resíduos da colheita florestal pode ser utilizado para a produção de energia.**



Como os compostos por raízes, touças, fuste total, ramos, folhas ou acículas e frutos; o tronco da árvore englobando a casca e parte do fuste total que não é aproveitado em exploração normal, árvores mortas, árvores abatidas acidentalmente, cepas, cipós, outras espécies não arbóreas danificadas.



**Banco de Dados em Anuários dos Players Produtores de Biomassa do Processo Industrial da Madeira.** O Banco de dados dos players produtores da madeira nde empresas produtoras (madeira) dividido em anuários em planilhas inteligentes. O do setor da madeira com dados dos produtores e uma avaliação dos seguintes tópicos:

**1. Empresas da base industrial da madeira que atuam como Serrarias com desdobramento de madeira em bruto, sem desdobramento de madeira em bruto - Resseragem e na fabricação de artigos de serralheria e que são produtoras de serragem, maravalha e cavaco de madeira. A produção de madeira bruta desdobrada ou serrada em bruto.**



A secagem, preservação e imunização da madeira serrada quando integrada à produção de madeira bruta desdobrada ou serrada em bruto. Chama-se desdobramento ao corte da madeira para fins industriais. Após a derrubada da árvore, é feito o desgalhe e o corte das toras em segmentos de aproximadamente 6 m de comprimento, o que torna mais fácil o seu transporte. Este setor é o maior gerador e produtor de biomassa, cavaco sujo e limpo, serragem, pó e maravalha.

**2. Empresas da base industrial da madeira que atuam na indústria de laminação, compensados e painéis de madeira e que também geram resíduos de processo para a produção de biomassa para geração de energia.**



As Laminadoras: são empresas que produzem lâminas de madeira de 1 a 3 mm de espessura para a fabricação de compensados. Os equipamentos utilizados para o desdobro de toras nesses empreendimentos são os tornos laminadores ou máquinas faqueadoras. As indústrias de painéis desdobram a madeira em tora e possuem a mesma tecnologia empregada nas laminadoras, ou seja, utilizam tornos ou faqueadoras. As lâminas de madeira são secas em estufas e, posteriormente, submetidas à colagem e prensagem para a fabricação de chapas de compensados. Este setor é produtor de biomassa, cavaco sujo e limpo, serragem, pó e maravalha

**3. Empresas da base industrial da madeira que atuam na indústria de embalagens de madeira e pallets e que também geram resíduos de processo para a produção de biomassa para geração de energia. A fábrica de embalagens de madeira é responsável pela fabricação das estruturas como caixas, estrados ou mesmo paletes – utilizados principalmente para acoplar os produtos e mercadorias no momento do envio.**



Em uma fábrica de pallets de madeira são desenvolvidos produtos de alta qualidade com o intuito de otimizar processos industriais. Quando não há a possibilidade de recuperação, os destinos mais frequentes: (i) processamento em cavaco para fins energéticos, (ii) confecção de peças artesanais ou uso energético sem processo intermediário de transformação.



**4. Empresas da base industrial da madeira que atuam na indústria de fabricação de móveis de madeira e artefatos em geral fabricação de esquadrias de madeira e de peças de madeira para instalações industriais e comerciais, de outros artigos de carpintaria para construção, de artefatos de tanoaria e de artefatos diversos de madeira) e que também geram resíduos de processo para a produção de biomassa para geração de energia..**



A indústria moveleira, também conhecida como indústria de móveis, é a responsável pela produção de mobiliários, cuja matéria-prima é o metal ou a madeira. Há setores industriais brasileiros em que a matéria-prima madeira é tida como elemento essencial à produção. Os principais resíduos gerados pela Indústria Moveleira são constituídos na sua maior proporção por: Pó de lixa, Serragem e Retalhos e sobras de madeira.



**5. Empresas da base industrial da madeira que atuam na indústria de papel e celulose e outras pastas para a fabricação de papel e de cartolina embalagens e papel-cartão e papelão ondulado para uso comercial que utilizam a base de madeira. no Brasil, a indústria de celulose e papel utiliza como matéria prima madeira oriunda exclusivamente de florestas plantadas (principalmente de plantios de rápido crescimento de pinus e eucalipto).**



Os principais resíduos sólidos inorgânicos gerados pelas indústrias de celulose são as cinzas, lama de cal, dregs e grits. As cinzas, consideradas como resíduo inerte resultam da queima da biomassa em caldeiras, principalmente da queima de cascas da madeira utilizada para produção de celulose. São gerados cerca de 20 kg de cinzas por tonelada de celulose produzida.



**6. Empresas da base industrial da madeira em geral que produzem os produtos de origem da madeira e de produção de biomassa, cavaco, serragem e de maravalha de madeira. A indústria madeireira é o ramo da indústria voltado ao processamento da madeira. Inclui o plantio ou extração, o corte, o armazenamento, o tratamento bioquímico, a modelagem e a finalização.**



**. O produto final desta atividade pode ser a construção civil, a fabricação de móveis ou a obtenção de celulose para a fabricação do papel, entre outros derivados da madeira. A indústria madeireira é um setor muito forte. A lenha é o tipo de resíduo de maior representatividade, correspondendo a 71% da totalidade dos resíduos, seguido pela serragem que corresponde a 22% do total e os cepilhos, correspondendo a 7% do total.**



**7. Empresas da base industrial da madeira que produzem cavaco de madeira de florestas plantadas. O cavaco é a biomassa das florestas plantadas, que serve para produção de energia, tanto na do eucalipto, como na produção de energia na própria indústria e esse mercado ficou extremamente dinâmico.**



Os cavacos de madeira, são produtos de pequenas dimensões obtidos a partir da picagem da madeira. no Brasil, os cavacos são produzidos, em sua maioria, com madeira das diferentes espécies do gênero Eucalyptus, sendo utilizados principalmente na indústria de celulose e papel, para obtenção da polpa celulósica, e possuem potencial de aplicação para geração de energia e confecção de painéis reconstituídos de madeira. E utilizado no processo de geração de energia especialmente para a indústria cerâmica e na geração de vapor em caldeiras, neste caso tem sido comum seu acréscimo à serragem.



**. 8. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de biomassa e cavaco de madeira para uso energético e produtos de origem sustentável.** A biomassa florestal é muito importante no Brasil, seja de eucalipto, pinus ou acácia explorada e florestas naturais



O eucalipto é muito usado como biomassa para energia. Eucaliptos alimentam uma indústria muito forte de carvão vegetal e o carvão, por sua vez, é usado industrialmente em siderurgia e outras áreas. Há um consumo agrícola muito grande de energia para geração de calor usado na secagem de produtos agrícolas, no aquecimento de aves ou na geração de vapor e calor para processos industriais. Além disso, a biomassa de madeira também é utilizada para gerar energia elétrica, ou calor e energia elétrica

**9. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de maravalha de madeira para uso energético e produtos de origem sustentável.** A maravalha como sendo aqueles resíduos do aplainamento das peças de madeira após seu desdobro.



É um resíduo mais comum nas indústrias de beneficiamento da madeira, em geral, realizado somente com a madeira seca. O beneficiamento através da plaina é realizado em uma linha de produção junto à serraria gerando a maravalha, que mistura-se com a serragem do desdobro nos pátios das serrarias ou nos silos de armazenamento de resíduos. As aparas de plaina ou maravalha ainda são produzidas naquelas serrarias que realizam o reprocessamento ou reserva de peças com defeitos (peças com rachaduras, empenamentos, colapso, nós, bolsas de resina). Esta reserva, para a transformação em novos produtos, é a principal forma empregada pelas serrarias para o aproveitamento de peças com defeitos não comercializadas como madeira de qualidade inferior.

**10. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de serragem de madeira.** A serragem de madeira é o resíduo resultante do processamento do material em serrarias, carpintarias e outras indústrias madeireiras.



O produto é frequentemente utilizado em diferentes aplicações, como na fabricação de pellets, materiais de construção e substrato para cultivo. A serragem de madeira é um produto derivado do processamento do material, composto por pequenas partículas resultantes do corte, desbaste ou trituração de toras e tábuas. Ela costuma ser produzida de forma espontânea em marcenarias e serrarias que trabalham com a madeira na produção de móveis, caixa de madeira e demais produtos. O uso da serragem é uma forma de aproveitar o material, já que ela também possui aplicações. Isso ajuda na renovação dos recursos naturais e contribui para a sustentabilidade.

**. 11. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de briquete de madeira para uso energético.** O briquete de madeira é uma lenha ecológica (reciclada) que é resultado do processo de secagem e prensagem de serragem ou pó dos mais diversos tipos de madeira substituindo com inúmeras vantagens a lenha convencional na sua totalidade,



Sem a necessidade de qualquer modificação no equipamento (fornos, lareiras, churrasqueiras, caldeiras, etc.). O uso de briquetes como combustível é uma forma de preservar o meio ambiente, pois cada tonelada de briquetes representa menos árvores cortadas.

Além disso, por ser um combustível renovável, o briquete proporciona um menor índice de poluição e é liberado pelo IBAMA dispensando licença. Quem se preocupa com a natureza utiliza o Briquete na produção de energia e calor.

Baixo custo, menos poluente e o reaproveitamento dos resíduos são algumas vantagens desse material ecologicamente correto.

**12. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de pellets de madeira para uso energético. É uma fonte de energia renovável (neste caso, a madeira de reflorestamento).**



O fato do pellet ser um biocombustível também demonstra que ele é uma alternativa aos combustíveis fósseis, como o petróleo (e seus derivados), o gás natural e o carvão mineral. Em outras palavras, o pellet de madeira é uma opção ecológica porque é uma fonte de energia alternativa, que não prejudica o meio ambiente e não desgasta os recursos naturais. Os pellets já se tornaram um importante recursos de energia no mundo, especialmente na Europa. Isso faz com que diversos países utilizem o granulado de madeira para atender a acordos ambientais, como o Protocolo de Kyoto

**13. Empresas da base industrial da madeira que atuam na produção de carvão vegetal de florestas plantadas. As florestas plantadas, por meio de sua biomassa, propiciam a geração de diferentes fontes de energia,**





E essa versatilidade abrange desde o emprego direto da madeira até a utilização de produtos e/ou subprodutos. Atualmente, os trabalhos que visam ao plantio de florestas mais adensadas para a produção de carvão estão sendo intensificados, com o objetivo de gerar energia. Tal medida demanda novos materiais genéticos mais adaptados a esse manejo, bem como tecnologias de colheita e processamento da madeira. Assim, dependendo do produto a ser obtido, diferentes tecnologias de manejo e colheita florestal serão desenvolvidas e adotadas. Quando o produto a ser obtido é derivado da madeira, que é o caso do carvão vegetal, os objetivos principais são a formação de florestas energéticas e a transformação destas em biorredutor. Nesse caso, além das pesquisas na área de silvicultura, é necessário investir na área de carbonização.

**Abordagem do Trabalho.** A abordagem de trabalho desenvolvido no Estudo de mercado de biomassa florestal e da madeira 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 de florestal e da madeira (incluindo os resíduos que podem ser aproveitados como galhos, casca, ponteira) no Estado. Avaliação de disponibilidade de biomassa florestal e do processo industrial da madeira.

Para segurança do estudo de mercado para fornecimento de biomassa de origem florestal e da madeira temos um banco de dados dos produtores de biomassa da Brasil Biomassa que envolve produtores florestais, setor madeireiro, serraria, movelaria, indústrias de painéis.

Como adicional a este estudo técnico, desenvolvemos planilha com os principais produtores de biomassa (processada) e produtores florestais 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 Estudo de Mercado da Biomassa.** As premissas do estudo de mercado da produção florestal e do processo da madeira e um panorama de empresas produtoras e consumidoras de biomassa

1. Provedores de matéria-prima de origem florestal e processamento industrial da madeira d de suprir as necessidades atuais das empresas para descarbonização industrial, suprimento energético, projetos de pellets.
2. Localização dos principais produtores de biomassa florestal e industrial para suprimento energético na planta de pellets.

Os itens abordados na caracterização do mercado fazem menção tanto a produtos provenientes da madeira de pinus e de eucalipto quais são dispostos a seguir:

Considerações gerais do mercado florestal e da madeira acerca dos produtos provenientes da cadeia setorial das culturas de pinus e eucalipto Diretrizes de Valoração Quantitativa dos Resíduos. À luz dessa particularidade, tem-se que os dados disponíveis dos resíduos gerados no mapeamento das duas principais culturas da silvicultura.

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 durante a extração e da colheita florestal e da indústria de processamento da madeira e a sua disponibilidade para uso comercial. Aplicando este fator residual à parcela da produção das culturas processadas na silvicultura 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 florestal e do processo industrial da madeira 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 florestal e da madeira 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 cada uma das culturas com os dados mais completos e atuais disponíveis.

**Plataforma de dados de biomassa.** A ABIB Brasil Biomassa detém um mapeamento dos produtores florestais e do processo industrial da madeira 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 da silvicultura que compreende a formulação de cenários sobre o setor florestal, industrial da madeira, valorando os resíduos gerados (colheita, extração e exploração florestal e da madeira) 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 sustentável florestal e da madeira, informação sobre os recursos energéticos de cada tipo de biomassa (florestal e processo industrial).

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 e da Silvicultura do IBGE. Utilizamos ainda como pesquisa ao Serviço Florestal Brasileiro. Sebrae. Cenbio. Embrapa. Associação Produtores de Florestas Plantadas e ABIB Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável.

**Objetivos específicos.** Os objetivos específicos do estudo de mercado (suprimento de biomassa e planilha dos produtores) de quantificar o potencial de biomassa sustentável de origem florestal e da madeira e de identificar e quantificar os maiores produtores florestais e do processo industrial da madeira que são detentores de resíduos .

**Orientações para o relatório de pesquisa de Mercado.** O estudo fornece análise qualitativa e quantitativa do mercado de biomassa florestal e da madeira 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 no Brasil?

Como se prevê que a produção de biomassa se desenvolva no futuro?

Desenvolvemos um capítulo retrata a importância da biomassa florestal e da madeira para os projetos sustentáveis e para o 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 florestal brasileiro em especial a silvicultura, área plantada, da produtividade e rotação das florestas plantadas de eucalipto e pinus, do consumo de madeira para uso industrial e as perspectivas do futuro florestal brasileiro.

Um capítulo que trata da biomassa energética florestal, residual, exploração florestal e lenhosa. 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 florestal e do processo industrial da madeira como uma fonte de energia zero carbono, da ecoeficiência e dos resíduos de biomassa lenhosa e de origem florestal. Os impactos ambientais da geração de energia a partir da biomassa florestal e da moderna tecnologia de aproveitamento da biomassa florestal. Avaliaremos a metodologia de cálculo dos resíduos florestais e do processo da madeira.

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 florestal e da madeira.

Faremos ainda um diagnóstico do potencial e de disponibilidade de biomassa florestal e da madeira. E ainda vamos fornecer perfis detalhados das principais empresas que operam no mercado de biomassa. O estudo avaliou as maiores empresas por estados, com base em seus principais quantitativos de biomassa, dados empresariais e societários e de informações básicas da empresa e portfólio de negócios da empresa.

**Segmentação de Mercado.** Este Estudo de mercado prevê o crescimento do volume de produção e disponibilidade de biomassa em nível regional estadual e fornece uma análise das últimas tendências das indústrias produtoras de biomassa florestal e da madeira 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 florestais e da madeira.



## DIRETRIZES GERAIS DO SUPRIMENTO DE BIOMASSA SUSTENTÁVEL

Nos últimos anos, a nossa produção de energia envolve a queima de combustíveis fósseis. Como uma consequência temos um aumento crescente nas emissões de CO<sub>2</sub>. É consenso mundial de que os recursos de combustíveis fósseis estão sendo limitados. Numerosas iniciativas envolvem uma reestruturação da rede de energia e a redução da dependência de combustíveis fósseis. Os combustíveis renováveis podem substituir o papel dos combustíveis fósseis na produção e geração de energia.

**a. Biomassa para reduções emissões GEE.** 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 das atividades agrícolas e florestais. Como consequência, é de esperar que sejam produzidas maiores quantidades de biomassa. A atual geração anual global de todos os resíduos de biomassa, incluindo resíduos animais, 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 são deixados no campo para se decomporem naturalmente ou são queimados ao ar livre; afetando as águas superficiais e a atmosfera. 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.

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 ocupa um lugar de destaque na produção flexível de energia, na indústria e nos transportes, e é cada vez mais utilizada em ligação com a captura e utilização ou sequestro de carbono (CCUS). O CO<sub>2</sub> biogénico capturado pode ser armazenado para obter uma extração líquida de CO<sub>2</sub> da atmosfera (alcançando as chamadas «emissões negativas») ou pode ser combinado com hidrogénio verde para produzir combustíveis e produtos contendo carbono.

Existe agora um amplo consenso de que limitar o aquecimento global e evitar os impactos mais perigosos das mudanças climáticas exigem ações imediatas para descarbonizar os sistemas de energia modernos. Neste sentido desenvolvemos soluções para descarbonizar o setor industrial com o uso sustentável da biomassa florestal. sabemos que o mundo não pode esperar: precisamos de reduções imediatas de emissões na produção de energia a partir de soluções disponíveis hoje – soluções como bioenergia de madeira sustentável.

**b..Fontes renováveis de energia.** As fontes de energia não renováveis, por exemplo, gás e petróleo, têm causado diversos problemas principalmente alterações climáticas, poluição do ar e degradação ambiental. Nosso mundo é mais dependente de combustíveis fósseis, especialmente carvão e petróleo.



Com base em um relatório recente do Instituto Goddard da NASA para pesquisa espacial, o nível de gás CO<sub>2</sub> no ar é o mais alto dos últimos 650.000 anos. O desenvolvimento de fontes renováveis de energia surgiu claramente como uma política promissora para melhorar o frágil sistema energético com seus limitados recursos de combustíveis fósseis, bem como para reduzir os problemas ambientais relacionados.

As fontes de energia renováveis desempenham um papel fundamental nas atuais estratégias das indústrias para descarbonização e para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e na substituição aos combustíveis fósseis.

A biomassa engloba as culturas energéticas e os resíduos florestais e do processo industrial da madeira, agrícolas e do beneficiamento agroindustrial e sucoenergético. Seu apelo se deve à sua potencial disponibilidade e a sua eficiência de conversão e sua capacidade de ser produzido e consumido de forma neutra em CO<sub>2</sub>.

As energias renováveis são especificadas como fontes limpas e causam menos danos ao meio ambiente. Esses recursos também são infinitos e serão utilizáveis por muitas gerações. Conseqüentemente, é imperativo parar a tendência de uso de combustíveis fósseis e usar todos os tipos de energias renováveis. A demanda por energia está crescendo rapidamente devido ao desenvolvimento ininterrupto da indústria e da economia. Hoje, a única solução para responder à grave crise energética e ambiental é reconhecida como a exploração de energia renovável.

De acordo com o recente relatório da Agência Internacional de Energia (IEA), o consumo de biomassa como um recurso verde de energia está crescendo a uma taxa mais rápida do que qualquer outro tipo de energia renovável. A biomassa é transformada em diferentes formas de energia por vários processos. Muitas características impactam a escolha do processo de conversão, como a quantidade de matéria-prima da biomassa, a forma de energia desejada, padrões ambientais, condições econômicas e características específicas do projeto energético.

As energias renováveis representam um caminho eficiente e estratégico para alcançar o desenvolvimento sustentável e dar uma resposta eficaz às alterações climáticas e satisfazer a procura de energia. Com a rápida implantação de tecnologias de energia renovável, a biomassa é uma escolha sustentável para sistemas de energia limpa.

A utilização de energias renováveis é também uma forma eficaz de reduzir os impactos ambientais associados ao consumo de combustíveis fósseis e de mitigar as alterações climáticas. Nesse contexto, o aproveitamento da biomassa residual surge como uma alternativa viável para a produção de energia, abrangendo uma ampla gama de potenciais termoquímicos, processos físico-químicos e bioquímicos. Dois gargalos significativos que impedem o aumento da utilização de biomassa para produção de energia são o custo e a complexidade de suas operações logísticas.

O relatório “Climate Impacts on Energy Systems” lançado pelo Banco Mundial demonstrou recentemente os efeitos diretos das mudanças climáticas nos sistemas de energia, incluindo oferta e demanda de energia, dotações de energia, infraestrutura de energia e transporte de energia, bem como os efeitos indiretos do clima mudança através de outros setores econômicos em sistemas de energia.

**c.Reduzindo a dependência de combustíveis fósseis.** Países como o Reino Unido, Dinamarca, Alemanha, Japão e Suécia estão se voltando cada vez mais para a bioenergia à base de madeira.

Em toda a Europa, a biomassa representa mais de 60% do consumo de energia renovável e é amplamente vista como essencial para atingir metas ambiciosas de redução de carbono. A bioenergia da madeira pode substituir diretamente os combustíveis fósseis para a produção de energia. No Brasil, as florestas de propriedade privada e bem geridas produzem um sexto dos produtos (papel e celulose) de madeira do mundo.

E mesmo produzindo esses produtos de madeira colhida, as florestas brasileiras estão adicionando mais carbono. Como os proprietários florestais respondem aos robustos mercados de produtos florestais investindo em suas florestas, extrai mais carbono da atmosfera ano após ano.

**d.Variáveis da Biomassa em comparação aos combustíveis fósseis.** Apesar de suas bases pré-industriais, o fornecimento de calor em larga escala por meio da combustão de culturas energéticas representa uma verdadeira cadeia de suprimentos do futuro. As cadeias de abastecimento de culturas energéticas são, portanto, subdesenvolvidas, mesmo dentro do incipiente setor de mercado de bioenergia.

Em comparação, o setor de energia baseado em combustíveis fósseis é altamente desenvolvido. As cadeias de suprimentos foram altamente otimizadas, fornecendo combustíveis de transporte, eletricidade e gás aos consumidores com eficiências muito altas. No entanto, apesar dos avanços tecnológicos no fornecimento de energia derivada de combustíveis fósseis, os preços atuais e futuros continuam sendo fortemente influenciados por questões de segurança do combustível.

A energia derivada da biomassa fornece um substituto 'caseiro' para o petróleo e o gás para satisfazer a demanda de calor industrial, comercial e doméstico. Os custos atuais de biomassa para aquecimento são competitivos com o calor derivado de combustível fóssil,.

Ao contrário da operação efetiva de estado estacionário do suprimento de energia derivada de combustível fóssil, as cadeias de suprimento de culturas energéticas devem operar sob a influência de uma série de ciclos ambientais dinâmicos; o mais dominante deles sendo a colheita anual de uma cultura energética versus um fornecimento contínuo. Além disso, enquanto o setor de energia como um todo deve se planejar para atender às tendências sazonais no consumo doméstico de energia, as cadeias de abastecimento de culturas energéticas são influenciadas por uma série de dinâmicas de sistemas no nível operacional

**e.Redução emissões biomassa em substituição carvão.** Como alternativa ao carvão ou aos combustíveis fósseis como óleo ou gás natural, a biomassa florestal sustentável ajuda as usinas a reduzir sua pegada de carbono em até 85% em um ciclo de vida, muitas vezes sem passar por grandes reformas em sua infraestrutura existente, de acordo com a Agência Ambiental do Reino Unido.

Estudos do National Renewable Energy Laboratory, da US Environmental Protection Agency e do National Council for Air and Stream Improvement mostraram que a co-queima de biomassa com o carvão reduz as emissões de poluentes atmosféricos como cinzas, mercúrio, nitrogênio, enxofre e outros poluentes que são prejudiciais ao meio ambiente.

**f.Contabilidade de carbono.** A contabilidade de carbono é o processo pelo qual os governos quantificam suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), para que possam entender seu impacto climático e estabelecer metas para limitar suas emissões. Isso também é chamado de inventário de carbono ou GEE.

Em nível global, metodologias de inventário aceitas internacionalmente são desenvolvidas e mantidas pela Força-Tarefa do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa . Como é típico nos processos do IPCC, especialistas de todo o mundo são indicados por seus países para servir na Força-Tarefa. Esse órgão estabelece diretrizes e métodos de inventário de carbono, que são atualizados periodicamente à medida que novas informações são disponibilizadas.

Países de todo o mundo empregam essa metodologia de inventário de carbono para preparar e enviar com precisão seus relatórios nacionais de inventário de GEE em suas economias para cumprir suas obrigações de relatório como Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) . Esses inventários buscam fornecerem uma representação completa e precisa das fontes (emissões) e sumidouros (sequestro) de GEE em cada país.

Por causa desses inventários, temos uma abordagem internacional padronizada e acordada para medir e relatar as fontes e sumidouros de carbono que ocorrem como resultado da atividade econômica de um país. Essas informações permitem a tomada de decisões informadas sobre a ação climática nacional e internacional.

**f1.Contabilidade de carbono no setor florestal.** Eventos como mortalidade de árvores, desmatamento e colheitas florestais criam emissões quando o carbono armazenado nas florestas é perdido para a atmosfera. No entanto, ao mesmo tempo, biomassa e carbono são sequestrados nas florestas à medida que crescem.

O IPCC utiliza metodologia específica para o cálculo de fontes e sumidouros de carbono de áreas florestais no setor de Agricultura, Silvicultura e Outros Usos do Solo.

O método de inventário contabiliza e calcula a troca de carbono entre a terra e a atmosfera medindo a diferença entre tudo o que é cultivado e tudo o que é colhido (ou é derrubado ou morre) para a floresta manejada.

Quando o sequestro de carbono (também chamado de crescimento florestal) excede as emissões, o carbono florestal aumentará; da mesma forma, se as emissões excederem o crescimento, o carbono florestal diminuirá.

No setor florestal brasileiro, a colheita do eucalipto ocorre em cerca de 10% das terras florestais. Simultaneamente, os outros 90% da floresta estão em vários estágios de rebrota. Em outras palavras, em qualquer ano no Brasil, para cada área explorada comercialmente (e perdendo carbono), 90 áreas estão crescendo novamente (e ganhando carbono). Sabemos que o carbono florestal aumenta ano após ano, a uma taxa de 1,9 vezes. Isso significa que para cada tonelada de madeira retirada da floresta para produtos a cada ano, 1,9 tonelada é cultivada no mesmo período.

Isso é relevante para a abordagem do IPCC para contabilizar as emissões dos gases quando a biomassa é utilizada para geração de energia. Como as emissões e o sequestro associados a produtos florestais são contabilizados, não é apropriado contar também as emissões dos produtos florestais no setor de energia. Fazer isso seria dupla contagem, porque o impacto atmosférico líquido da colheita para esse produto florestal já é devidamente contabilizado no setor de terras.

O ganho contínuo de carbono florestal, significa que os produtos da bioenergia da madeira, não estão adicionando emissões de carbono à atmosfera. Como resultado, quando a biomassa é utilizada para gerar energia, podemos zerar as emissões de gases.

**F2.Emissões e reduções de carbono da cadeia de suprimento.** Uma vez contabilizadas as emissões da queima da biomassa em substituição por exemplo numa caldeira que utiliza os combustíveis fósseis e da cadeia de suprimento (colheita, transporte, processamento e consumo ou exportação) temos a contabilidade do carbono.

Quando todas essas emissões da cadeia de suprimentos são contabilizadas e comparadas com as emissões dos combustíveis fósseis como o carvão, comprovou-se que a biomassa podem reduzir as emissões de gases de efeito estufa em até 85% em comparação com o carvão.

Existem três métodos principais para reduzir as emissões de carbono de uma cadeia de suprimento energético. O primeiro método é tratar a emissão total de carbono na cadeia de suprimento energético como uma função objetiva a ser minimizada. As emissões totais de carbono na cadeia de suprimento energético geralmente incluem emissão do transporte/armazenamento da biomassa e a emissão de instalações ambientais durante a fase de combustão (vapor e energia).

O segundo método é incorporar os custos de emissões nos objetivos econômicos. O custo da emissão de carbono pode ser um custo fixo ou custo variável ou ambos. Esse custo geralmente está intimamente relacionado às atividades da cadeia de suprimentos, como transporte e gerenciamento de estoque de biomassa.

O terceiro método é considerar a emissão de carbono como uma restrição (nova legislação de carbono em andamento no Congresso Nacional). Podem existir três tipos típicos de restrição: limites estritos de emissão (impondo um limite às emissões), impostos sobre emissões (impondo um imposto sobre as emissões) e comércio de permissões de emissões (troca de permissões de emissão entre diferentes participantes).

Essas restrições podem afetar as decisões de gerenciamento da cadeia de suprimento energético e levar a uma motivação significativa para a gestão da operação da cadeia de suprimentos de baixo carbono.

Portanto, as estratégias de redução de emissões, bem como as decisões de preços em produtos verdes, são críticas para as cadeias de suprimentos. Os fatores competitivos associados ao preço e à emissão de carbono influenciariam, na verdade, os lucros e as emissões de uma cadeia de suprimentos.

A otimização da cadeia de suprimentos de biomassa, com foco na redução de GEE, deve ser analisado, pois a colheita de madeira para bioenergia pode levar ao aumento do sequestro de carbono como resposta ao aumento do reflorestamento.

A minimização das emissões de GEE do fornecimento de biomassa na Irlanda descobriu que o cenário ideal para a maior inserção de biomassa para geração de energia pode não atingir a maior redução de carbono.

Uma vez que a produção de biomassa abrange um horizonte de tempo mais longo, enquanto as decisões de coleta e transporte de biomassa são feitas em horizontes de tempo médio a curto, há uma necessidade de coordenação entre esses dois horizontes.

Modelos de programação linear que podem coordenar decisões espaço-temporais e determinar a quantidade de biomassa transportada e processada com insumos como disponibilidade de biomassa, transporte e custos de processamento mostraram que os custos de transporte e a disponibilidade de biomassa são os dois principais fatores que influenciam a sustentabilidade dos centros de processamento de biomassa.

**g. Compensação de carbono.** A extensão da economia de emissões de gases de efeito estufa que pode ser alcançada por meio da produção e de uso de biocombustíveis e de biomassa. A economia de emissões é parcialmente compensada pela energia necessária para as etapas de cultivo, colheita, processamento e transporte em uma cadeia de fornecimento de biocombustíveis e de biomassa. Os requisitos de energia podem diferir significativamente dependendo da cultura de biomassa utilizada.

A mudança direta e indireta do uso da terra devido ao cultivo de biocombustíveis e de biomassa provavelmente resultará em emissões significativas, que podem deslocar completamente quaisquer benefícios ambientais.

De outra forma, o deslocamento dessas terras agrícolas pode resultar em emissões líquidas de gases de efeito estufa, em vez de economias. Como resultado, tem sido fortemente recomendado que as políticas de apoio à produção de biocombustíveis e de biomassa assegurem que a produção de biocombustíveis e biomassa seja direcionada para terras ociosas ou marginais que não são usadas para produção de alimentos

Para obter uma melhor compreensão das implicações dos futuros sistemas, avaliações e controles adequados devem ser implementados para abordar seus impactos econômicos, ambientais, técnicos e sociais e garantir que os requisitos de sustentabilidade. Consideração significativa deve ser dada à exigência de uso da terra para atender às metas de biocombustíveis e da biomassa zero carbono.



**G1. Carbono negativo.** Assim vamos comprovar que biomassa florestal e da madeira é carbono negativo.

A madeira seca consiste em uma mistura de celulose, hemicelulose e lignina. A composição química livre de cinzas da madeira pode ser representada como  $C_6 H(H_2 O)$ , ou mais simplesmente como  $CH_2 O$ .  $CH_2 O$  é usado abaixo para o cálculo aproximado da quantidade de metano,  $CH_4$ , e dióxido de carbono,  $CO_2$ , que é liberado de um aterro sanitário quando o material lenhoso sofre decomposição anaeróbica. A decomposição anaeróbica é o resultado da exclusão do ar, da presença de água e da presença de bactérias anaeróbicas e formadoras de metano, semelhante às condições de um pântano onde o metano, ou gás do pântano, é gerado.

$2 CH_2 O$  (água, bactérias),  $2 \times 30 = CH_4, 16, + CO_2, 44$

Uma tonelada de madeira seca e sem cinzas num aterro produz:

0,27 toneladas de  $CH_4$

Mais 0,73 toneladas de  $CO_2$

As típicas usinas de biomassa de 25 MW utilizam de 1,05 a 1,1 tonelada seca de madeira por MW-hora líquido; usando 1,05 toneladas/ MWh:

Um MWh de energia de biomassa proveniente de biomassa desviada evita a formação de 0,28 toneladas de metano num aterro.

Como gás GEE, o metano é aproximadamente 21 vezes mais potente que o  $CO_2$ . Assim, um MWh de energia de biomassa desviada evita a liberação de aproximadamente 6 toneladas de  $CO_2$  equivalente, além do  $CO_2$  também gerado, totalizando 6,7 toneladas de  $CO_2$  E por MWh de biomassa.

Portanto, as emissões líquidas de metano para a atmosfera são aproximadamente:

0,28 toneladas de CH<sub>4</sub> / MWh x 35% de emissão líquida = 0,1 tonelada de emissão de metano evitada por MWh de biomassa, ou 2,1 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Os resíduos de papel são madeira sem lignina e se decompõem da mesma maneira, mas mais rapidamente que o material lenhoso. Se uma instalação utiliza 50% de biomassa desviada para aterros e 50% de resíduos florestais neutros em carbono, então um cálculo pro rata do impacto negativo do carbono pode ser usado para calcular os Créditos de Carbono assim criados. Uma típica central elétrica de biomassa de 25 MW, utilizando 100% de biomassa desviada para aterro, evita a emissão de cerca de 1,2 milhões de toneladas por ano de equivalente CO<sub>2</sub>.

**h. Biomassa para Descarbonização industrial.** Biomassa é uma fonte energia limpa para Descarbonização industrial. Uma ótima opção para geração de energia sustentável, limpa e renovável como alternativa energética para descarbonização industrial.

O uso da biomassa de resíduos florestais e da madeira para a descarbonização (zero carbono em substituição aos combustíveis fósseis como o carvão, gás natural, óleo combustível e glp) industrial consiste em um conjunto de medidas e soluções das indústrias para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> como a da substituição de combustíveis fósseis por energias de baixo carbono.

A biomassa fornece dois serviços principais para a mitigação das alterações climáticas. Seu crescimento remove o dióxido de carbono da atmosfera, que pode ser armazenado por vários períodos de tempo (remoção de dióxido de carbono). Quando gerida e colhida de forma sustentável, a biomassa também pode ser utilizada para evitar a libertação de emissões de carbono para a atmosfera, substituindo diretamente os combustíveis fósseis ou deslocando materiais com elevado teor de carbono, como o aço e o cimento (mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>).

Não causam emissões de gases de efeito estufa. Uma melhora no desempenho energético das indústrias por meio da renovação/modificação da fonte térmica ou de mudança na matriz energética. Acelerar a transição para um mundo neutro em carbono, por meio da redução do consumo de energia e de soluções mais eficientes.

A biomassa sustentável é atualmente a maior fonte de calor de processo industrial não fóssil, em grande parte devido à forma como as indústrias florestais utilizam resíduos e subprodutos gerados internamente para, por exemplo, secar madeira e produzir vapor de processo em fábricas de celulose e papel. No entanto, quando se trata de oportunidades mais amplas de biomassa para calor de processos industriais, é fundamental compreender a heterogeneidade das diversas matérias-primas de biomassa.

Existem muitos caminhos pelos quais a matéria-prima podem ser convertida em calor de processo, incluindo combustão direta, mas também por meio de pré-processamento, como torrefação, pirólise, gaseificação ou liquefação.

Estes podem ser utilizados para produzir combustíveis à base de biomassa que são bastante semelhantes aos combustíveis fósseis atualmente utilizados e, portanto, em princípio, a biomassa pode satisfazer a maioria das necessidades de calor dos processos industriais. Os custos da biomassa (e do pré-tratamento necessário) variam muito entre locais, mas existe uma competitividade dos custos reduzidos da biomassa como fonte de calor para processos industriais.

As oportunidades para a biomassa fornecer processos industriais não dependem apenas das exigências tecnológicas do próprio processo, mas também da disponibilidade (local) de matéria-prima e de como podem ser criados sistemas logísticos de combustível adequados. A colaboração estreita entre os diferentes intervenientes na cadeia de abastecimento e os contratos de fornecimento de combustível a longo prazo podem muitas vezes ser fundamentais para proporcionar a segurança necessária para reduzir o risco dos investidores.

Embora seja necessário um conjunto amplo e multifacetado de medidas políticas para enfrentar o grande desafio de alcançar emissões líquidas zero até 2050, o curto prazo e as mudanças radicais necessárias exigirão a concentração em algumas medidas políticas selecionadas que são particularmente importante para enfrentar desafios específicos do setor industrial como:

Fazer com que a precificação do carbono funcione para empresas que trabalham em mercados globais para evitar a redução da competitividade das indústrias dentro da jurisdição em relação às indústrias concorrentes fora da jurisdição.

Criar procura por produtos com baixo teor de GEE que podem ser mais caros do que os produtos convencionais. As medidas potenciais são regulamentos de contratação pública ou metas de descarbonização do setor. Teremos que aumentar e não reduzir a produção de energia, porque ainda há um enorme contingente humano que sequer dispõe de energia suficiente para satisfazer as mínimas condições de uma vida digna (IEA, 2022).

**H1. Descarbonização Industrial. Carbono Zero com uso da biomassa.** A descarbonização para as empresas/indústrias é essencial para alcançar a estabilização do clima, e emissões líquidas zero. O setor industrial está se tornando a principal fonte de emissões de CO<sub>2</sub>, e sua descarbonização é fundamental.

A queima de combustíveis fósseis como o carvão, diesel e gás natural para a geração de energia térmica causa um aumento nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que está diretamente relacionado com o aquecimento global.

A utilização do carvão na combustão tende a diminuir nos próximos anos devido à demanda por combustíveis como a biomassa que reduzem as emissões de CO<sub>2</sub>, óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>).

O desenvolvimento de estratégias de transição da matriz energética das empresas que utilizam os combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia como a biomassa carbono zero (manejo florestal e origem certificada) requer o desenvolvimento de um planejamento estratégico e de viabilidade de matéria-prima em disponibilidade para a implementação energética.

## **H2.Descarbonização Substituição dos Combustíveis Fósseis em Caldeiras Industriais.**

Existem várias abordagens para alcançar a descarbonização de processos industriais. Os sistemas de caldeiras são alguns dos equipamentos mais críticos nas indústrias pesadas. Eles alimentam processos de fabricação e geram calor mas à medida que as necessidades dos fabricantes mudam, esses sistemas também devem mudar. O impulso para descarbonizar as caldeiras industriais é especialmente importante.

A descarbonização está a crescer em muitos processos industriais, particularmente nas operações de energia e da cadeia de abastecimento. Estender estes esforços aos sistemas de caldeiras pode produzir muitos benefícios, embora este potencial possa ser facilmente ignorado em comparação com outros contribuintes mais óbvios para as emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Apesar dessa relativa falta de atenção, a descarbonização das caldeiras pode e deve transformar as indústrias.

Compreender porque é importante descarbonizar as caldeiras industriais é o primeiro passo para aproveitar ao máximo o seu potencial. Aqui estão algumas das vantagens mais significativas.

A razão mais direta para descarbonizar as caldeiras industriais é tornar-se mais sustentável. O vapor fornece 29% da energia do setor manufatureiro, mas cada BTU obtido com a energia a vapor requer 20 a 40% mais uso de combustível para gerar esse vapor.

Como a maioria das caldeiras funciona com combustíveis fósseis, essa ineficiência torna a energia derivada do vapor uma fonte significativa de emissões de GEE. O vapor é importante não apenas como fonte de energia, mas também como matéria-prima para processos industriais e aquecimento. À medida que os processos industriais crescem, esta redução de emissões torna-se cada vez mais crucial. A mudança para a eletricidade verde com uso da biomassa para alimentar caldeiras em vez de combustíveis fósseis desempenhará um papel fundamental na prevenção dos piores efeitos das alterações climáticas.

A descarbonização das caldeiras também pode ajudar a cumprir as crescentes regulamentações ambientais. A EPA já impõe padrões de emissões de caldeiras para monóxido de carbono, mercúrio, cloreto de hidrogênio e partículas.

À medida que as questões climáticas se tornam mais proeminentes, é provável que surjam restrições adicionais às emissões de GEE, tornando as caldeiras dependentes de combustíveis fósseis uma desvantagem dispendiosa.

Caldeiras que produzem muito dióxido de carbono ou GEE semelhantes podem resultar em multas pesadas na Europa. Alternativamente, as iniciativas climáticas governamentais poderiam oferecer incentivos econômicos para a utilização de sistemas mais ecológicos.

A descarbonização das caldeiras agora ajudará na adaptação a estas mudanças futuras, evitando multas regulamentares e potencialmente gerando novas receitas.

Outra razão convincente para descarbonizar caldeiras industriais para biomassa é que isso pode economizar dinheiro. A descarbonização implicará despesas iniciais através da compra de biomassa, de novos equipamentos de caldeiras e da interrupção da instalação destas atualizações. No entanto, a eficiência resultante compensará esses custos e reduzirá as despesas contínuas ao longo do tempo.

As caldeiras de biomassa com emissões zero não requerem reabastecimento de combustível e a eletricidade é muitas vezes mais barata do que os combustíveis fósseis. As energias renováveis, como a eólica e a solar, são também a forma de energia com melhor relação custo-benefício atualmente e só se tornarão ainda mais à medida que essas tecnologias melhorarem. Conseqüentemente, uma caldeira alimentada a biomassa será mais barata de operar do que uma caldeira a base combustível fóssil (carvão e gás natural). Alimentar caldeiras com biomassa também elimina a dependência da rede elétrica.

À medida que a descarbonização das caldeiras torna os fabricantes mais sustentáveis. A descarbonização das caldeiras não é a única forma de se tornar mais sustentável, mas é uma parte importante dada a prevalência e as elevadas emissões das caldeiras. À medida que mais empresas adotam esta descarbonização, será cada vez mais urgente fazer o mesmo para evitar ficar para trás na concorrência mais sustentável.

Os fabricantes também podem melhorar as suas estratégias de manutenção se descarbonizarem as suas caldeiras industriais. O projeto da caldeira deve levar em conta tensões extremas e fornecer energia quase contínua ou geração de vapor, de modo que as avarias são dispendiosas e perturbadoras.

Tecnologias que permitem a descarbonização de caldeiras. Esses benefícios destacam a necessidade de descarbonizar as caldeiras industriais. Esses também são mais do que apenas casos de uso teóricos. Os recentes avanços tecnológicos estão a tornar a descarbonização das caldeiras uma realidade, abrindo caminho para um futuro industrial mais eficiente.

Uma colaboração entre a empresa de energia AtmosZero e a New Belgium Brewing revelou recentemente uma caldeira eletrificada neutra em carbono para substituir o equipamento movido a combustível fóssil da cervejaria. A caldeira utiliza metade da eletricidade de um sistema elétrico tradicional, tornando possível abastecer com biomassa, mesmo quando as energias renováveis não conseguem igualar a produção de combustíveis fósseis.

A automação e a inteligência artificial (IA) permitem melhorias semelhantes. Novos sistemas de caldeiras com recursos automatizados podem analisar dados de energia em tempo real com IA, permitindo-lhes adaptar-se às novas circunstâncias. Esses ajustes permitem manter os resultados desejados enquanto usam o mínimo de energia possível. Estas poupanças de energia, por sua vez, tornam a biomassa numa alternativa mais prática aos combustíveis fósseis mais amplamente disponíveis.

A descarbonização de caldeiras industriais traz muitos benefícios. As caldeiras industriais são essenciais para muitas operações, mas muitas vezes apresentam uma elevada pegada de carbono, o que as torna alvos ideais para a descarbonização.

Abraçar esta mudança não só irá desbloquear benefícios ambientais, mas também ajudará os fabricantes a tornarem-se mais eficientes em termos de custos, a cumprirem os regulamentos e a alcançarem um mercado cada vez mais ecologicamente consciente.

À medida que mais instalações descarbonizam os seus sistemas de caldeiras, estes benefícios repercutirão em toda a indústria. Como resultado, o setor manufatureiro se transformará para melhor.

Embora todos os tipos de fontes de energia possam gerar vapor, as caldeiras movidas a combustíveis fósseis são dominantes no Brasil. Isso torna as caldeiras industriais uma fonte substancial de emissões de GEE na indústria.

A queima de combustíveis fósseis como o carvão, diesel e gás natural para a geração de energia térmica causa um aumento nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Que está diretamente relacionado com o aquecimento global. A utilização do carvão na combustão tende a diminuir devido à demanda por combustíveis como a biomassa.



**h3. Descarbonização industrial biomassa x gás natural, óleo diesel e glp.** Através do desenvolvimento industrial, diversas indústrias aderiram a geração e produção de vapor com uso do gás natural em suas plantas. O grande ponto negativo é a dependência do combustível utilizado, assim o procedimento pode levar emissão de CO<sub>2</sub>, um dos principais causadores do aquecimento global.

O gás natural é uma fonte não-renovável, que foi formada por milhões de anos nos reservatórios subterrâneos do planeta. Seu processo de produção, desde a exploração, processamento até o transporte pode gerar grandes impactos no ambiente, como derramamentos de navios petroleiros, vazamentos em plataformas e gasodutos.

Tem também a desvantagem de ter contaminantes altamente tóxicos que tem de ser eliminados no processo de refinamento. Outro ponto negativo é o preço elevado em função dos aumentos gerais no mercado brasileiro.

O gás natural pode ser substituído pela biomassa desde que ele esteja sendo utilizado na geração de energia térmica. Este cenário (aumento das emissões CO<sub>2</sub> com o gás natural) poderá ser revertido, com a maior utilização de biomassa na produção de energia térmica pelo setor industrial.

Com a elevação dos custos dos derivados de combustíveis fósseis e o gás natural e o aumento da pressão internacional por uma geração mais limpa, é cada vez mais comum a busca por uma fonte energética mais sustentável.

Diante disso, por meio do avanço tecnológico, a substituição do gás derivado do petróleo e o gás natural pela biomassa na geração energética se configura como uma excelente possibilidade. Além de economizar dinheiro, o setor industrial terá uma grande participação para contribuir com a sustentabilidade do meio ambiente!

Quando comparada ao gás natural e ao GLP, a energia a biomassa apresenta baixo custo e baixo risco ambiental.

Mas, há ainda muitas outras vantagens que estimulam o uso da Biomassa em substituição do gás natural e GLP. Dentre as vantagens mais significativas e que estimulam essa substituição vale citar: Baixo custo para a aquisição, principalmente em decorrência da proximidade das empresas geradoras da energia à biomassa com as empresas que ofertam a matéria-prima; Frete mais barato (decorrente da menor distância para aquisição); Não emissão de dióxido de enxofre, tão poluente ao meio ambiente; As sobras de cinzas decorrentes da queima deste combustível são menos agressivas ao meio ambiente que as provenientes de combustível fósseis; Agridem menos os equipamentos destinados a permitir a queima, tais como caldeiras, fornos e geradores de vapor.

**h4.Biomassa sustentável descarbonização indústrias químicas, refinação, ferro e aço, cimentos e alimentos e bebidas.** Enumeramos os caminhos principais para reduzir as emissões industriais através da inovação na produção brasileira.

A indústria representa 30% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas com a energia primária. A Descarbonização Industrial centra-se em cinco das indústrias com maiores emissões de CO<sub>2</sub>, onde as tecnologias de descarbonização industrial podem ter o maior impacto em todo o país: refinação de petróleo, produtos químicos, ferro e aço, cimento e alimentos e bebidas.

Estas indústrias representam aproximadamente 51% das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas com a energia no setor industrial e 15% das emissões totais de CO<sub>2</sub> da economia.

**Fabricação química:** A indústria química é incrivelmente diversificada e teve um crescimento significativo na última década. Para ajudar a atingir as metas de emissões líquidas zero, o setor de fabricação de produtos químicos pode:

Desenvolver soluções de aquecimento de processo com baixo orçamento térmico e melhorar a eficácia do uso de energia térmica para aumentar a eficiência energética de sistemas inteiros.

Expandir reações avançadas, catalisadores e sistemas de reatores para melhorar o desempenho da reação, além de reduzir as emissões de carbono e melhorar a eficiência energética.

Eletrificar processos e usar h biomassa ou resíduos como combustível e matéria-prima para fabricação.

Melhorar a eficiência dos materiais e aumentar a circularidade dos materiais.

Refinação de petróleo: A maior parte das emissões de CO<sub>2</sub> das refinarias provém de cinco grandes processos que consomem energia: hidrocraqueamento, destilação atmosférica, craqueamento catalítico, reforma a vapor do metano e reforma catalítica regenerativa. Estes processos representam as oportunidades de investigação, desenvolvimento e implantação (PD&D) mais rentáveis para as refinarias reduzirem as emissões de CO<sub>2</sub>. Para ajudar a atingir as metas de emissões líquidas zero, o setor de refino de petróleo pode:

Melhorar a eficiência energética tanto nos processos quanto na geração de vapor e energia no local.

Reduzir a pegada de carbono das fontes de energia e matérias-primas utilizando energia fóssil com baixo teor de carbono e introduzindo fontes de carbono com baixo teor fóssil, como calor e eletricidade pela biomassa como fonte de energia limpa, hidrogénio limpo ou biocombustíveis.

Captura CO<sub>2</sub> para armazenamento ou utilização a longo prazo.

**Ferro e aço:** A fabricação de ferro e aço é uma das indústrias que mais consomem energia em todo o mundo. A utilização do carvão como matéria-prima nos métodos de produção, a redução química do óxido de ferro e o grande volume de ferro e aço produzido colocaram a indústria entre as mais elevadas em emissões de gases com efeito de estufa. Para ajudar a atingir as metas de emissões líquidas zero, o setor siderúrgico pode:

Transição para combustíveis com baixo ou nenhum carbono e expansão da eletrificação industrial pelo uso da biomassa.

Tecnologias transformadoras como biocarbono, como produção de aço a hidrogênio, eletrólise de minério de ferro e captura e armazenamento de utilização de carbono.

Melhorar a eficiência dos materiais e aumentando a circularidade dos materiais.

**Alimentos e bebidas:** A indústria de alimentos e bebidas é um componente crítico da economia e uma das maiores indústrias consumidoras de energia e emissoras de gases de efeito estufa. Para ajudar a atingir as metas líquidas zero, o setor de alimentos e bebidas pode:

Melhorar a eficiência energética avançando na eletrificação com uso da biomassa dos processos de aquecimento, evaporação e pasteurização.

Reduzir o desperdício de alimentos em toda a cadeia de abastecimento através de métodos identificados nas avaliações do ciclo de vida e na colaboração entre fabricantes.

Buscar a reciclagem e a eficiência dos materiais por meio de embalagens alternativas e redução de resíduos de embalagens. Trabalhar no desenvolvimento de plantas de biogás e biometano.

**Cimento:** Na indústria cimenteira, as emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas com o processo provenientes da calcinação representam cerca de 58% do total de emissões de CO<sub>2</sub> e as relacionadas com a energia representaram 42% do total de emissões.

A produção de cimento requer elevados níveis de calor, sendo o calor proveniente da combustão do carvão e do coque de petróleo responsável por cerca de 88% do consumo total de energia no setor. Para ajudar a atingir as metas de emissões líquidas zero, o setor do cimento pode:

Evoluir nos processos existentes para reduzir a geração de resíduos, incluindo abordagens de economia circular.

Melhorar a eficiência energética e de materiais com a implantação de tecnologias inovadoras de aproveitamento da biomassa na produção de biocombustíveis e soluções químicas inovadoras.

Expandir o uso de tecnologias de captura e armazenamento de utilização de carbono.

Aumentar o uso de materiais ligantes de baixo carbono e materiais cimentícios suplementares naturais para reduzir a intensidade de carbono do clínquer e dos materiais sólidos usados para criar o cimento. Os pilares tecnológicos principais para reduzir significativamente as emissões destes cinco subsetores envolvem a aplicação de abordagens alternativas com o uso da biomassa sustentável onde 100% das emissões anuais de CO<sub>2</sub> poderiam ser mitigadas.

Os pilares transversais da descarbonização são a eficiência energética; eletrificação industrial pelo uso da biomassa; combustíveis, matérias-primas e fontes de energia com baixo teor de carbono como a biomassa sustentável; e captura, utilização e armazenamento de carbono.

Estes pilares são aplicáveis em todos os subsetores industriais e têm a capacidade de proporcionar reduções futuras e a curto prazo, à medida que a intensidade das emissões de gases com efeito de estufa da rede elétrica diminui, as tecnologias se desenvolvem e as fontes difíceis de reduzir.

**Eficiência Energética:** A eficiência energética é uma estratégia de descarbonização fundamental e transversal e é a opção mais rentável para a redução das emissões de gases com efeito de estufa no curto prazo. Os esforços de descarbonização incluem:

Abordagens estratégicas de gestão de suprimento de biomassa como fonte de energia para otimizar o desempenho dos processos industriais no nível do sistema.

Gerenciamento de sistemas e otimização de calor térmico de aquecimento de processo de fabricação, caldeira e fontes combinadas de calor e energia com fonte da biomassa.

**Eletrificação Industrial com uso da biomassa:** Aproveitar os avanços na eletricidade com uso da biomassa de baixo carbono, tanto da rede como de fontes de geração renováveis locais que será fundamental para os esforços de descarbonização. Os esforços de descarbonização incluem:

Eletrificação com uso da biomassa para geração de calor do processo usando indução, aquecimento ou bombas de calor avançadas.

Eletrificação de processos de alta temperatura com uso da biomassa, como aqueles encontrados na fabricação de ferro, aço e cimento.

Substituição de processos acionados termicamente por processos eletroquímicos.

**Combustíveis, matérias-primas e fontes de energia com baixo teor de carbono como a biomassa sustentável:** A substituição de combustíveis e matérias-primas com baixo ou nenhum carbono como a biomassa sustentável reduz as emissões associadas à combustão em processos industriais. Os esforços de descarbonização incluem:

Desenvolvimento de processos flexíveis em termos de combustível energético (substituição dos combustíveis fósseis pela biomassa).

Integração de combustíveis e matérias-primas de origem da biomassa, biocarbono e hidrogênio em aplicações industriais.

Captura, utilização e armazenamento de carbono: Captura, utilização e armazenamento de carbono referem-se à estratégia multicomponente de capturar CO<sub>2</sub> gerado a partir de uma fonte pontual e utilizar o CO<sub>2</sub> capturado para fabricar produtos de valor agregado ou armazená-los a longo prazo para evitar liberação. Os esforços de descarbonização incluem:

Absorção química pós-combustão de CO<sub>2</sub>.

Desenvolvimento e otimização da fabricação de materiais avançados de captura de CO<sub>2</sub> que melhoram a eficiência e reduzem o custo de captura.

Desenvolvimento de processos para utilização do CO<sub>2</sub> capturado na fabricação de novos materiais.

**i.Alternativa renovável às fontes tradicionais de combustível.** Como a bioenergia da madeira pode fornecer energia ininterrupta a qualquer momento, em grande escala e a um custo comparativamente reduzido.

A geração de energia usando biomassa de origem sustentável fornece uma fonte confiável, acessível e limpa de energia renovável que complementa a intermitência da energia eólica e solar. A energia eólica e solar são uma parte crítica do mix de energia renovável, mas podem deixar uma lacuna no fornecimento de energia quando o vento não sopra e o sol não brilha. As usinas de carvão convertidas em biomassa são recursos energéticos 24 horas por dia, 7 dias por semana, que contribuem para a segurança do abastecimento, independentemente do clima. A biomassa de origem sustentável é um complemento viável e confiável para recursos de energia renovável intermitente que ajuda a cumprir as metas climáticas de curto prazo.

**j. Gerenciamento de suprimentos de biomassa .** 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.

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.

No entanto, limitar a análise a uma visão centrada na empresa do sistema de produção pode levar a soluções ruins ou enganosas para a empresa. Essas desvantagens podem ser superadas incluindo uma análise mais abrangente do desempenho de um sistema de produção em toda a cadeia de suprimentos.

O modelo resultante é resolvido usando objetivos ambientais e sociais. Os objetivos econômicos, ambientais e sociais são medidos através do custo total anualizado, das emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida e do número de empregos gerados, respectivamente.

Os métodos mais comuns de conversão de biomassa em energia são: combustão direta, pirólise, fermentação, gaseificação e digestão anaeróbica. A escolha do método depende de uma série de fatores, como tipo e quantidade de biomassa, normas ambientais e recursos financeiros.

Uma compreensão completa das tecnologias disponíveis para produção de energia como uso da biomassa é uma fase importante para o projeto estratégico de qualquer rede de cadeia de suprimentos de biomassa.



A conversão de resíduos de biomassa em energia abrange uma ampla gama de diferentes tipos e fontes de biomassa. A produção de biocombustíveis obtidos a partir dos resíduos da biomassa é ativamente apoiada globalmente para evitar os efeitos diretos e colaterais decorrentes da utilização energética de culturas energéticas. As usinas e indústrias (caldeira) de conversão dos resíduos em energia oferecem geração de energia elétrica limpa e é importante o gerenciamento dos resíduos.

**k. Biomassa de origem sustentável.** A biomassa sustentável é uma ferramenta energética essencial para cumprir as metas ambiciosas do Acordo de Paris e da COP 26 em ajudar a combater as mudanças climáticas com uma fonte de energia limpa e renovável. A contribuição prevista da biomassa para metas carbono zero deve ir nos mais altos padrões de sustentabilidade fundamentais para uma redução do GEE.

A biomassa sustentável deve ter origem de práticas de manejo florestal, reflorestamento e certificada. Os fornecedores de biomassa florestal devem ter um plano de manejo florestal e de reflorestamento e com certificação FSC.

O utilizador da biomassa deve ter um plano de gerenciamento para ajudar os seus fornecedores com uma política sustentável florestal (certificação e manejo florestal). Deve estar sobre os três pilares:

Integrar a proteção do meio ambiente. Preservação da biodiversidade, proteção do solo e da água, prevenção de riscos naturais (incêndios, erosão, tempestades), melhor gestão dos recursos naturais de forma sustentável.

Garanta o desenvolvimento de setores socialmente responsáveis Habilitando condições de trabalho seguras, consultando comunidades, promovendo empregos locais e assegurando vendas.

Proteja o setor para lidar com a complexidade da cadeia de abastecimento: Respeitando a capacidade produtiva da floresta, garantindo a rastreabilidade da madeira, o manejo sustentável das florestas e a transparência de todos os atores envolvidos até chegar aos consumidores.

A biomassa é uma fonte de energia acessível que fornece estabilidade, confiabilidade e flexibilidade. A biomassa de origem sustentável são o combustível mais eficiente para geração de energia e calor a biomassa e fazem parte de um sistema altamente eficaz de gerenciamento de emissões na geração de energia.

A atualização térmica permite que a biomassa e a bioenergia funcionem como combustível com propriedades de carvão. Espera-se que a região da Ásia-Pacífico com o maior número de usinas a carvão do mundo seja uma oportunidade para o crescimento do mercado de biomassa em um futuro próximo.

A Agência Internacional de Energia distinguiu a biomassa como um dos sete 'pilares-chave' da descarbonização e tecnologia que deve ser escalonada para ajudar a cumprir o Net-Zero global. A biomassa sustentável é reconhecida como essencial para o cumprimento das metas climáticas pelas principais autoridades incluindo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, o Comitê de Mudanças Climáticas (CCC) do Reino Unido e a IEA.

Devemos assim avaliar as diretrizes para a biomassa sustentável envolvendo o manejo florestal, política de reflorestamento e certificação.

**k1. Manejo florestal.** O manejo florestal sustentável é caracterizado pela administração dos recursos florestais de modo economicamente viável, ecologicamente correto e socialmente justo.

Isso significa que, muito além de usar adequadamente parte dos recursos florestais, esta técnica visa reduzir o impacto da exploração florestal através de um conjunto de procedimentos de planejamento, execução e monitoramento. O objetivo final do manejo florestal é garantir a contínua renovação dos recursos naturais, permitindo seu uso constante, porém, de forma sustentável.

O manejo florestal é uma técnica que apresenta inúmeros benefícios. Veja os principais:

**Continuidade da produção** – o manejo florestal proporciona uma produção constante e por tempo indefinido.

**Rentabilidade** – a prática é garantida por meio da constância da extração dos produtos e da redução dos desperdícios.

**Segurança** – quando corretamente aplicadas, as técnicas de manejo florestal diminuem drasticamente o risco de acidentes de trabalho.

**Oportunidade de mercado** – a utilização de técnicas sustentáveis de produção facilita o acesso a consumidores e mercados cada vez mais exigentes neste quesito, como é o caso da Europa.

**Respeito à lei** – quem extrair recursos florestais sem técnicas adequadas de manejo comete crime previsto na Lei de Crimes Ambientais.

**Menos impacto na flora e na fauna** – garantir a cobertura florestal contribui sensivelmente para a preservação destes importantes recursos naturais.

**Conservação do solo** – os resíduos provenientes da colheita de árvores quando deixados no campo, protegem a estrutura física e a fertilidade do solo. Veja abaixo as características de três principais tipos de manejo florestal sustentável:

**Talhadia.** No manejo florestal por talhadia, após o corte raso das árvores, são conduzidos novos povoamentos por meio de brotações.

Esse tipo de manejo é aplicável apenas em espécies florestais que apresentam boa capacidade de rebrota, como é o caso do eucalipto. Essa característica garante a pronta regeneração da floresta. Além disso, recomenda-se que a talhadia seja conduzida em áreas com baixa mortalidade, material genético de qualidade e espaçamento adequado.

É importante lembrar que a rebrota é influenciada fortemente por fatores como altura de corte e danos às cepas no momento da colheita, material genético, tipo do solo, sombreamento, presença de formigas cortadeiras e cupins, mato-competição e condições climáticas.

Esse sistema possibilita a redução do número de operações e do custo da formação dos povoamentos florestais, podendo alcançar médias produtivas semelhantes às encontradas na primeira rotação. Veja alguns dos pontos que tornam a talhadia uma técnica ecológica e economicamente eficaz:

Dispensa o preparo do solo, diminuindo a necessidade de revolvimento.

Reduz a demanda de investimento em novas mudas e evita a operação de plantio.

Apresenta rápido crescimento inicial e, conseqüentemente, rápida cobertura do solo.

Como os brotos já apresentam um sistema radicular bem desenvolvido, tornam-se mais resilientes, mitigando riscos comuns na fase inicial do estabelecimento da floresta. De forma geral, diminui o número de operações dentro da floresta, resultando, assim, em uma economia de recursos, de tempo e de mão-de-obra.

Reforma ou alto fuste. No manejo florestal por reforma, também conhecido como alto fuste, a floresta é cortada, de forma a deixar as cepas bem rentes ao solo.

Em seguida, a área é replantada com novas mudas, entre as linhas do plantio anterior.

A técnica de alto fuste é bastante empregada quando é necessário substituir os genótipos atuais por novos materiais genéticos com maior resistência a doenças ou pragas, ou que possuem características altamente desejáveis, como melhor qualidade de madeira ou maior produtividade. Neste tipo de manejo, os resíduos da colheita da floresta anterior também são mantidos na área, o qual é uma prática poderosa para a minimizar a compactação do solo, reduzir o risco de erosão e manter a fertilidade do solo.

**Implantação.** Em locais onde houve cultivos agrícolas com manejo intensivo, é comum observar compactação no solo, sendo de extrema importância o uso de subsolador na linha de plantio para romper a camada compactada, e garantir um bom arranque das mudas e posterior desenvolvimento das árvores de eucalipto . Da mesma forma, em áreas de pastagens, é preciso romper a compactação superficial do solo, causada pelo pisoteio animal.

Após a implantação das mudas, os demais tratos culturais que devem ser realizados até o corte da floresta, como fertilizações, controle de formigas, de pragas e da mato-competição, acontecem da mesma maneira que no regime de reforma.

**k2.Plano de Reflorestamento.** Outro ponto fundamental da biomassa ser de origem sustentável envolve o desenvolvimento do plano de reflorestamento. Demandado pelo Código Florestal Brasileiro, o reflorestamento é uma atividade que visa a produção de recursos naturais ou a recuperação ambiental por meio da restauração da forma ou função vegetal natural regional com o intuito de preservar o ambiente.

**Principais etapas.** Um dos primeiros passos é a escolha das espécies a serem plantadas, além da coleta de sementes, produção de mudas, combate a formigas, correção e preparo do solo, adubação, plantio, irrigação, manutenção (coroamento, adubação complementar, replantio). Em casos de florestas já existentes, é feita a elaboração de um inventário, seguida da seleção de espécies e exploração.

O reflorestamento é a ação acelerar por meio de ações humanas, a recuperação de uma área anteriormente desmatada por meio do plantio de árvores. A recuperação florestal dessas áreas pode ocorrer naturalmente a partir da própria resiliência da área desmatada ou de forma intencional através de ações como o plantio.

A importância das florestas e a necessidade de recuperar e conservar essas áreas é uma das pautas mais frequentes nas reuniões internacionais que se iniciaram em Estocolmo e seguem hoje pelas COP's, ressaltando a necessidade dos países se preocuparem cada vez mais com seus recursos naturais.

Com todo o processo de desmatamento, o reflorestamento vem para auxiliar o processo de resgate destas florestas e dos serviços ambientais essenciais por elas prestado.

**k3.Certificação florestal.** A certificação florestal deve garantir que a madeira utilizada em determinado produto é oriunda de um processo produtivo manejado de forma ecologicamente adequada, socialmente justa e economicamente viável, e no cumprimento de todas as leis vigentes.

A certificação é uma garantia de origem que serve também para orientar o comprador a escolher um produto diferenciado e com valor agregado, capaz de conquistar um público mais exigente e, assim, abrir novos mercados. Para isso, o processo de certificação deve assegurar a manutenção da floresta, bem como o emprego e a atividade econômica que a mesma proporciona. A certificação da cadeia de custódia avalia a origem da matéria-prima florestal, pois a certificação da cadeia de custódia exige o rastreamento da mesma desde sua colheita até a comercialização do produto acabado, pronto para o consumidor final. Quando se identifica no produto, sabe-se que a floresta da qual ele é oriundo está sendo explorada de acordo com todas as leis vigentes e de forma correta do ponto de vista ecológico, social e econômico. Isso diferencia o produto de outros similares e agrega valor. E estende a toda a cadeia de produção e comércio os benefícios da certificação.

Certificação é um processo voluntário ao qual se submetem algumas empresas para atestar que seus produtos e sua produção seguem determinados padrões de qualidade e sustentabilidade. A Certificação Florestal baseia-se nos três pilares da sustentabilidade: ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável.

São passíveis de certificação o manejo florestal e a cadeia de custódia, que são os estágios da produção, distribuição e venda de um produto de origem florestal, sendo que nesse caso a madeira é rastreada de uma floresta certificada até o produto final.

Os sistemas de certificação mais difundidos em todo o mundo são o FSC (Forest Stewardship Council Internacional / Brasil) e o PEFC (Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes).

As principais certificadoras que atuam no Brasil são:

Apcer Associação Portuguesa de Certificação (APCER) - (FSC e CERFLOR)

Bureau Veritas Certification (FSC e CERFLOR)

Control Union Certifications - Skal International (FSC e CERFLOR)

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung GmbH (FSC)

DNV Business Assurance (FSC)

GFA Certification GmbH (GFA) - (FSC)

IMO Swiss AG. (IMO) (FSC e CERFLOR)

Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola - IMAFLORA (CERFLOR)

QMI - SAI Global Assurance Services (QMI) (FSC)

Rainforest Alliance - RA & SW - Representante: IMAFLORA (FSC)

RINA Services S.p.A (RINA) (FSC)

SCS - Scientific Certification System / Sysflor (FSC e CERFLOR)

SGS ICS Certificadora Ltda (FSC e CERFLOR)

Soil Association Certification Limited (SA) - (FSC)

SysFlor Certificações de Manejo e Produtos Florestais Ltda (CERFLOR)

TECPAR - Instituto de Tecnologia do Paraná - (CERFLOR)

TÜV Nord Cert GmbH - TUEV (FSC)

**k4.Florestas com responsabilidade.** As empresas que pretendem obter a biomassa para suprimento energético ou para desenvolvimento de projetos sustentáveis devem utilizar práticas responsáveis para proteger áreas ambientalmente sensíveis e conservar as florestas em funcionamento.

O setor público deve garantir o suporte e a implementação do código florestal no nível nacional, podendo agir por exemplo através da disponibilização de dados de uso e ferramentas de monitoramento, como o CAR, uma das principais no combate ao desmatamento. Cabe ainda aos poderes legislativos e executivos e órgãos de comando e controle estarem comprometidos e engajados, aplicando as melhores informações, habilidades e boas práticas disponíveis para fazer cumprir a implementação da lei. Na esfera estadual, é de responsabilidade a implementação do Programas de Regularização Ambiental (PRAs), instrumento do Código Florestal para adequação dos imóveis rurais que precisam recuperar áreas que foram desmatadas.

No setor privado teve existir uma preocupação em construir cadeiras produtivas com a base livre de desmatamento, assim criando oportunidades para o estabelecimento de novos negócios sustentáveis.



Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), muito do trabalho exercido pelas florestas gera grandes impactos positivos nos meios urbanos, embora, muitas vezes, isso não seja notado pela população. A floresta serve também como fonte de energia (a madeira é responsável por 40% da energia renovável do planeta), além de absorver dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e, com isso, reduzir os efeitos das mudanças climáticas).

Atuando como reservatórios de carbono e refúgio para a biodiversidade, as florestas são essenciais para enfrentar o desafio das mudanças climáticas. O setor florestal desempenha um papel fundamental na proteção da floresta e na interrupção do desmatamento maciço.

**k5.Conservação ambiental.** Deve garantir a proteção e o crescimento das florestas apoiando uma ampla variedade de projetos voltados para a conservação. A demanda por produtos madeireiros e não madeireiros tem se tornado cada vez mais crescente nas últimas décadas. A obtenção de tais produtos se dá a partir das formações naturais, bem como das florestas plantadas. Contudo, além da importância da provisão dos serviços ecossistêmicos e subsídios para geração de renda, faz-se importante a conscientização e criação de estratégias para a conservação da vegetação, assim como recuperação de áreas degradadas.

**k6.Tendências em Silvicultura Sustentável.** As florestas brasileiras são abundantes, saudáveis e em crescimento, e deve ter um comprometimento em proteger as florestas e os habitats naturais.

Apesar do rápido crescimento populacional e do aumento da demanda por madeira em todo o mundo, o número de árvores nas florestas dos Brasil tem aumentado a cada ano.

Dados florestais estaduais e federais demonstram que os estoques florestais também continuam aumentando.

Silvicultura é uma importante atividade para o setor florestal, com possibilidade de ser, ainda, decisiva para a sustentabilidade desta área. Essa atividade é essencial para as etapas de reflorestamento no país e seu objetivo é cuidar da exploração e da manutenção racional das florestas. Neste cenário, o Brasil é referência na atuação contra processos de erosão, desertificação e enfraquecimento do solo, além de possuir as melhores tecnologias na silvicultura do eucalipto.

Silvicultura sustentável, na prática, consiste na perpetuação do cultivo e da produção florestal com a intenção de proteger o meio ambiente, a sociedade, contribuir para a melhora da qualidade de vida – humana, natural, marítima, entre tantas outras – e, ainda, para criar empregos no país de atuação.

O eucalipto é considerado um destaque em meio ao setor florestal, especialmente na silvicultura sustentável, para a produção de madeira por sua versatilidade e facilidade em ser plantado. No Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, as florestas de eucalipto têm participação de 1,3%, enquanto participam de 6,9% no PIB industrial do país .

A prática da silvicultura sustentável no setor florestal colabora com:

A redução das emissões de carbono da silvicultura e da utilização da terra;

O aumento da conservação de florestas e de recursos florestais;

O aumento da produção de madeira sustentável e de produtos florestais não-madeireiros;

O aumento da sustentabilidade de economias e das comunidades do entorno a partir da utilização da terra.

A silvicultura sustentável conta, atualmente, com soluções tecnológicas que podem contribuir com a atividade em etapas como a do planejamento, preparo, plantio, manejo, manutenção, logística, colheita e várias outras. A conectividade no campo é importante para a atualização constante de dados das florestas e conhecer, desta forma, detalhes sobre a área plantada e onde é necessário realizar manutenções.

Além disso, o uso da tecnologia na silvicultura traz vantagens como:

- A avaliação do impacto na qualidade das estradas – a partir do cálculo de distância otimizada entre os talhões produtivos e os pontos de carregamento de madeira;
- A criação de mapas locais para o plantio de determinados materiais genéticos;
- Definição dos equipamentos e maquinários a serem utilizados na silvicultura;
- Operacionalização da aplicação de herbicidas;
- Atualização de dados constante sobre o plantio.

**I.Requisitos Fornecimento Biomassa Suprimento Energético.** Os requisitos relativos ao fornecimento de biomassa em termos de qualidade e quantidade podem diferir substancialmente em função das tendências da procura de energia, da tecnologia de produção de energia, da utilização final da energia gerada e da relação custo-eficácia e complexidade das suas operações logísticas. Para tanto, a gestão da cadeia de suprimentos tem o desafio de desenvolver políticas eficientes adaptadas a um ambiente incerto e sujeitas a condições e restrições adicionais locais e inter-regionais, como a infraestrutura existente de produção e de transporte.

Especificamente para a produção de energia a partir de resíduos de biomassa, uma série de questões críticas para todas as partes interessadas envolvidas, como potenciais investidores, industriais consumidoras, reguladores envolvidos e tomadores de decisão precisam ser abordadas, a saber:

Quais são as características únicas das cadeias de abastecimento de biomassa que as diferenciam das redes convencionais?

Quais decisões devem ser tomadas nos níveis estratégico, tático e operacional para o desenvolvimento de redes de cadeia de suprimentos de resíduos de biomassa?

Que tipo de políticas são necessárias para alcançar a sustentabilidade dos sistemas de bioenergia?

Quais são as tecnologias de conversão de energia de ponta nas quais um potencial produtor de energia deve investir?

Essas questões transcendem os níveis estratégico e tático do processo de tomada de decisão e incluem ainda as opções tecnológicas relevantes de conversão de resíduos em energia.

A logística e o gerenciamento da cadeia de suprimentos são áreas de importância crítica para a utilização energética bem-sucedida da biomassa residual. As partes interessadas envolvidas no projeto e na execução precisam abordar sistematicamente uma série de decisões abrangendo todos os níveis do processo hierárquico natural de tomada de decisão.

**1.1. Diretrizes de abastecimento de biomassa.** A descarbonização industrial e o desenvolvimento de novos projetos energéticos no Brasil estão levando a um aumento na demanda e nos preços pelo consumo da biomassa como uma nova fonte energética.

Um número considerável de indústrias estão estabelecimento metas de reduções de emissões de CO<sub>2</sub> e na mudança de matriz energética pelo consumo de biomassa.

Devido a essa tendência, novas estratégias para garantir o abastecimento de biocombustível dessas indústrias devem ser desenvolvidas. Em primeiro lugar, o combustível florestal e da madeira disponível regionalmente é calculado considerando tanto a colheita quanto as restrições espaciais e comparado com a demanda esperada.

Ao projetar a estrutura ideal do sistema, é essencial onde as operações de picagem e/ou armazenamento estão localizadas. As empresas florestais fazem a extração e a separação dos tipos de tora (longa e fina) dos resíduos florestais e do processo, fazem a picagem industrial, o armazenamento e o transporte para a entrega do cavaco limpo para celulose, o cavaco sujo e a biomassa para as indústrias geradoras de energia. A alocação espacial e a tecnologia de picagem determinam toda a rede de abastecimento de combustível florestal.

Em princípio, são consideradas duas estruturas de sistema diferentes para a picagem e a preparação da matéria-prima. A primeira opção é o sistema de picagem industrial pelo sistema móvel acoplado no caminhão e dentro da florestal e fazem o abastecimento direto (transporte e biomassa).

A segunda opção é dentro do pátio da indústria de processamento da madeira com a picagem de tora (processo) e biomassa para energia ou para venda para as indústrias de papel e celulose.

A grande capacidade deste sistema de picagem pode garantir o abastecimento de grandes partes da região, mas requer uma grande área de captação. Para determinados volumes de demanda e oferta, a rede de abastecimento ideal é determinada considerando transporte, fragmentação e custos gerais do sistema.

Dependendo da distância da unidade florestal ao centro de processamento e de picagem industrial ou da indústria da madeira ou da usina ou indústria consumidora (fonte de energia) os custos do sistema devem ser comparados. Para picagem móvel, as curvas de oferta e demanda assíncronas regionais são levadas em consideração para calcular a área de armazenamento de combustível florestal necessária. O modelo de cálculo auxilia na tomada de decisão sobre onde construir nós regionais de abastecimento de combustível florestal.

O volume potencial de fornecimento de combustíveis florestais no Brasil devem ser avaliados. Deve ser avaliado o incremento anual e os atrasos de colheita (não pode ter a extração total) devido a restrições técnicas e econômicas.

Neste sentido é importante o desenvolvimento de um projeto de rede regional de abastecimento de combustível florestal envolvendo numa determinada região. Uma solução é a formação de cooperativas dos proprietários florestais (com manejo, política de reflorestamento e certificação FSC da madeira) as indústrias de processamento industrial da madeira e os operadores (consumidores) como o setor industrial (energia) e empresas que atuam na co-geração.

Os custos mínimos do sistema de uma rede de abastecimento de combustível florestal garantem a sua competitividade face a outras linhas de abastecimento de energia. Para isso deve ser prioritário a montagem da rede de abastecimento de suprimento do combustível florestal.

Um método de dimensionamento da rede de abastecimento pode ser utilizado para diversas tarefas de planejamento. O cálculo do potencial de combustível florestal regional disponível é um bom indicador para estimar se as indústrias que pretendem em mudar a matriz energética podem ser atendidas na região ou não. Também a distância média de transporte pode ser assumida.

**12. Cadeia de Suprimento de Biomassa.** A cadeia de suprimentos representa “a rede de organizações que estão envolvidas, via elos a montante e a jusante, nos diferentes processos e atividades para produzir valor na forma de produtos e serviços sendo identificados pelo cliente final”.

Este conceito tornou-se mais estratégico para a competitividade dos maiores grupos económicos não só pelas características em constante mudança dos seus principais atores, mas também pelos seus amplos contextos de aplicabilidade. A abordagem da cadeia de suprimentos foi recentemente estendida muito além da consideração clássica de produto/produção.

Além de representar um desafio em termos de decisões estratégicas e operacionais, a penetração bem-sucedida de energias renováveis no mix de combustíveis energéticos de uma indústria. Além disso, a mitigação das mudanças climáticas tornou-se um driver obrigatório em energias renováveis e na descarbonização industrial.

A estrutura do mercado de biomassa e as cadeias de suprimentos estão associadas para uma evolução de forma bastante dinâmica. Tradicionalmente, a biomassa tem sido utilizada para produção de energia (principalmente térmica) em áreas próximas aos seus locais de produção. No entanto, uma prática emergente para produtores de energia é adquirir resíduos de biomassa de vários fornecedores para desenvolver a massa crítica necessária para justificar uma instalação de produção de energia.

Além da mitigação do carbono e da segurança energética, a produção de energia de biomassa está associada à criação de novos empregos, à criação de uma nova fonte de renda para os produtores.

**13. Custo da Cadeia de Suprimento de Biomassa.** Um dos gargalos mais críticos no aumento da utilização de biomassa para produção de energia é o custo de suas operações logísticas.

A crescente demanda por biomassa e o aumento da complexidade dos sistemas de abastecimento muitas vezes envolvidos em vários níveis, destacam a necessidade de abordagens abrangentes de gestão da cadeia de abastecimento de resíduos de biomassa.

O alto custo de aquisição da matéria-prima de biomassa é um gargalo no desenvolvimento de projeto de descarbonização industrial com o uso da biomassa.

A cadeia de suprimentos é um elo indispensável de produção e transporte na indústria de biomassa. A aquisição de matéria-prima de biomassa envolve custos substanciais devido à sua baixa densidade energética e altos custos logísticos.

A competição por matéria-prima de biomassa entre consumidores e produtores de energia com o uso da biomassa, aumenta ainda mais a dificuldade de obtenção de matéria-prima. A competição por matéria-prima de biomassa devido ao aumento na utilização de biomassa por diferentes empresas é uma das principais razões pelas quais o preço da matéria-prima permanecem alto.

Além disso, existem fornecedores independentes de biomassa em algumas cadeias de abastecimento que compram biomassa de produtores dispersos e depois vendem essa biomassa para empresas.

Para indústrias que utilizam a biomassa como fonte energética e que não possuem sua própria logística de transporte de matéria-prima de biomassa e sistemas de pré-processamento e compram matéria-prima de fornecedores independentes, o envolvimento de fornecedores independentes pode aumentar ainda mais o custo de aquisição de matéria-prima de biomassa.

Ao avaliar a produção de bioenergia, uma perspectiva de sistema deve ser adotada, abrangendo os componentes recursos de biomassa, sistemas de abastecimento, tecnologias de conversão e serviços de energia.



Ainda assim, é óbvio que o fornecimento da bioenergia econômica, ambiental e socialmente sustentável requer uma otimização da estrutura e funcionamento da cadeia/rede de abastecimento, ajustada às condições específicas do respectivo sistema de produção (clima e topologia, matéria-prima, tecnologias, aplicação definitiva). Em termos de atividades, colheita, refino e transporte de biomassa são questões-chave. Essas considerações confirmam a alta relevância das questões de cadeia de suprimentos e logística para a implementação de sistemas de produção de bioenergia .

Principais questões da gestão da cadeia de suprimentos para produção de bioenergia. O objetivo geral das cadeias de suprimento de biomassa para uso de energia é basicamente duplo: (1) Os custos da matéria-prima devem ser mantidos competitivos. (2) O fornecimento contínuo de matéria-prima deve ser assegurada.

A este respeito, podem surgir problemas devido aos ciclos de crescimento da maioria dos tipos de biomassa, condições naturais instáveis, como secas e falta de confiabilidade, vontade e coordenação dos atores da cadeia de abastecimento. Dada a grande variedade de diferentes projetos de sistemas de bioenergia e, além disso, a bastante alta flexibilidade em operá-los, uma avaliação de sustentabilidade necessariamente deve olhar para as condições específicas do sistema de bioenergia individual sob exame, levando em consideração todo o sistema. conta compreendendo os componentes recursos de biomassa, sistemas de abastecimento, tecnologias de conversão e serviços de energia.

**m.Gerenciamento da cadeia de suprimentos.** Hoje, os processos de produção de bioenergia são agregados ao gerenciamento da cadeia de suprimentos. A gestão da cadeia de abastecimento de biomassa para energia é identificada como a gestão conjunta da produção de bioenergia desde a colheita da biomassa até as instalações de conversão de energia. A estrutura competitiva do mercado de biomassa e as cadeias de suprimentos de biomassa estão se desenvolvendo dinamicamente.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos é um dos requisitos para alcançar o crescimento econômico em qualquer cadeia de suprimentos. Se as decisões dos gestores forem alocadas de forma otimizada, será possível que empresas e indústrias com vantagem competitiva e lucrativa cresçam e se desenvolvam.

O principal desejo de sobrevivência de qualquer empresa é minimizar custos e maximizar a lucratividade. Devido à crescente complexidade e dinâmica da situação, a tomada de decisão nesta área requer métodos analíticos mais avançados.

Geralmente, a biomassa tem sido utilizada para gerar mais energia em áreas próximas às suas instalações de produção. No entanto, para investimentos e redução de riscos, é necessária uma abordagem emergente para os produtores de energia. Para desenvolver fundamentalmente cada fase do suprimento, é necessário justificar o investimento em quaisquer instalações de produção de energia.

A cadeia de suprimento é geralmente composto por quatro fatores gerais para produção de energia: (i) colheita e o pré-tratamento de biomassa, (ii) armazenamento, (iii) transporte e (iv) conversão em energia. Qualquer um destes componentes pode suportar um ou vários locais de armazenamento de biomassa ou fornecer uma ou mais instalações intermediárias para transporte.

A Gestão da Cadeia de Suprimentos desempenha um papel importante na gestão dos processos de produção de bioenergia. A Gestão da Cadeia de Fornecimento de Biomassa é definida como a gestão integrada da produção de bioenergia desde a colheita de biomassa até as instalações de conversão de energia ou na queima em caldeia industrial.

As partes envolvidas em uma cadeia de fornecimento de energia de biomassa são: o fornecedor de biomassa, empresas de transporte e distribuição, desenvolvedores e operadores de instalações de produção de energia (caldeira industrial).

Nesse sentido, uma cadeia de abastecimento de bioenergia típica é composta por cinco componentes principais de colheita, pré-tratamento, armazenamento, transporte e conversão de energia.

A cadeia de abastecimento de energia de biomassa difere das cadeias de abastecimento tradicionais de várias maneiras. Entre eles estão a disponibilidade sazonal de biomassa, baixa densidade de energia, variações de demanda devido ao desempenho incerto da produção de energia e a variabilidade de materiais de biomassa, que tem implicações para transporte e armazenamento.

Assim, os principais objetivos da gestão da cadeia de suprimentos de biomassa são minimizar os custos, os impactos ambientais da cadeia de suprimentos e garantir o fornecimento contínuo de matéria-prima. Os desafios com o uso dessas fontes tradicionais de matéria-prima de biomassa de origem agroindustriais têm sido uma motivação para identificar outras opções viáveis. O uso de biomassa agroindustrial oferece uma série de vantagens em termos de custos e confiabilidade de fornecimento pelos seguintes motivos:

- (a) será usado um portfólio de opções de matérias-primas (diversas culturas) de biomassa. Isso implica em menores incertezas de oferta de biomassa;
- (b) as janelas de colheita diferem entre as espécies, permitindo o uso de máquinas especializadas de colheita e coleta durante todo o ano e reduzindo os custos fixos de colheita e coleta de biomassa agroindustrial. Menos estoque de biomassa será realizado devido ao fato de que a biomassa agroindustrial é fornecida o ano todo;
- (c) gramíneas perenes podem crescer em terras que não são adequadas para a produção de grãos;
- (d) o uso de uma variedade de espécies perenes permite uma paisagem diversificada e reduz o risco potencial de insetos e doenças inerentes às monoculturas; e

(e) os RSU evitam problemas de coleta, estão disponíveis sem custo ou com custo muito baixo e não são sazonais por natureza, permitindo o uso de máquinas especializadas de colheita e coleta durante todo o ano e reduzindo os custos fixos de colheita e coleta de biomassa.

Uma cadeia de suprimento energético é um processo integrado em que as matérias-primas (biomassa) são convertidas em energia e vapor. Em seu nível mais alto, uma cadeia de suprimento energético é composta por dois processos básicos e integrados: (1) o Processo de Planejamento da Aquisição e Controle de Estoque de Biomassa e (2) o Processo de Transporte e Logística.

**m1. Abordagem de projeção da Cadeia de Suprimento de Biomassa.** As abordagens atuais para projetar cadeias de suprimento de biomassa são ótimas, se estiveram baseadas na revisão sistemática de cadeias pré-determinadas. Ao considerar um grande número de variáveis interativas que influenciam o desempenho da cadeia de suprimentos, soluções complexas devem ser consideradas.

As abordagens de modelagem de sistemas podem esperar capturar essas interações intrínsecas para desenvolver projetos de cadeia de suprimentos e políticas operacionais verdadeiramente ideais.

As aplicações de abordagens de modelagem matemática para cadeias de abastecimento de biomassa são tipicamente focadas em modelos de processo e ferramentas de simulação para facilitar a avaliação do desempenho da cadeia de abastecimento.

Pode ser desenvolvido um modelo de simulação para projetar sistemas de distribuição da biomassa que considera as influências climáticas durante o período de colheita e seu impacto na operação e na qualidade do tipo de biomassa.

Embora tais abordagens de simulação forneçam informações fundamentais sobre a operação das cadeias de abastecimento de biomassa, permanecem questões sobre a estrutura fundamental das cadeias de abastecimento sob avaliação.

As cadeias de suprimento de biomassa são embrionárias quando comparadas àquelas que operam nos setores de energia de combustíveis fósseis e, portanto, ainda devem ser consideradas de uma perspectiva sistêmica para não perder oportunidades de impacto econômico, ambiental e melhorias na eficiência energética.

Pode também ser considerado a cadeia de suprimentos em relação a uma estrutura clássica de rede de localização dos fornecedores.

Enquanto o modelo de simulação de rede apresentado captura perdas de umidade e perdas de matéria seca no armazenamento, o modelo de otimização não captura perdas de armazenamento; uma interação fundamental do sistema de cadeias de abastecimento de biomassa a que deve ser caracterizada. A otimização também não é dinâmica e ignora a sazonalidade; considerando apenas um fluxo estático anualizado.

O modelo simplesmente deriva o roteamento de fluxo anual ideal através de uma superestrutura de rede para um cenário de demanda anual fixa de energia. Embora nenhuma formulação seja fornecida, parece, portanto, que a base de modelagem carece de flexibilidade para capturar o comportamento genérico do processo.

**m2.Modelo de sistema de fornecimento.** Deve ser desenvolvido um modelo de fornecimento, localização de fornecedores e rede logística aplicado à cadeia de suprimento. Levar em consideração uma série de variáveis de decisão: tipo de combustível a ser utilizado; (tipos de biomassa), armazenamento e padrões de transporte.

O modelo é fundamentado no problema de localização de instalações de dois níveis. O perfil de demanda representa uma planta de aquecimento ou energia com perfil de demanda fixo e um objetivo de minimização de custo.

Pode ser desenvolvido uma abordagem de modelagem e engenharia de sistemas focada nas questões associadas à colheita, armazenamento e transporte de biomassa. O modelo é desenvolvido para determinar o quantitativo de entrega de biomassa mensal e a programação de expansão de capacidade para cada produtor com base nas colheitas mensais para cada um dos quatro cenários climáticos variantes.

Importante uma abordagem sistêmica para o problema de planejamento logístico de biomassa incorporando a questão fundamental das perdas de rendimento durante o armazenamento. No entanto, devido à formulação de modelo fixo para a forma de cadeia de suprimentos e não representa uma estrutura de modelagem flexível para capturar arranjos de cadeia de suprimentos mais complexos ou tarefas alternativas de processamento.

É necessário progredir na representação analítica do sistema da cadeia de abastecimento de biomassa. Existe, portanto, uma motivação para modelos de planejamento operacional e estratégico aprimorados com foco em abordagens de sistemas que abrangem analiticamente as complexas influências dinâmicas que afetam a cadeia de suprimentos. A interação fundamental de rendimento, densidade, teor de umidade e valor de aquecimento com a economia do processo e programação do processo também deve ser considerada.

**n. Sistema de fornecimento de Biomassa – Case Suécia.** Nos últimos anos, o uso e a importância do combustível bioenergético aumentaram. Na Suécia, sua participação no fornecimento total de energia aumentou de 15% para 28%. Considerando os regulamentos ambientais e impostos sobre emissões de CO<sub>2</sub> esta parcela deverá aumentar ainda mais no futuro.

O combustível de bioenergia é usado por usinas de aquecimento, que normalmente são operadas por comunidades locais para fornecer energia para as cidades. O número dessas usinas de aquecimento está aumentando constantemente. A crescente demanda de combustível bioenergético levou a uma maior demanda por ferramentas de apoio à decisão que possam auxiliar no planejamento complexo de abastecimento da planta de aquecimento com combustível bioenergético. Uma vez que é importante encontrar planos de qualidade, existe a necessidade de integrar modelos de otimização e procedimentos de solução nas ferramentas de apoio à decisão.

**n1.Demanda por biomassa.** A demanda comercial por combustível de madeira está aumentando rapidamente na Suécia, e o abastecimento doméstico vem principalmente de proprietários florestais privados não industriais. Um modelo foi desenvolvido para analisar a tomada de decisão entre esses proprietários florestais privados. O modelo cobre cinco fatores: economia, custos de transação, preocupações com a fertilidade do solo, silvicultura e experiência anterior.

Os custos de transação foram aliviados pelo tradicional comprador de madeira, organizando o comércio de combustível e minimizando a medição na floresta. A principal razão para a venda de combustível de madeira foi a operação de colheita.

**n2. Uso da biomassa florestal.** Existe uma preocupação geral com a perda de fertilidade do solo devido à colheita de combustível de madeira, razão pela qual alguns proprietários não vendem combustíveis florestais. Dois tipos de proprietários florestais que vendem combustível: (1) um gerente ativo que busca diferentes ganhos com a colheita de combustível de madeira e (2) um proprietário que depende principalmente do comprador de madeira.

Os resultados indicam que os grandes comerciantes de combustíveis de madeira devem ser ativos no aumento da oferta, fazendo contato direto com os proprietários florestais e conectando o comércio com informações sobre os efeitos ecológicos e silviculturais. Oferecer reciclagem de cinzas (para uso nas plantações florestais) pode aumentar a oferta mais do que aumentos marginais de preços.

Os combustíveis de madeira comercializados no mercado interno consistem em (1) combustíveis florestais (topos e galhos deixados após as operações florestais), (2) subprodutos da indústria florestal, (3) combustíveis de madeira refinados (pellets, briquetes e pó) e (4) madeira reciclada. A importação de madeira reciclada para um número de plantas de aquecimento está crescendo na Suécia.

Os produtores de combustível lenhoso relataram que 80% de sua produção é composta por combustíveis florestais, ou seja, copas e galhos coletados após as operações florestais, principalmente cortes rasos, sendo o restante proveniente de madeira rejeitada. Os outros principais sortimentos domésticos de combustível de madeira listados acima foram quase totalmente explorados e, portanto, não podem suportar nenhum aumento do mercado. Os combustíveis florestais representam, portanto, o maior recurso doméstico de combustível de madeira para aumentar a produção de calor/energia no setor de energia.

A colheita de combustível florestal causa um impacto marginal na biodiversidade, desde que os habitats de importância para a flora e a fauna não são perturbados. No entanto, a colheita tem efeitos sobre o solo da floresta, sendo o mais importante uma perda acentuada de cátions básicos disponíveis.

No entanto, esses recursos estão dispersos por todo o país, enquanto a demanda é local, concentrada em usinas de aquecimento distrital de cidades maiores, situadas principalmente no centro da Suécia. Além disso, o transporte é volumoso e caro. Mais de metade do patrimônio florestal nacional é propriedade de proprietários florestais privados não industriais.



No centro da Suécia esta percentagem sobe para 60% e no Sul chega quase aos 80%. Um aumento contínuo na demanda por combustíveis florestais teria, portanto, que ser atendido em grande parte por propriedades privadas.

**n3. Uso da biomassa para geração de energia.** O combustível de bioenergia consiste em vários sortimentos. Um tipo importante é o combustível de madeira que pode ser dividido em combustível florestal, combustível energético e de madeira reciclada. A diferença entre o combustível florestal e o combustível florestal energético é que este último consiste em árvores plantadas para serem utilizadas como combustível.

O fornecimento de combustível florestal é feito por empresas que são contratualmente obrigadas a entregar uma certa quantidade de bioenergia (combustível florestal), especificada em MWh , para cada período de tempo (normalmente um mês) durante o período do contrato.

Na maioria dos contratos, há também uma cláusula que possibilita à usina de aquecimento reduzir ou aumentar a quantidade de energia demandada em até 10 a 15%, incorrendo em um custo de penalidade para a usina de aquecimento. A principal razão para incluir tal cláusula é para que a planta de aquecimento tenha a possibilidade de se adaptar a climas frios ou quentes inesperados.

O combustível energético é obtido principalmente de resíduos florestais em áreas de colheita ou de subprodutos de serrarias. Tanto as áreas de colheita quanto as serrarias podem ser de propriedade da empresa ou disponíveis para a empresa por meio de contratos de longo prazo.

Os resíduos florestais são galhos e pontas deixados nas áreas de colheita após o transporte das toras para, por exemplo, serrarias ou fábricas de celulose.

Os resíduos florestais têm de ser picados (convertidos em pequenos pedaços) antes de poderem ser utilizados como combustível pelas centrais de aquecimento, podendo a picagem ser feita quer diretamente na zona de colheita quer num terminal, antes de serem transportados para uma central de aquecimento. Os subprodutos das serrarias são constituídos por casca e serragem, podendo ser transportados diretamente para as usinas de aquecimento, ou para um terminal para armazenamento e utilização em período futuro.

Os terminais são necessários para equilibrar a flutuação sazonal da demanda nas usinas de aquecimento. Nos terminais podemos armazenar resíduos florestais, bem como subprodutos de serrarias.

Mas é problema na cadeia de suprimentos, pois existem múltiplas fontes (áreas de colheita, serrarias e portos de importação), vários terminais intermediários, vários nós de demanda (usinas de aquecimento), diferentes tipos de combustível florestal e vários períodos de tempo.

O problema da cadeia de suprimentos da empresa contém decisões sobre qual tipo de combustível usar, o tempo de encaminhamento, o armazenamento nos terminais e o projeto do padrão de transporte. As principais decisões são também a contratação ou não de uma área de colheita ou serraria e a utilização de um terminal específico.

A modelagem da cadeia de suprimentos e o gerenciamento da cadeia de suprimentos receberam muita atenção entre as empresas nos últimos anos. Ele fornece uma ferramenta para o planejamento integrado de várias situações de planejamento inter-relacionadas.

Uma força motriz para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento da cadeia de suprimentos tem sido o desenvolvimento de bancos de dados em toda a empresa para coleta de dados e otimizadores eficientes para resolver os modelos de otimização resultantes.

**o. Substituição Carvão por Biomassa – Case Electrabel Bélgica..** Os compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Kyoto assinado pela Bélgica resultaram em uma redução de 7,5% das emissões de todos os gases de efeito estufa. Na Região da Valônia, as energias renováveis devem cobrir 10% do consumo total de eletricidade, com a biomassa representando 65% disso. Os resíduos florestais representam mais de 70% do potencial de biomassa seca, um passo considerável para alcançar os objetivos fixados.

A Electrabel é a principal produtora de energia belga. Para atender às novas regulamentações sobre eletricidade “verde”, eles pretendem abastecer duas de suas antigas usinas a carvão com madeira vinda diretamente da floresta. As duas usinas carvão estão localizadas na Valônia (sul Bélgica) longo do Meuse.

Foram avaliada a aquisição de três níveis de resíduos florestais para a Electrabel. O primeiro passo foi uma avaliação quantitativa e qualitativa dos resíduos florestais no entorno das usinas. Na etapa seguinte, foram analisadas as características da cadeia de suprimentos.

Finalmente, uma combinação de fontes de resíduos florestais e cadeias de abastecimento é selecionada sob as restrições dos múltiplos critérios dos produtores de energia. Foi formulado uma estratégia que incluiu três níveis: um nível básico composto por madeireiros de grande escala que extraem madeira macia dos cortes finais, um nível superior composto por madeireiros de médio porte que extraem principalmente madeiras duras, e um nível de reserva composto por pequenos madeireiros e agricultores.

Avaliou-se os recursos de aproveitamento dos resíduos florestais, caracterizando as cadeias de abastecimento e selecionando uma estratégia de abastecimento ideal para as usinas. Um fator de custo importante na aquisição de combustível de madeira é a escala da operação.

A quantidade total de resíduos florestais produzidos anualmente na Valônia foi estimada em cerca de 400.000 toneladas secas por ano, provenientes principalmente da parte oriental do país (províncias de Liège e Luxemburgo). Resíduos de árvores de madeira dura representam 160.000 toneladas secas por ano e de árvores de madeira macia 240.000 toneladas secas por ano, com 94.000 toneladas provenientes de cortes rasos. Foi avaliado a variabilidade das fontes e quantidades de resíduos florestais em relação à distância de uma usina

No entanto, várias questões econômicas, principalmente relacionadas à cadeia de abastecimento de madeira, devem ser respondidas antes de substituir o carvão por biomassa. Compreender de onde a biomassa florestal virá para atender à demanda de bioenergia é crucial.

Determinar a localização e a quantidade ideais para essas usinas também é uma importante decisão econômica para reduzir os custos de transporte. O local de colheita pode variar com base na disponibilidade de madeira para celulose e resíduos madeireiros, influenciando assim as distâncias de transporte da floresta para as usinas.

A análise dos fatores de rendimento e demanda na otimização do custo do biocombustível revelou que uma redução de 50% no rendimento da biomassa aumentaria o custo do biocombustível em 11%. Portanto, as decisões de colheita precisarão ser otimizadas para evitar possíveis perdas da cadeia de suprimentos e custos imprevistos. Além disso, otimizar o fornecimento e alocação de madeira torna-se ainda mais crítico quando consideramos o suporte econômico fornecido pelas florestas.

Juntamente com as dimensões econômicas, existem questões ambientais que requerem avaliação durante a substituição do carvão por biomassa. A quantidade e a qualidade da área florestal variam de acordo com a demanda.

A demanda adicional de biomassa provavelmente afetará o número de hectares colhidos, influenciando assim as classes de idade dos povoamentos florestais e o estoque de carbono na biomassa florestal acima do solo. A idade do povoamento também será afetada, uma vez que a disponibilidade de madeira para celulose e resíduos madeireiros depende da idade do povoamento.

Um modelo de otimização abrangendo longos horizontes de planejamento, como várias décadas, pode ajudar a prever essas mudanças na idade e no carbono do povoamento. Além disso, como o transporte está diretamente relacionado à emissão de GEE, um modelo de otimização que reduz a distância de transporte entre os locais de colheita e as usinas pode aumentar os benefícios de GEE para o meio ambiente. Portanto, torna-se evidente que modelar a alocação de produtos florestais e/ou prever o efeito do aumento da demanda de bioenergia tem consequências econômicas e ambientais significativas. Determinar a quantidade ideal de biomassa usada para energia com base nos fatores econômicos e ambientais, como preço atual, rendimento e demanda de biomassa, faz sentido intuitivo do ponto de vista da sustentabilidade.

**p. Riscos do Suprimento de Biomassa.** Os riscos de investimento para usinas de energia e na descarbonização industrial surgem principalmente porque os fluxos de caixa futuros para cobrir as despesas de capital (principalmente custos de investimento) dependem em grande parte dos preços arriscados da eletricidade (risco de receita) e dos preços arriscados de combustível e carbono (risco de custo variável).

Uma vez que diferem por tecnologia, cada tipo de usina-indústria tem seu próprio perfil de risco, que também é fortemente afetado pelo mix de capacidade geral do mercado e pela correlação entre os custos variáveis das usinas e o preço da eletricidade.

As usinas que muitas vezes estabelecem o preço da eletricidade, geralmente com custos fixos relativamente baixos e custos variáveis altos, podem repassar as flutuações de custo variável para o consumidor ao aumentar o preço da eletricidade. Como consequência, possuem um “hedge natural” devido a uma correlação positiva entre custos e receitas.

A recuperação dos altos custos de investimento com base nos preços de energia de curto prazo, portanto, tende a ser mais arriscada para esses tipos de usinas. Essa integração de mercado implica que os riscos de investimento potencialmente altos são suportados pelos investidores, e a avaliação negativa dos riscos pode levar a atividades de investimento reduzidas e altos custos de capital.

**p1. Estratégias de Mitigação dos Riscos de Suprimento de Biomassa.** Uma estratégia para mitigar o risco é proteger os preços da eletricidade com contratos de longo prazo em prol de um fluxo de receita mais estável.

Encontrar contrapartes para tais contratos de cobertura que cobrem um período substancial da vida útil da planta é, no entanto, uma tarefa difícil para os operadores da planta.

Os riscos que afetam a segurança do abastecimento de biomassa e as estratégias de mitigação de riscos por meio da análise de dados quantitativos e qualitativos. Ele descreve os riscos específicos da cadeia de abastecimento, os impactos resultantes e as estratégias de neutralização para garantir o abastecimento.

Riscos, impactos e estratégias são documentados como base para uma análise comparativa, discussão de resultados, desafios e lacunas. Por fim, discutem-se as adequações e limitações da metodologia escolhida e os resultados alcançados. Analisando os riscos da cadeia de abastecimento de madeira e estratégias de abastecimento, se concentra no fornecimento de biomassa para geração de bioenergia.

Consideramos toda a cadeia de valor da biomassa e fornecemos uma visão mais completa da bioeconomia da madeira. Consequentemente, contribuí para a literatura, fornecendo uma investigação abrangente dos riscos que afetam a segurança do abastecimento de madeira e os possíveis efeitos colaterais de uma crescente bioeconomia baseada em madeira.

Na COP 26 foi discutido a bioenergia baseada em madeira como forma de reduções das emissões do GEE. Isso levou a uma demanda crescente no Brasil por combustíveis com o uso da biomassa e a uma concorrência crescente com as indústrias de papel e painéis por toras e subprodutos de madeira.

Ao avaliar os riscos da cadeia de abastecimento de biomassa é vital para a operação bem-sucedida de projetos de bioenergia em grande escala. Portanto, as instalações geralmente no Brasil estão localizadas próximas ao recurso de matéria-prima que facilita o transporte econômico. No entanto, o setor de bioenergia não conseguiu desenvolver estratégias abrangentes de abastecimento, apesar da crescente necessidade de tais estratégias nacionais.

Assim, a crescente demanda por bioenergia, como biocombustíveis líquidos ou produtos de pirólise da biomassa pelas indústrias siderúrgicas e cimenteiras, perturba os mercados consumidor da madeira (papel, celulose, painéis e compensados) estabelecidos.

Estruturas de cadeia de abastecimento estabelecidas dificilmente cobrem as questões específicas dos sistemas de cadeia de abastecimento de biomassa. Em particular, as estratégias de longo prazo para mitigar os riscos da cadeia de abastecimento de biomassa e as questões de segurança do abastecimento das cadeias de madeira tradicionais.

Assim, investigações complementares em tópicos relacionados são necessárias. A segurança do abastecimento de biomassa, os riscos e as estratégias de mitigação de riscos são tópicos urgentes para empresas de processamento de madeira e de papel e celulose.

Para investidores na bioeconomia e em projetos de geração de energia, aos grandes grupos do setor de siderurgia e cimentos que querem produzir o biocarbono como substituto do coque e para as indústrias que pretendem a descarbonização, que é promovida como um componente essencial na mitigação das mudanças climáticas.

Para tanto, o nosso estudo responderá às seguintes questões: (a) Quais são os principais riscos da cadeia de abastecimento que influenciam a segurança do abastecimento de biomassa? (b) Quais são os impactos dos riscos da cadeia de abastecimento na segurança do abastecimento de biomassa? E (c) quais são as estratégias promissoras de mitigação de risco para garantir o abastecimento de biomassa?

Resumimos em oito tipos de riscos no contexto das cadeias de abastecimento da biomassa: riscos de abastecimento, riscos operacionais, riscos de demanda, riscos de segurança, riscos macro, riscos de política, riscos competitivos e riscos de recursos.

Os primeiros quatro riscos estão fortemente ligados a fatores internos da cadeia de abastecimento, enquanto os últimos quatro riscos descrevem fatores externos que influenciam as cadeias de abastecimento. As oito categorias servem como base para a categorização de riscos da cadeia de suprimentos:

<b>Categoria de risco</b>	<b>Fonte de risco</b>
<b>Riscos Internos</b>	Riscos de abastecimento Como a falta no acesso aos principais produtores e consumidores. Questões de qualidade da biomassa, origem ou preço final.
<b>Riscos operacionais</b>	Quebra de infraestrutura de produção de determinado tipo de biomassa ou dificuldade na logística e transporte e na falta de capacidade de fornecimento e de mudanças nos processos.
<b>Risco de demanda</b>	Demandas flutuantes baseadas em novos produtos energéticos e distorção de demanda e amplificação de produção.
<b>Riscos de segurança</b>	Violações de segurança como na guerra RússiaXUcrânia ou vandalismo como invasões internas.
<b>Riscos externos</b>	



	Riscos macro como as mudanças nos preços em função da demanda interna e externa, taxas de juros, taxas de câmbio (dólar - reais).
Riscos da política	Regulamentos governamentais, cotas, restrições de consumo
Riscos competitivos	Falta de informações sobre os concorrentes em determinado mercado para o consumo de biomassa.
Riscos de recursos	Requisitos de recursos imprevistos como a elevações nos preços dos combustíveis.

Os riscos da cadeia de abastecimento da biomassa: categorias e riscos específicos que devemos avaliar abaixo:

Subcategoria de risco	Descrição do risco específico
Risco de abastecimento	Sub exploração dos recursos florestais. No uso insustentável de recursos florestais, extração ilegal de madeira, replantação/rebrota atrasada e comércio de madeira não certificada.
	Deterioração das funções do sistema florestal (por exemplo, biodiversidade), competição por áreas florestais com base em requisitos alternativos de uso da terra, conservação de áreas florestais.
	Incerteza na acessibilidade de recursos técnico-econômicos, promoção da colheita de madeira, redução local de áreas florestais, inconvenientes práticas de colheita florestal.
	Demanda crescente do mercado em função das indústrias siderúrgicas e cimenteiras e dos segmentos que pretendem a descarbonização industrial com a mudança de matriz energética.
	Fornecimento insuficiente para atender a demanda. Organização complicada do abastecimento devido à fragmentação da estrutura de propriedade florestal em determinada região.
	Vontade do proprietário florestal na extração florestal, mas falta de investir no manejo ou na certificação das suas áreas florestais. Produtores de biomassa não confiáveis (em função do volume e na qualidade),

	Flutuações de preço. O preço de mercado influencia a disponibilidade. Avaliação do preço da biomassa com os preços dos combustíveis (aumento no valor do frete de transporte da biomassa).]
	Acesso limitado aos resíduos de colheita e subprodutos industriais e principalmente se existe manejo, reflorestamento ou certificação florestal.
	Substituição entre variedades de qualidade de madeira o que pode dificultar o uso energético (qualidade do produto, teor de umidade e de cinza)
	Escassez de recursos para certificação florestal. Empresas de certificação, como FSC, garantem o manejo florestal sustentável e reduzem o volume de oferta.
Risco específico da qualidade da madeira	Instabilidade e perecibilidade do produto (umidade, riscos de explosão, fungos)
	Alto volume de serragem na composição do produto (cavaco para biomassa) o que vem em dificultar a combustão do produto final.
	Capacidade de armazenamento limitada para estocagem da biomassa.
Risco operacional	Déficits de informação e falta de coordenação (transparência) entre os produtores florestais ou intermediários na venda da biomassa.
	Dependência de um único modo de transporte e de um único fornecedor. Falta de infraestrutura e do risco de rota de transporte.
	Produção de biomassa dispersa, falta de volume significativo, densidade de distribuição, falta de tecnologias de pré-tratamento para aumentar a densidade de energia.
	Ineficiência técnica, falta de tecnologia, práticas deficientes, tecnologia especial com replicabilidade e penetração limitadas
	Dificuldades operacionais (depósitos, sistema rodoviário), logística no local, espaço insuficiente (por exemplo, para picagem), transportadoras não confiáveis (atrasos, remessas canceladas, falha técnica)

	Falta de investimento em infraestrutura (por exemplo, colheita, coleta e armazenamento, transporte) ou no pré-tratamento da biomassa.
Risco de demanda	Demanda sazonal que podem prejudicar o fornecimento de biomassa
	Poder de compra do consumidor que não venha em garantir o pagamento (recursos suficientes, atraso ou longo tempo para pagamento).
	Comportamento oportunista dos produtores de biomassa em função do mercado consumidor – elevada demanda em determinada região e um leilão de preços para o fornecimento ou ainda a demanda internacional.
	Volumes voláteis de produção de energia, localização das unidades geradoras de energia ou das indústrias consumidoras e o desenvolvimento de tecnologia quanto ao grau de utilização.
Risco macro Risco de comércio de madeira	Falta/inexatidão de estatísticas de produção, comércio e consumo (nacionais e internacionais).
	Comércio internacional impulsionado pelo ambiente político, econômico ou social dos países importadores/exportadores de madeira com metas conflitantes.
	Dependência de fornecimento de outros estados/partes interessadas, entrega não confiável, interrupção do mercado, atrito comercial, redução da capacidade de fornecimento doméstico
Risco de segurança no fornecimento	Comércio de madeira restrito a áreas geográficas limitadas que venham em dificultar o desenvolvimento de mercado.
	Legislação específica (certificação obrigatória, comprovação da cadeia de custódia).
	Crítérios de sustentabilidade variáveis. Madeira em regiões com proteção ambiental.
	Diferentes percepções das partes interessadas sobre a formulação e desenvolvimento de políticas que garantam o fornecimento a longo prazo.
Risco competitivo	

	Competição por recursos florestais nas indústrias de base madeireira (política de empresas de celulose que adquirem a tora e obrigatoriamente os resíduos florestais).
	Roubo de madeira em determinada região para a produção de carvão ou na extração ilegal de madeira (Amazônia e Mata Atlântica).
Risco de recurso	Risco do ecossistema como os distúrbios naturais (doenças, pragas, ervas daninhas, incêndios, tempestades, inundações, secas).
	Perturbações por impactos das mudanças climáticas.
	Condições climáticas desfavoráveis (por exemplo, forte queda de chuva dificultando as operações de colheita e a acessibilidade de estradas florestais como ocorre normalmente na região norte).
Risco de sazonalidade	Períodos cíclicos de colheita florestal e de reflorestamento
	Flutuações sazonais de rendimento e qualidade da biomassa (aumento de teor de umidade).

A gestão de riscos inclui estratégias para reduzir eventos de risco ou mitigar os resultados de tais eventos. Essas estratégias são chamadas de estratégias de mitigação de riscos da cadeia de suprimentos da biomassa, pois visam fornecer um suprimento estável e ininterrupto.

A segurança do abastecimento de biomassa é “a capacidade de obter um determinado volume de madeira a um preço estável” satisfazendo as qualidades de sortimento exigidas sem interrupções no fornecimento. Assim, a segurança de abastecimento é definida como a razão entre a demanda atendida e a demanda total com madeira produzida de forma sustentável em uma determinada unidade de tempo.

**p2. Categorização dos riscos da cadeia de abastecimento de biomassa.** Listamos os riscos da cadeia de abastecimento de madeira-biomassa e seu impacto na segurança do abastecimento, seguindo as categorias de risco da cadeia de abastecimento de madeira introduzidas anteriormente.

Subcategoria de risco	Impacto do risco na cadeia de suprimentos
Risco de abastecimento	Superexploração dos recursos florestais. A degradação do solo a longo prazo leva a terras improdutivas, critérios de sustentabilidade mais rígidos afetam tanto o volume quanto os custos do suprimento de madeira, o uso ineficiente do recurso madeireiro arrisca o uso excessivo do recurso sustentável e o esgotamento dos povoamentos maduros
	Degradação florestal, menor produção de combustível, redução da produtividade da terra.
	Aumento da pressão sobre florestas e terras agrícolas, abastecimento de madeira em outras regiões e mudando a pressão sobre florestas
	A expansão dos comprimentos de rotação nas culturas de eucalipto diminui os volumes de colheita futura.
	Fornecimento insuficiente de recursos. Preços mais altos, oferta no mercado spot, baixa taxa de autossuficiência.
	Escassez de recursos. Competição entre usinas de bioenergia e de geração de energia.
	A redução na demanda de toras diminui também a disponibilidade de madeira para celulose e subprodutos da madeireira.
	Escassez de subprodutos da madeireira aumenta competição entre produção de energia e produção de celulose/painéis.
Riscos específicos da qualidade da madeira	Deterioração da qualidade e a necessidade de tratamentos fitossanitários.
Risco operacional	Complexidade logística em redes de abastecimento de madeira e biomassa.
	Eficiência reduzida através de longas distâncias de transporte para cobrir a demanda de plantas de grande porte.

	Restrições de capacidade, longos prazos de entrega, tempo de transporte variável, dificuldades operacionais gerais.
	Falha nos compromissos de fornecimento de madeira afeta a indústria local e o emprego

Subcategoria de risco	Oportunidades de trabalho e renda reduzidas
Risco de comércio de madeira e biomassa	Limitar as decisões de investimento e fluxo de capital que pode gerar diminuição da produção e o abastecimento
	Superexploração de recursos locais/regionais em termos de biomassa para uso energético.
	Flutuações de oferta de madeira, insegurança jurídica entre os grandes consumidores e a diminuição dos projetos industriais de mudança da matriz energética dos combustíveis fósseis para a biomassa.

Subcategoria de risco	Influenciando o comércio de madeira (positiva e negativamente)
Riscos da política	Os regulamentos relativos à padronização/certificação excluem as partes interessadas como os menores produtores florestais.
	Disponibilidade de recursos e incerteza de investimento em abastecimento com fontes renováveis de energia.

Subcategoria de risco	Riscos do ecossistema
Risco de recurso	Flutuações na disponibilidade de madeira e biomassa: excesso repentino de oferta por um curto período de tempo, seguido por uma escassez significativa de oferta (florestamento, rebrota da próxima geração de árvores).
	Mudanças geográficas nas condições de crescimento, redução dos volumes de madeira disponíveis de espécies específicas.

Subcategoria de risco	Danos de longo prazo em áreas úmidas, flutuações no preço de mercado/colheita e capacidade de transporte
-----------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Riscos de sazonalidade	Acessibilidade florestal (por exemplo, terreno íngreme) e acessibilidade rodoviária florestal (condição de infraestrutura precária como na região norte e nordeste)
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **Estratégias de mitigação de riscos da cadeia de suprimentos de madeira e de biomassa.**

As estratégias de mitigação de risco mapeadas para suprimento energético da madeira e da biomassa como fonte de geração de energia zero carbono (descarbonização industrial) e no desenvolvimento de projetos energéticos (mudança na matriz energética, projetos de geração de energia e de produção de biocarbono, bioenergia, briquete e pellets) são agrupados nas categorias: otimização de produção, diversificação de matéria-prima e fonte, contratos de longo prazo, integração da cadeia de suprimentos, estratégias de logística, inovação de processo/tecnologia, aumento da vida útil das florestas e estratégias de políticas de descarbonização industrial.

<b>Estratégias de mitigação de risco da cadeia de abastecimento de madeira e da biomassa</b>	
<b>TÁTICO</b>	
<b>Colheita</b>	Melhorias genéticas nas culturas de pinus e eucalipto, reflorestamento florestal (contrato de aquisição da madeira-biomassa com regra obrigatória de uma política de reflorestamento), aumento das quantidades colhidas através do uso de mais áreas florestais, encurtamento do período de rotação e o uso de novos sortimentos.
	Limitação do corte anual para manejo florestal sustentável e o fortalecimento de uma política social.
	Transformar o potencial produzido, mas não disponível, em biomassa disponível ( como o aproveitamento dos resíduos, galhos, raízes, folhas e ponteira e o incentivo para a colheita do mato cultivado-projeto de biogás e de incentivo para as empresas de colheita de material de limpeza em plantações florestais e agrícolas).
<b>OPERACIONAL</b>	

	Gerenciamento de resíduos florestais e agrícolas, minimizando as perdas de nutrientes.
	Proteção do solo e estudos técnicos entre as empresas consumidores com política de sustentabilidade e os produtores florestais
<b>TÁTICO</b>	
Diversificação de recursos/matérias-primas	Avaliação da diversificação de recursos e das matérias-primas como desenvolvimento de novos produtos (aquisição de substrato para a produção de biogás e da casca de eucalipto para a produção de biocarvão e biocarbono).
	Múltiplas matérias-primas/estratégia de substituição e uso de novos combustíveis( serragem e pó para a produção de briquete e pellets).
	Mistura de matéria-prima de biomassa mista em plantas de geração de energia ou para redução no consumo de carvão em usinas.
	Tecnologia/equipamento com apoio econômico e de incentivos de uso energético para as empresas florestais façam o recolhimento e os resíduos de limpeza de áreas florestais e para os produtores agrícolas e sucroenergético venham em recolher a palha como um novo produto energético.
	Mobilização doméstica dos produtores em cursos técnicos e política de sustentabilidade, meio-ambiente e social.
<b>ESTRATÉGICO</b>	
Integração da cadeia de suprimentos	Abastecimento cooperativo com o desenvolvimento de projetos de apoio aos produtores na formação de uma cooperativa para o abastecimento de madeira e de biomassa.
	Desenvolvimento de novos modelos de negócios com novas estruturas organizacionais e na integração dos produtores, traders e intermediários para garantia de suprimento de madeira e biomassa.
	Integração e cooperação horizontal (por exemplo, rede privada de proprietários florestais).
	Integração vertical no sistema de abastecimento de biomassa.
<b>TÁTICO</b>	
Contratos de longo prazo	Estratégia de contrato de quantidade inflexível de preço fixo no estágio inicial.



	Estratégia de contrato de acoplamento de índice de preços para incentivos e fidelização dos produtores.
	Flexibilidade em contratos de longo prazo por contratos de opção para uma determinada época ou escalonamento em função dos preços de flutuações de energia ou cobertura na garantia de fornecimento de madeira e biomassa.
	Compromisso do fornecedor para estratégia de contratos de longo prazo em indústrias com projeto de descarbonização industrial ou na mudança de matriz energética.
	Combinação de contratos de longo prazo com integração de fornecedores a uma política de fornecimento.
	Estratégia mista de contratos de longo, médio e curto prazo com diferentes fornecedores
<b>ESTRATÉGICO</b>	
Estratégia de logística	Planos de contingência: redução do tempo de recuperação em casos de greves de caminhoneiros ou de aumento nos preços dos combustíveis.
	Otimização da cadeia de abastecimento: reengenharia de processos, transporte de mais sortidos, otimização do fluxo de informação, implementação e utilização de informação em tempo real para evitar o desabastecimento de madeira ou biomassa.
	Estratégia de transporte multimodal como o sistema pluvial interno ou o transporte por embarcações que naveguem por rios no Brasil.
<b>TÁTICO</b>	
Infraestrutura	Infraestrutura correspondente em relação aos padrões de demanda e oferta, oferta assíncrona e curvas de demanda.
<b>OPERACIONAL</b>	
Estratégia de abastecimento regional	Estratégia de abastecimento regional considerando estradas (florestais), modal rodoviário, terminais regionais de embarcações por rios ou carregamentos ferroviários.
<b>TÁTICO</b>	
Estratégia de armazenamento	Estratégia baseada em inventário ou de mapeamento florestal, da madeira, agroindustrial e sucroenergético.
	Avaliação do sistema logística local ou de terceiros em alguns caso os estoques em consignação como resíduos de limpeza florestal.
	Armazenamento externo da madeira e da biomassa com um pré-tratamento (secagem natural da biomassa).
<b>OPERACIONAL</b>	

Armazenamento	Armazenamento no local da produção da madeira e biomassa ou na sede da consumidora ou o armazenamento de curto prazo para diminuição de custos.
<b>ESTRATÉGICO</b>	
Inovação de processo	Padrões para pré-processamento de biomassa para garantia de abastecimento e de qualidade do produto final.
	Tecnologia capaz de processar/converter múltiplas matérias-primas em produtos energéticos.
	Flexibilidade na operação e tecnologia.
<b>OPERACIONAL</b>	
Pré-tratamento da biomassa	Em função da necessidade de matéria-prima, a empresa consumidora pode investir em tecnologia de picagem e cavaqueamento da madeira, sistema de secagem e refinação industrial e na produção de um combustível energético como o briquete e os pellets.
	Instalação de uma cobertura ou de silo de abastecimento de matéria-prima.
<b>ESTRATÉGICO</b>	
Estratégias políticas	Estruturas regulatórias: política nacional de produção e uso de biomassa, substituição de tecnologias ineficientes em caldeiras industriais, atratividade de substitutos, financiamento do desenvolvimento florestal, minimização da burocracia e transações inter organizacionais.
	Estabilidade política: Regras de tributação e benefícios fiscais e subsídios previsíveis no âmbito estadual e municipal com a continuidade da disponibilidade de mão de obra e na ampliação de empregos.
	Fluxos confiáveis de madeira: dados regulares do potencial de fornecimento por dez anos, consistência no fornecimento, cadeia de custódia e certificação
	Incentivos para atender aos requisitos de bioenergia e bioeconomia e na geração de crédito de carbono com a substituição dos combustíveis fósseis pela biomassa.
	Uso em cascata da madeira: melhoria da reciclagem dos resíduos em atendimento da política dos resíduos sólidos e da logística reversa.

Portanto, para a garantia de fornecimento de matéria-prima dos produtos de origem florestal, madeira, agroindustrial e sucroenergético estabelecido deve ser avaliado dentro dos métodos de análise/projeto da cadeia de suprimentos e a garantia dos tipos de biomassa e de otimização do suprimento. Assim, parece haver um forte interesse em otimizar a cadeia de abastecimento de biomassa para produção de bioenergia, descarbonização industrial e de projetos energéticos no Brasil.

A estratégia de mitigação de riscos da cadeia de abastecimento de madeira e da biomassa envolve uma diversificação de recursos e matérias-primas. Para a produção de bioenergia ou na geração de energia limpa e descarbonização e de mudança da matriz energética (sistemas de caldeira adaptada para uso da biomassa) e diversificação de matéria-prima (produtos de limpeza florestal) são estratégias-chave de gerenciamento de riscos de abastecimento.

Dentro da produção de biocombustíveis, a diversificação é uma estratégia comum, uma vez que os riscos de abastecimento são mitigados por meio de biomassa lenhosa perene, resíduos madeireiros e de limpeza florestal.

A integração da cadeia de suprimentos são estratégias de mitigação de risco com o uso em projetos de bioenergia de larga escala, enquanto o aumento da vida útil por pré-tratamento está fortemente ligado ao uso dos tipos de biomassa. Um ponto fundamental é a diversificação de fornecedores pois reduz os riscos da cadeia de abastecimento de madeira e da biomassa com a garantia de fornecimento com contratos de longo prazo.

A segurança do abastecimento de madeira é um ponto fundamental. A segurança de abastecimento, ou seja, a capacidade de adquirir um determinado volume de madeira em tora ou de biomassa a um preço estável, é um fator importante no planejamento.

Uma logística eficiente é essencial para garantir o fornecimento competitivo de madeira e de biomassa. Há duas maneiras de conseguir isso: primeiro, com o desenvolvimento de um mapeamento dos tipos de biomassa, localizando instalações florestais e dos produtores da madeira, agroindustrial e sucroenergético com recurso de matéria-prima (proximidade do consumidor) para encurtar as distâncias de transporte e segundo, localizando instalações perto de regiões com bom modal rodoviário e em alguns casos ferroviários e o transporte por rios, para permitir transporte econômico de longa distância e ampliar o raio de oferta para aumentar disponibilidade de matéria-prima e para reduzir o risco de abastecimento.

Outro fator envolve a disponibilidade limitada de subprodutos excedentes da indústria de processamento da madeira enfatiza a importância de desenvolver estratégias de mitigação de risco de abastecimento de madeira para a bioeconomia emergente e para descarbonização, levando em consideração o impacto nos fluxos regionais e disponibilidade de biomassa.

O armazenamento em grande escala aumenta a segurança do abastecimento e absorve os choques de oferta e demanda e facilita as operações de grandes plantas de co-geração de energia (planos de segurança de abastecimento).

Além disso, os produtores de bioenergia carecem de planos de contingência para as consequências das mudanças climáticas, pois as previsões se baseiam principalmente em dados históricos.

A resiliência do processo pode ser aumentada pela diversificação de recursos, pelo aumento da disponibilidade de madeira e biomassa no mercado, ou desenvolvendo planos de contingência para reduzir o tempo de recuperação florestal. Este último é extremamente necessário em tempos de interrupções no fornecimento.

Uma vez que o fornecimento futuro de biomassa no Brasil pode ser altamente incerto, mas um fator chave para o sucesso de plantas das indústrias que querem descarbonização o fluxo energético ou na mudança da matriz energética, de produção de bioenergia, briquete, biocarbono e pellets e empresas de co-geração de energia, o fornecimento sustentável de biomassa e em longo período é crucial.

A gestão sustentável dos recursos é o principal desafio, uma vez que os recursos naturais limitados enfrentam uma procura crescente em várias áreas, pelo que devem ser desenvolvidas estratégias para fortalecer a gestão florestal sustentável.

Importante uma revisão dos sistemas de certificação com o objetivo de fornecer uma base para o desenvolvimento de critérios de avaliação e sistemas de certificação para um comércio de bioenergia mais sustentável com o desenvolvimento de regulamentos eficazes para proteger as florestas da extração ilegal de madeira e diminuir os riscos da cadeia de abastecimento de madeira e da biomassa.

A cadeia de abastecimento de biomassa no que diz respeito a questões de segurança de abastecimento deve ser avaliada pelas empresas consumidoras. Assim, é necessária a integração desses novos produtos à base de madeira na modelagem de impactos técnicos, econômicos e ecológicos nos recursos de biomassa.

A fim de mitigar os riscos da cadeia de suprimentos, especialmente os riscos do comércio, as estratégias de abastecimento de longo prazo devem ser baseadas em projetos de utilização da madeira. Para desenvolver estratégias da cadeia de abastecimento, uma abordagem dinâmica é adequada para a avaliação de diferentes cenários de: gestão florestal, utilização de madeira, resíduos florestais e produção de bioenergia.

O fornecimento seguro de biomassa para geração de energia pode ser alcançado através da realização de mapeamento seguro dos tipos de biomassa e uma abordagem de utilização dos resíduos florestais e da madeira, agroindustrial e sucroenergético em vários estágios e que tem um potencial considerável para reduzir a escassez de matéria-prima e a concorrência nas indústrias consumidoras.

Em relação aos riscos da cadeia de abastecimento de biomassa e estratégias de mitigação de riscos, devem ser avaliados alguns tópicos como a necessidade de contratos de longo prazo, estratégias de diversificação, integração da cadeia de abastecimento e formação de cooperativas de fornecedores,, armazenamento e pré-tratamento da biomassa, bem como riscos de abastecimento induzidos por características da propriedade florestal e agrícola.

A incerteza no fornecimento de biomassa desencadeada por fatores ambientais (distúrbios florestais por incêndios ou doenças de insetos).

Portanto, o planejamento estratégico de aquisição de biomassa pode ser suprido pelo mapeamento dos tipos de biomassa e deve considerar a disponibilidade atual e futura de biomassa em regiões e o potencial oferta.

É necessário identificar possíveis escassezes ou flutuações de preços juntamente com a diversificação dos pré-tratamentos de matéria-prima, bem como estratégias de armazenamento e contratação reduzindo os riscos da cadeia de abastecimento.

As principais estratégias de mitigação de risco são a diversificação de recursos e matérias-primas, a integração da cadeia de suprimentos, bem como o aumento da resiliência do processo, inovação tecnológica e prazo de validade do produto. Além disso, contratos de longo prazo e integração de fornecedores são uma forma comum de reduzir os riscos da cadeia de suprimentos.

Desenvolver o mapeamento de avaliar uma combinação robusta de estratégias, especialmente as análises de potenciais de oferta, incluindo uso de biomassa em cascata e várias restrições de recursos (ecológicos, econômicos, técnicos, sociais) para calcular a oferta de madeira disponível no mercado, oferece grande potencial para segurança no abastecimento.

Especificamente, as decisões e requisitos são os seguintes:

Primeiro, a produção em larga escala de combustíveis renováveis requer planejamento de longo prazo para determinar os locais de produção, caminhos de processo, tecnologias e capacidades. Uma combinação dos três caminhos e tecnologias inerentes é esperada no futuro por causa da distribuição espacial heterogênea e disponibilidade limitada de recursos. Assim, todos os caminhos e tecnologias de processamento devem ser considerados simultaneamente e ao longo do tempo, o que requer uma abordagem flexível de design da cadeia de suprimentos.

Em segundo lugar, desenvolvimentos de longo prazo na demanda por combustível e disponibilidade de recursos (por exemplo, devido à mudança climática ou aumento da competição por recursos com outros setores, como demanda por biomassa no setor de aquecimento ou dióxido de carbono no setor químico) devem ser considerados, o que requer uma abordagem estratégica de vários períodos.

Em terceiro lugar, as cadeias de abastecimento de combustíveis renováveis devem levar em consideração as disparidades espaciais da demanda de combustível e fornecimento de matérias-primas, como dióxido de carbono de fontes pontuais, biomassa de diferentes tipos e eletricidade renovável de energia eólica e solar. Para permitir uma dissociação espacial entre demanda e oferta, infraestruturas de transporte baseadas em dutos e instalações de armazenamento devem ser explicitamente levadas em consideração, o que aumenta significativamente a complexidade do planejamento.

Em quarto lugar, os combustíveis renováveis são necessários para atingir a meta de neutralidade climática do Brasil até 2050. No entanto, as atuais capacidades de geração eólica e solar são insuficientes para atender à demanda futura de eletricidade prevista para a produção de combustível renovável. Assim, é crucial levar em conta as decisões sobre a extensão das capacidades de geração de eletricidade eólica e solar, além das decisões dentro da cadeia de abastecimento de combustível. Isso requer um modelo integrado de cadeia de suprimentos.

Quinto, as cadeias de abastecimento de combustível renovável eficientes também devem lidar com a disparidade temporal da demanda e oferta de combustível. Aqui, a alta variabilidade sazonal em energia renovável e disponibilidade de biomassa de diferentes tipos (com base nas épocas de colheita) é de grande importância e difícil de integrar.

Assim, uma abordagem de modelagem deve considerar não apenas aspectos de planejamento de longo prazo, mas também considerar decisões para operação sazonal anual.

Aqui, os aspectos de planejamento sazonal incluem quantidades de produção, transporte e armazenamento, juntamente com a utilização sazonal anual de biomassa e potenciais de eletricidade renovável. Aqui, é crucial levar em consideração os padrões espaço-temporais específicos de cada tipo de recurso.

Neste contexto, desenvolvemos um modelo matemático para determinar o projeto e a operação de longo prazo das cadeias de abastecimento de combustíveis renováveis, considerando explicitamente a disponibilidade de recursos sazonais.

Ao revelar caminhos tecnológicos vantajosos para cadeias de abastecimento de combustíveis renováveis que pode apoiar decisões eficientes para a transição de uma mudança energética ao setor industrial.



A otimização de cadeias de suprimentos No projeto da cadeia de suprimentos, as decisões de localização das instalações desempenham um papel central. Portanto, os modelos matemáticos para o projeto da cadeia de suprimentos podem ser vistos como uma extensão dos problemas de localização de instalações por uma variedade de recursos para capturar a dinâmica complexa de uma determinada cadeia de suprimentos.

Aqui, os modelos para o sucesso da cadeia de suprimentos são diferenciados por características como a estrutura da rede, horizonte de planejamento único ou multi período, modelagem de estoque, capacidade e decisões de produção, o tipo de cadeia de suprimentos ou uma modelagem detalhada do processo de produção dentro dos locais das instalações. Além disso, os modelos diferem pela função objetivo. Normalmente, uma função objetivo econômica minimiza o custo total ou maximiza o lucro.

A articulação dos países pelas metas do Acordo de Paris e na Cop 26 trouxe ao debate climático otimismo sobre a capacidade do mundo responder à crise do clima criando uma competição global para a redução das emissões de carbono. O caminho da descarbonização vira uma corrida pelas melhores tecnologias. Isto exige uma mobilização de todo o setor de energia sobre novas alternativas energéticas com o uso da biomassa zero carbono.

Neste sentido temos a Brasil Biomassa Consultoria Engenharia Tecnologia fundada em 2004, com sede em Curitiba e filial em São Paulo e representantes no exterior, é uma empresa líder na área de consultoria de desenvolvimento de negócios e projetos empresariais sustentáveis com especialização em mapeamento de potencialidade e disponibilidade de biomassa da colheita florestal e do processo industrial da madeira, resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético, viabilidade econômica e crédito carbono.

descarbonização industrial e na engenharia e tecnologia industrial para a produção de com a produção e o uso bioeletricidade, bioenergia, bioeconomia, biocarvão/biocarbono, briquete e pellets em substituição dos combustíveis fósseis.

Com projetos de descarbonização para o setor industrial, com a engenharia especializada para a mudança da matriz energética industrial que utilizam os combustíveis fósseis como os derivados do petróleo (coque, GLP), carvão, gás natural para o uso energético com a biomassa para as indústrias que pretendam em utilizar a tecnologia do biocarvão energético utilizando os resíduos sucroenergético, agrícolas e agroindustriais, da torrefação da biomassa de todos os tipos de biomassa para fins energético.

Bioenergia avançada com inovadora tecnologia de caldeira industrial para geração de energia térmica e aquecimento industrial, os projetos energéticos com o uso da agrobomassa utilizando os resíduos agrícolas e do beneficiamento agroindustrial, o biogás com digestor para fins de bioeletricidade, briquete de madeira e resíduos agrícolas e pellets de todos os tipos de madeira e resíduos da agricultura, agroindustrial e sucroenergético.

Sempre atenta às tendências e demandas energéticas visando o carbono zero, a Brasil Biomassa atua com uma inovadora tecnologia industrial de aproveitamento da biomassa e uma expertise de gerenciamento, engenharia e implantação sendo referência na implementação de projetos sustentáveis de energia de alta performance.

**A Brasil Biomassa Consultoria Projetos Sustentáveis Engenharia e Tecnologia Industrial tem por objetivo é ofertar soluções eficientes carbono zero, com uma inovadora tecnologia (modular, completa e móvel) de produção de pellets, uma linha de equipamentos de produção de biocarvão com sistema de pirólise de alta temperatura, de briquete carbonizado e da torrefação da biomassa e com uma engenharia técnica e consultoria especializada, visando a excelência em qualidade, contribuindo com o setor industrial de maneira ética e produtiva. Melhores resultados em termos de qualidade do produto para uso energético como fonte zero carbono.**

**Trabalhamos com diversos segmentos do setor florestal, da indústria de processamento industrial da madeira, Indústrias de papel e celulose, laminação, compensados, painel de madeira e compensados e mdf, movelaria e agentes do setor de produção de biomassa e de resíduos industriais e arborização, construção civil e supressão florestal, produtores e diretores de empresas setor agroindustrial e sucroenergético, empreendedores projetos inovadores, desenvolvedores de projetos sustentáveis e empresas de geração e produção de energia, investidores e com empresas que pretendem em mudar a sua matriz energética nos últimos 18 anos.**

**E com projetos de descarbonização e na produção de biocarvão para empresas de energias e com as indústrias aço e cimento; indústrias petroquímicas e cerâmicas; indústrias siderúrgicas; indústrias de óleo e gás; indústrias de fertilizantes; indústrias alimentícias, frigoríficos e cervejarias.**

**Somos a única empresa na América do Sul especializada em projetos e estudos envolvendo a AgroBiomassa energética com o desenvolvimento de projetos energéticos com o uso sustentável dos resíduos da agricultura e agroindustrial (palha do milho, soja, trigo, feijão e do café, algodão, arroz, dendê e das gramíneas).**

**A Brasil Biomassa tem uma consultoria especializada em mapeamento energético, visando a excelência em qualidade, contribuindo com o setor industrial de maneira ética e produtiva.**

**E as nossas soluções energéticas são fundamentais para o desenvolvimento sustentável do setor empresarial especialmente: Estudo de viabilidade econômica avaliando todos os custos (avaliação dos preços da matéria-prima e do transporte e da logística), gerando uma planilha com resultado financeiro para viabilizar a mudança de combustível e os benefícios com a geração de crédito de carbono.**

**Avaliação rigorosa dos tipos de matéria-prima (com laudo em laboratório de biomassa e energia sobre a composição físico-química) que podem ser utilizados (passivo ambiental ou com baixo uso comercial) com um descritivo de mapeamento da potencialidade da biomassa para facilitar a estratégia da empresa na mudança da matriz energética por uma fonte energética.**

**Mapeamento de todos os tipos de matéria-prima do setor florestal e processo industrial da madeira da silvicultura e do extrativismo, do setor agrícola (palha) e beneficiamento agroindustrial e sucroenergético em região delimitada para garantia contínua do fornecimento do combustível energético para a empresa.**

**A Brasil Biomassa tem expertise no desenvolvimento de um mapeamento de disponibilidade e de potencialidade de biomassa. Atua diretamente em projetos de descarbonização (com experiência em mais de 40 projetos energéticos e de mapeamento) com a mudança da matriz energética das indústrias que utilizam combustíveis fósseis como o carvão, coque, glp, gás natural e que querem migrar para uma energia limpa e renovável como a biomassa zero carbono com um conjunto de medidas e soluções para reduzir emissões de CO2. A expertise da Brasil Biomassa envolve os serviços de prospectar, mapear e avaliar (produção, disponibilidade, preços e a logística) os tipos de biomassas de origem sustentável da colheita e extração florestal (silvicultura-pinus/eucalipto/paricá/acácia e extração florestal) e do processo industrial da madeira (madeira com origem de manejo florestal e reflorestamento e a certificação FSC). Das culturas agrícolas (açaí, algodão, amendoim, arroz, babaçu, cacau, café, castanha do brasil, cevada, coco verde, feijão, fruticultura/laranja/uva, milho, soja, trigo e sorgo) e do setor sucroenergético (palha e bagaço da cana-de-açúcar), com a finalidade de atender a demanda energética industrial.**

**A iniciativa envolve a utilização segura de uma fonte renovável (zero carbono) para geração de energia (ou projetos sustentáveis) com o uso dos diversos tipos de biomassa que seriam descartadas ou sem uso comercial (palha) indo ao encontro da estratégia de sustentabilidade e descarbonização industrial. Nosso trabalho é estruturado em torno de estratégias desenvolvidas para o carbono zero com o uso da biomassa florestal, madeira, agricultura e agroindustrial e sucroenergético que visem:**

**Reduzir a demanda por produtos intensivos em carbono (combustíveis fósseis) por meio da economia circular e descarbonização na simbiose do uso da bioeletricidade pela biomassa energética.**

**Melhorar a eficiência energética em todos os setores industriais e adotar uma abordagem holística que vai além da implementação de eficiência energética industrial, para também descarbonizar fontes de energia e outros insumos para processos industriais.**

**Utilizar uma fonte energética (comprovadamente zero carbono) como a biomassa in natura (manejo florestal ou oriunda de reflorestamento com certificação) ou na forma de briquete, biocarvão, biomassa torrificada ou peletizada. O trabalho desenvolvido pela Brasil Biomassa envolve o mapeamento de fornecimento e disponibilidade dos tipos de biomassa florestal/madeira, agrícola/agroindustrial e sucroenergético para atender a demanda energética industrial.**

**Nosso trabalho é estruturado em torno de estratégias para descarbonização industrial das empresas que utilizam os combustíveis fósseis e o gás natural por biocombustíveis renováveis como a biomassa através de um mapeamento de disponibilidade, potencialidade e de fornecimento de biomassa carbono zero.**

**Nosso trabalho é dividido em relatórios analíticos onde trabalhamos com um vasto conjunto de dados sobre a produção/consumo e da disponibilidade da biomassa florestal, madeira, agricultura, agroindustrial e sucroenergético dentro do dados de base (dados de produção/consumo da biomassa, cartografia digital, dados estatísticos sobre a produção do tipo de cultura, características de tecnologia energética.**

**De aproveitamento da biomassa, sistema de utilização dos resíduos, tarifários de custos de transporte e de logística) até ao desenvolvimento de aplicações do sistema integrado de potencialidade e disponibilidade de biomassa e incluindo ainda um importante trabalho de localização dos players produtores de biomassa em determinado município, mesorregião ou estado.**

**Implantar tecnologias (caldeira industrial) e soluções inovadoras de descarbonização, incluindo processos que utilizem uma fonte limpa e renovável de energia e uso e armazenamento de carbono (compensação das emissões no transporte e na geração de energia, calor e vapor com o redutor carbono negativo da biomassa).**

**Trabalhamos no desenvolvimento de estudos de viabilidade e de mapeamento de fornecimento de biomassa e da melhor tecnologia para geração de energia térmica da empresa e a geração de crédito de carbono.**

**A Brasil Biomassa com vasta expertise de sua equipe de gerenciamento, engenharia, fabricação e implantação sendo referência na criação e implementação de projetos sustentáveis de alta performance (zero carbono) integrados para a indústria.**

**Somos a única empresa especializada no desenvolvimento projetos e estudos para descarbonização industrial (mudança da matriz energética dos combustíveis fósseis, carvão, coque e gás natural para projetos energéticos utilizando como fonte os resíduos agroindustrial (palha do milho, soja, trigo, feijão e do café, algodão, arroz, açaí, amendoim, babaçu, coco verde,, dendê e das gramíneas).**

**Desenvolvimento de uma cadeia de abastecimento (garantia de fornecimento) dos tipos de biomassa com um mapeamento energético e de disponibilidade e de potencialidade de biomassa da agricultura, agroindustrial e sucroenergético para atender a necessidade energética da empresa. Geração de um mapa com quantitativo de disponibilidade de biomassa com as maiores fontes (cana-de-açúcar e agroindustrial e agricultura).**

**A Brasil Biomassa Engenharia Tecnologia trabalha com uma linha especial de equipamentos (nacionais e internacionais) para o desenvolvimento de plantas industriais de aproveitamento de todos os tipos de biomassa florestal e do processo industrial da madeira, dos resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e do setor sucroenergético para projetos de pellets.**

**Temos uma linha completa com mais de 70 equipamentos envolvendo o sistema de picagem, geração de energia térmica e secagem, moagem e refinação de matéria-prima até o sistema de peletização, resfriamento e de embalagem industrial.**

**A Brasil Biomassa é especializada em todas as etapas de um projeto de implantação de uma unidade industrial de aproveitamento da biomassa para produção de pellets, atuando desde os estudos de viabilidade econômica e planejamento estratégico do plano estrutural de negócios, engenharia básica industrial e licenciamento ambiental, mapeamento das fontes de fornecimento de matéria-prima e o estudo logístico até o gerenciamento completo de sua implementação com o uso dos equipamentos industriais produzidos no Brasil e na Itália (com linha especial de financiamento nacional e internacional) e testes pré-operacionais no Brasil e exterior para a certificação do produto e o desenvolvimento do plano de marketing para a venda de produção industrial ao mercado nacional e internacional.**

**A Brasil Biomassa trabalha com uma avançada tecnologia industrial de produção de briquete utilizando a biomassa agrícola, agroindustrial e sucroenergético. Nosso briquete carbonizado de biomassa agrícola tem uma linha de equipamentos como a prensa de rolo de briquetagem com um sistema de tratamento térmico.**

**Nosso processo de produção de briquete carbonizado de biomassa agrícola tem duas etapas sendo para carbonizar a biomassa (processo de alta temperatura na secagem da matéria-prima) e da briquetagem da biomassa carbonizada (sistema de refinação para redução do tamanho de partícula para 1mm) que passa pelo sistema de briquetagem.**

**A Brasil Biomassa trabalha com uma avançada tecnologia industrial de torrefação da biomassa para fins energético.**

**Nossa tecnologia é eficiente em termos de eficiência energética. Secagem em dois estágios com recuperação de energia, sistema de torrefação com sistema de combustão com aquecimento indireto e pré-tratamento,**

**Leito Fluidizado com um Reator estático e compacto (emissão zero de carbono) e no processo temos uma rápida e econômica transferência de calor com um produto de qualidade uniforme.**

**Nosso foco de torrefação com alta eficiência energética utilizando todos os tipos de biomassa (florestal, madeira, agrícola, agroindustrial e sucroenergético) e material (mesmo sendo produtos com fenol como em painéis e compensados) orgânico (lodo e resíduos urbanos e industriais) gerando um produto com elevada qualidade (baixa umidade e alto poder calorífico). Esta tecnologia está em pleno funcionamento na Europa com mais de sete plantas, inclusive uma unidade de 150.000 ton../ano em funcionamento em Portugal.**

**Enumeramos as principais vantagens para os empresários com interesse na produção de pellets, biocarbono, torrefação e briquete:**

**Serviços completos e personalizados envolvendo desde uma avaliação do plano estrutural de negócios e de viabilidade econômica, estudos de transporte e de logística, projeto de financiamento nacional e internacional, benefícios fiscais e de doação de área industrial e licenciamento ambiental e mapeamento da matéria-prima (todos os tipos de biomassa) até a tecnologia industrial para o desenvolvimento do produto final (uso prioritário de biomassa para fins de bioeletricidade ou projetos sustentáveis de produção de pellets) de biocarbono/biocarvão, briquete e pellets.**

## **FASE CONCEITUAL DE CONSULTORIA EMPRESARIAL**

Consultoria econômica especializada no desenvolvimento do plano estratégico de negócios e do projeto conceitual de viabilidade econômica e financeira para o desenvolvimento de plantas industriais de aproveitamento dos tipos de biomassa na produção industrial de biocarbono com o sistema de pirólise de alta temperatura, bioenergia, bioeletricidade, cogeração e mudança de matriz energética, biomassa torreficada para fins energético, biogás, biometano e gás carbônico industrial, agropellets e agrobriquete dos resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial, biopellets e biobriquete dos resíduos sucroenergético (cana-de-açúcar) e dos tipos de gramíneas e wood pellets e woodbriquete com todos os tipos de madeira da extração vegetal legalizada e da silvicultura.

Consultoria financeira especializada no desenvolvimento do projeto de financiamento nacional (bancos de fomento) e internacional (agência de fomento da Itália) e do Project finance para investidores e fundos de investimentos.

Consultoria ambiental especializada no estudo do licenciamento ambiental.

Consultoria de suprimento energético com o desenvolvimento do mapeamento florestal e da madeira, agricultura e agroindustrial e sucroenergético.

Consultoria industrial com o desenvolvimento do estudo de logística e de transporte para a viabilidade econômica do empreendimento industrial.

Consultoria tributária para obtenção de incentivos e benefícios fiscais e doação de área industrial para instalação de plantas industriais.

Consultoria para certificação nacional e internacional dos produtos de origem renovável.

Consultoria especializada no desenvolvimento e estruturação do marketing e na estratégia comercial de venda nacional e internacional.

Consultoria especializada no desenvolvimento de estudos de geração de crédito de carbono.



Engenharia industrial para estruturação do projeto e do dimensionamento da planta industrial. A Brasil Biomassa oferece os serviços de assessoria técnica na aquisição dos principais equipamentos, elaborando a equalização técnica através de folhas de dados de cada equipamento e o enquadramento do fornecimento, levando em conta os aspectos de garantia de performance, qualidade, sistemas de automação incorporados no equipamento com interfaces de controles operacionais entre outros. Preparação de uma carta convite para as empresas nacionais e internacionais para fornecimento dos equipamentos (dentro do memorial descritivo). Avaliação da melhor alternativa de utilização dos equipamentos industriais.

A Brasil Biomassa pode atuar no dimensionamento dos principais equipamentos elaborado através de balanços de processo (térmico e de massas); dimensionamento e memorial descritivo básico dos principais equipamentos para uma produção viável do ponto de vista econômico. Através de equipes multidisciplinares de engenharia, nesta fase, conceituam-se os sistemas elétricos inclusive as automações; tubulações e acessórios; e outros sistemas que serão adotados no projeto, do nível de automação para a operação da planta, através de memoriais descritivos e especificações técnicas.

Através do dimensionamento básico dos principais equipamentos e conceituações, elabora-se um pré-custo de implantação industrial por setor cotando-se as principais unidades produtivas.

## **FASE ENGENHARIA INDUSTRIAL**

Engenharia industrial para estruturação do projeto e do dimensionamento da planta industrial de produção de biocarbono com o sistema de pirólise de alta temperatura, bioenergia, bioeletricidade, co-geração e mudança de matriz energética, biomassa torreficada para fins energético, biogás, biometano e gás carbônico industrial, agropellets e agrobriquete dos resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial, biopellets e biobriquete dos resíduos sucroenergético (cana-de-açúcar) e dos tipos de gramíneas e wood pellets e woodbriquete com todos os tipos de madeira da extração vegetal legalizada e da silvicultura.

EPC – Gerenciamento para garantia de matéria-prima com o mapeamento dos tipos de biomassa para o desenvolvimento de projetos energéticos para a descarbonização industrial

## **FASE TECNOLOGIA INDUSTRIAL**

**Tecnologias industrial, produtos e sistemas:**

**Tecnologia industrial de aproveitamento dos tipos de biomassa para suprimento energético.**

**Tecnologia industrial de produção de biogás, Biometano e gás carbono industrial com os tipos de biomassa.**

**Tecnologia industrial de produção de biocarvão/biocarbono com o sistema de pirólise de alta temperatura.**

**Tecnologia industrial de produção de agropellets com a biomassa da agricultura e do beneficiamento agroindustrial.**

**Tecnologia industrial de produção de biopellets com a biomassa das gramíneas e da cana-de-açúcar.**

**Tecnologia industrial de produção de pellets de todos os tipos de biomassa florestal e do processo industrial da madeira. Trabalhamos com uma linha completa com mais de 70 equipamentos envolvendo o sistema de picagem, geração de energia térmica e secagem, moagem e refinação de matéria-prima até o sistema de peletização, resfriamento e de embalagem industrial.**

**Tecnologia industrial de produção de black pellets de alta eficiência energética.**

**Tecnologia industrial de produção de briquete energético e de briquete carbonizado com uma linha de equipamentos como a prensa de rolo de briquetagem com um sistema de tratamento térmico com o uso de biomassa florestal e da madeira, agricultura e agroindustrial e sucroenergético.**

**Tecnologia industrial de torrefação dos tipos de biomassa com alto poder energético com sistema de secagem em dois estágios com recuperação de energia, sistema de torrefação com sistema de combustão com aquecimento indireto e pré-tratamento, e leito fluidizado com um reator estático e compacto (emissão zero de carbono).**

**MISSÃO.** Buscamos contribuir para o desenvolvimento social, econômico e ambiental, por meio da utilização responsável dos recursos naturais renováveis para a geração de energia.

Tornar a nossa tecnologia industrial como um diferencial no mercado, garantindo sua excelência em qualidade, através da Brasil Biomassa.

Buscamos contribuir para o desenvolvimento social, econômico e ambiental, por meio da utilização responsável dos recursos naturais renováveis para a geração de energia.

Atuamos também como uma indústria nacional de Biomassa, Biogás para a geração de energia e que valoriza o meio ambiente sustentável.

Nossa missão visa proporcionar aos nossos clientes as melhores soluções de equipamentos com uma econômica e avançada tecnologia.

**VISÃO.** Atuamos com a visão no fortalecimento da gestão e na governança em sustentabilidade de nossos clientes. Os trabalhos que desenvolvemos buscam sempre identificar oportunidades de aplicação da sustentabilidade na prática: no cotidiano dos processos, projetos e ações da empresa.

**VALORES.** Nossas ações são orientadas por princípios de justiça, valorização e bem estar coletivo.

**OBJETIVOS.** A Brasil Biomassa Pellets Business tem por objetivos em oferecer serviços de consultoria e engenharia industrial de alto nível, na área de geração de energia com o uso da biomassa para o mercado nacional e internacional, na exportação de woodchips, na torrefação da biomassa e no desenvolvimento da tecnologia industrial de processamento de pellets com utilização eficiente da energia dela obtida e gerada visando atender a demanda interna de energia, o mercado doméstico de energia da Europa e em projetos de exportação visando atender os grandes players comerciais das centrais de energia.

**POLÍTICA DE QUALIDADE.** Promover o desenvolvimento das competências dos nossos colaboradores e assegurar a comunicação entre todos os envolvidos para garantir o sucesso da nossa empresa. Melhorar continuamente a eficácia do nosso Sistema de Gestão da Qualidade através da sua revisão e dos objetivos estabelecidos.

Atuamos com projetos de descarbonização para as indústrias com a engenharia e tecnologia inovadora de geração de energia térmica com o uso da biomassa zero carbono para a mudança da matriz energética industrial que utilizam os combustíveis fósseis como os derivados do petróleo (coque, GLP), carvão, gás natural.

## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL**

A Brasil Biomassa trabalha com estudos (mapeamento) e projetos que visem a descarbonização do setor industrial.

Trabalhamos com um conjunto de medidas e soluções para as indústrias possam reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> (eficiência, economia e sustentabilidade).

- Substituição de combustíveis fósseis como o carvão, GLP e gás natural por energias de baixo carbono, como a biomassa que não causam emissões de gases de efeito estufa.
- Melhorar o desempenho energético das indústrias por meio da renovação/modificação da fonte térmica de energia/combustão/vapor ou de mudança na matriz energética (caldeira industrial ou fornos) pelo uso de uma fonte renovável como a biomassa da colheita florestal e do processo industrial da madeira, dos resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético.

Com a mudança do combustível energético ou no uso da biomassa zero carbono auxiliamos as empresas na obtenção de crédito de carbono na mudança da matriz energética, do mercado de crédito de carbono, na estimativa de emissões reduzidas e absorções de CO<sub>2</sub> como na geração de créditos de carbono em Indústria.

Um diferencial dos trabalhos desenvolvidos pela Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia para a descarbonização do setor industrial de produção de cimentos e cerâmicas e com o uso da biomassa e as indústrias siderúrgicas com a produção de biocarbono.

## DESCARBONIZAÇÃO INDÚSTRIAS CIMENTEIRAS

A Brasil Biomassa trabalha com estudos (mapeamento) e projetos de biocarvão que visem a descarbonização do setor industrial da cimenteiras.. Para descarbonizar completamente a produção de calor para cimento. Para atingir níveis profundos de descarbonização na fabricação de cimento, será necessário o uso de combustíveis renováveis neutro em carbono como fonte de energia de combustão necessário para conduzir as reações químicas no forno e fontes de emissão. O coque de petróleo é um subproduto dos processos de refino do petróleo. Com isso, uma opção mais econômica e ambientalmente viável seria o uso materiais sustentáveis como o biocarvão e na mistura de outros tipos de combustíveis de origem da biomassa como uma alternativa no processo de combustão nos fornos geradores de calor.

As emissões de CO<sub>2</sub> resultantes da clínquerização podem ser substancialmente reduzidas ao aumentar o índice de substituição de clínquer pelo biocarvão. Os cimentos convencionais com substituição de clínquer de até 30% permitem a redução de aproximadamente 15-20% das emissões de CO<sub>2</sub>. Combustíveis alternativos, incluindo biomassa residual florestal, do processo da madeira, agricultura e beneficiamento agroindustrial e sucroenergético, podem constituir num mix de combustíveis para as indústrias cimenteiras como uma forma de reduções das emissões de CO<sub>2</sub>.

A Brasil Biomassa desenvolve algumas alternativas para a produção sustentável cimento – carbono zero: Melhorias no sistema de combustão do forno, como a utilização da tecnologia de produção do biocarvão e da biomassa. Utilizar combustíveis renováveis como a biomassa torreficada e o , biocarvão com o uso de resíduos agrícolas em todo o processo de geração de energia.

Trabalhamos com o biocarvão com uso da biomassa do açaí, algodão, amendoim, arroz, cacau, café, cana-de-açúcar, castanha do Pará, cevada/malte, coco babaçu, coco verde, dendê, feijão, milho, soja, sorgo/capim elefante e trigo e da biomassa da silvicultura de pinus e eucalipto.

## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAS SIDERÚRGICAS**

Trabalhamos com um conjunto de medidas e soluções para a substituição do coque que é utilizado como agente redutor químico (para remover o oxigênio do óxido de ferro do minério de ferro) e para gerar as altas temperaturas necessárias para a produção de aço. A Brasil Biomassa trabalha com uma alternativa para a redução das emissões de carbono na produção de ferro e aço: mudar a fonte energética da unidade industrial substituindo o carvão e o coque por um combustível zero carbono como o biocarvão e a biomassa.

Trabalhamos com duas tecnologias fundamentais para o setor industrial das siderúrgicas. A primeira envolve a produção de briquete com biomassa carbonizada de finos de carvão e a segunda a tecnologia de pirólise de alta temperatura para a produção de biocarvão utilizando como matéria-prima os resíduos da colheita e do processo industrial da madeira, da colheita e produção primária da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético como um substituto do carvão e do coque.

O biocarvão que trabalhamos é produzido dentro do processo de pirólise e carbonização da biomassa bruta realizada em condições de temperatura e tempo de residência controlados.

Nossa empresa já desenvolveu estudos e projetos industriais de pirólise utilizando a biomassa florestal do eucalipto e da agricultura utilizando resíduos do algodão, amendoim, arroz, cana-de-açúcar, feijão, milho e trigo. De acordo com a avaliação do ciclo de vida, a produção de 1 kg de biocarvão reduz aproximadamente 1,86 kg de emissões de CO<sub>2</sub>e.

Trabalhamos com o projetos de produção de biocarbono com pirólise de alta temperatura e como uso da biomassa do açaí, algodão, amendoim, arroz, cacau, café, cana-de-açúcar, castanha do Pará, cevada/malte, coco babaçu, coco verde, dendê, feijão, fruticultura, milho, soja, sorgo/capim elefante e trigo e da biomassa da silvicultura de pinus e eucalipto.

A Brasil Biomassa trabalha com outros segmentos industriais com projetos e plantas industriais que visem a plena descarbonização do setor com uso da biomassa energética.

## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL COM O USO DA BIOMASSA ENERGÉTICA**

A Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia atua no desenvolvimento de projetos de descarbonização industrial para substituição dos combustíveis fósseis em caldeira industrial por biomassa. A descarbonização para as empresas/indústrias é essencial para alcançar a estabilização do clima, e emissões líquidas zero. A Brasil Biomassa atua em projetos de descarbonização que consiste em um conjunto de medidas e soluções reduzir emissões de CO<sub>2</sub> : Substituição de combustíveis fósseis na matriz energética das empresas como o carvão, óleo ou gás natural por energias renováveis zero carbono, como a biomassa que reduz as emissões GEE.

## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL COM O USO DA BIOMASSA EM SUBSTITUIÇÃO CARVÃO EM CALDEIRAS INDUSTRIAIS**

A Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de descarbonização industrial em substituição do carvão em caldeiras industriais por biomassa. A queima de combustíveis fósseis como o carvão, diesel e gás natural para a geração de energia térmica causa um aumento nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionado com o aquecimento global.

A utilização do carvão na combustão tende a diminuir nos próximos anos devido à demanda por combustíveis como a biomassa que reduzem as emissões de CO<sub>2</sub>, óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e óxidos de enxofre. Trabalhamos com caldeiras industriais (turbinas de vapor, geradores elétricos, trocador de calor e condensadores) energia com base biomassa.

## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL RESÍDUOS SÓLIDOS**

A Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia atua no desenvolvimento de projetos de descarbonização industrial com o uso resíduos sólidos urbanos. A geração de resíduos, sua destinação e sua disposição final são inerentes às atividades exercidas cotidianamente por nossa sociedade e geram emissões de gases de efeito estufa (GEE), que agravam as mudanças climáticas. O setor de Resíduos é um setor que deve ser foco de atenção a favor da descarbonização da economia por duas razões principais. Primeiro, decorrente de uma tendência de crescimento do consumo da população do país, é esperada manutenção de tendência de crescimento do descarte dos resíduos no futuro. Em segundo lugar, a adequação dos resíduos sólidos. Uma solução é o tratamento de resíduos para a produção de biogás oriundo de aterros (formado principalmente por metano), e o aproveitamento do biometano produzido pelo enriquecimento do biogás e substituição do gás natural, utilizado em usinas térmicas para geração de eletricidade ou como combustível, contribuindo para reduzir as emissões do setor energético.

## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL COM O USO DA BIOMASSA INDÚSTRIA QUÍMICA**

A Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de descarbonização industrial com o uso da biomassa como fonte de energia para as indústrias químicas. A indústria química pode ser considerada a mais diversificada dentre os segmentos industriais: I. Fabricação de produtos inorgânicos. II. Fabricação de produtos orgânicos. III. Fabricação de resinas e elastômeros. IV. Fabricação de fibras artificiais e sintéticas. V. Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários. VI. Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal. VII. Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins. VIII. Fabricação de produtos e preparados químicos diversos. IX. Fabricação de produtos farmoquímicos. Em relação as principais fontes de combustível do setor químico, destaca-se a participação de gás natural que foi responsável por 31% do consumo de energia. Desenvolve estudos e projetos para as indústrias químicas para a substituição da matriz energética do gás natural pelo uso carbono zero da biomassa.



## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL COM O USO DA BIOMASSA INDÚSTRIAS CERÂMICAS**

Desenvolveremos estudos para otimização da combustão em fornos e avaliação de alternativa de energia térmica com o uso sustentável da biomassa descarbonizar a produção nacional de placas cerâmicas com a mudança da matriz energética dos fornos cerâmicos do gás natural por biomassa. Estudo do sistema de recuperação de calor da zona de resfriamento de fornos para pre-aquecimento de ar de combustão reduzindo o consumo energético industrial.. Substituição de combustíveis fósseis como o gás natural por energias sem carbono, como a biomassa, que não causam emissões de gases de efeito estufa. Melhorar o desempenho energético por meio da renovação energética e da implementação de um sistema de gestão de energia sustentável. Empregar as tecnologias e políticas certas pode alcançar emissões industriais de placas cerâmicas com zero carbono.

## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL COM O USO DA BIOMASSA EM SUBSTITUIÇÃO DO CARVÃO MINERAL**

A Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia atua no desenvolvimento de projetos de descarbonização industrial com o uso da biomassa em substituição ao carvão mineral.

## **DESCARBONIZAÇÃO INDUSTRIAL COM O HIDROGÊNIO VERDE**

A Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de descarbonização industrial com o uso do hidrogênio verde é produzido a partir da eletrólise da água através de eletricidade renovável e vem sendo considerado por vários países como uma estratégia para a descarbonização e cumprimento das metas do Acordo de Paris e da COP 26. A obtenção de hidrogênio pode se dar a partir de diversas matérias-primas, de ocorrências naturais (H2 geológico) a processos físico-químicos ou bioquímicos.

A Brasil Biomassa trabalha no desenvolvimento empresarial com soluções energéticas:

## **BIOENERGIA SUSTENTÁVEL**

Soluções Energéticas da Brasil Biomassa no desenvolvimento de projetos com a bioenergia. É a principal forma de energia renovável do mundo, fornecendo cinco vezes mais energia do que a eólica e a solar combinadas em transporte, calor e energia. A bioenergia sustentável é reconhecida como essencial para o cumprimento das metas climáticas pelas principais autoridades sobre mudança climática, incluindo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) da ONU, o Comitê de Mudanças Climáticas (CCC) do Reino Unido e a IEA. A Brasil Biomassa desenvolve projetos e estudos energéticos de descarbonização com o uso da bioenergia com o uso da biomassa.

## **BIOECONOMIA INDUSTRIAL**

Trabalhamos com empreendimentos que envolvam o uso sustentável da biodiversidade e que necessitam de instrumentos de financiamento e estímulo ao capital de risco. Trabalhamos com o uso sustentável da biodiversidade para minimizar riscos ambientais e gerar oportunidades para as empresas. O uso sustentável da biodiversidade minimiza o risco de extinção proporcionando oportunidades de negócios com sustentabilidade.

## **BIOGÁS ENERGÉTICO**

Soluções Energéticas da Brasil Biomassa no desenvolvimento de projetos sustentáveis de produção de biogás. Trabalhamos com os projetos sustentáveis de produção de biogás. No mundo a produção e o uso do biogás é muito diversificada. Dependendo das prioridades nacionais, a produção de biogás é por um sistema de gestão de resíduos. A Brasil Biomassa utiliza uma tecnologia de processamento do estrume em digestores anaeróbicos que convertem o metano produzido em eletricidade ou biogás, reduções de emissões dos gases do setor da pecuária e de resíduos da agricultura e beneficiamento agroindustrial.

## **MICROGERAÇÃO**

Soluções Energéticas da Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia no desenvolvimento de projetos de geração de energia com a microgeração. A geração distribuída é caracterizada pela instalação de geradores de pequeno porte, normalmente a partir de fontes renováveis ou a biomassa, localizados próximos aos centros de consumo de energia elétrica.

Trabalhamos com o desenvolvimento do sistema de compensação de Energia Elétrica, onde a empresa pode gerar sua própria energia elétrica. É o processo que permite ao cliente instalar pequenos geradores de fontes renováveis em sua unidade consumidora. Trabalhamos com projetos de aumento da eficiência na conversão de madeira lenhosa e utilização de resíduos. Otimização de atividades florestais; demonstração da viabilidade de implantação de unidades de microgeração de energia.

## **BIOPARQUE BIOMASSA FLORESTAL E INDUSTRIAL**

Soluções Energéticas da Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia no desenvolvimento de projetos do bioparque biomassa florestal e industrial. Trabalhamos com projetos de aumento da eficiência na conversão de madeira lenhosa e utilização de resíduos de fontes sustentáveis; otimização de atividades florestais; demonstração da viabilidade de implantação de unidades de produção de briquetes e pellets.

Bem como de projetos detalhados de gerenciamento da implantação de unidade de geração a vapor com o uso da biomassa para implantação do bioparque de biomassa para o processamento de energia. A expertise da Brasil Biomassa na elaboração desses projetos a qualifica a avaliar e viabilizar a utilização dos resíduos florestais e industriais para fins energéticos e viabilidade no desenvolvimento de um negócio sustentável.

## **EXPORTAÇÃO BIOMASSA WOODCHIPS PELLETS BRIQUETES**

Soluções Energéticas da Brasil Biomassa no desenvolvimento de projetos de exportação. A Brasil Biomassa tem grande experiência na área de exportação de woodchips pelo sistema de container em operação desenvolvida pelo Porto de Itajai em Santa Catarina para a China e Coréia do Sul. A Brasil Biomassa é uma empresa que produziu e exportou woodchips (cavaco limpo de pinus e eucalyptus para a produção de celulose) e efetuou operações de exportação em Concepción pelo Portos de Puchoco e Coronel no Chile. Trabalhamos com um produto de qualidade premium dentro das normas e a exportação foi para o mercado asiático.

## **AGROBIOMASSA BIOMASSA AGRÍCOLA E AGROINDUSTRIAL**

Desenvolvemos projetos de aproveitamento mundial do potencial dos resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial. A biomassa derivada da agricultura (Agro Biomassa) representa apenas 18% do fornecimento mundial total de biomassa para energia. No âmbito dos resíduos do setor agroindustrial com os dados da produção e com as estimativas dos montantes de resíduos gerados e do potencial energético destes resíduos temos uma estimativa dos resíduos gerados pelo setor agrícola e agroindustrial disponível no Brasil 1.047.306.628 (ton/ano).

## **BIOPELLETS CANA ENERGIA**

Desenvolvimento de projetos industrial de produção de biopellets da cana energia. Um novo paradigma está surgindo para otimizar a produção de energia em melhoramento genético, a produção de híbridos da espécie *Saccharum spp.* direcionadas para a produção exclusiva de cana-energia. Estamos implantando para a IKOS Internacional do Grupo Eike Batista uma unidade industrial de pellets da cana energia com a produção anual de 1.600.000 mt/ano onde a instalação compõem uma unidade de armazenamento de matéria-prima e duas instalações industriais (primeira de moagem e secagem industrial e uma segunda para o processo de peletização e resfriamento de pellets)

## **DESCARBONIZAÇÃO USO ENERGÉTICO BIOMASSA AGROINDUSTRIAL**

Neste sentido uma mudança na matriz energética da indústria é fundamental. E uma solução é o uso da biomassa dos resíduos agroindustriais que detém um potencial disponível de 18.183.000 ton./ano com um poder calorífico de 14,8 MJ/kg. A Brasil Biomassa atua diretamente em projetos de descarbonização que consiste em um conjunto de medidas e soluções reduzir emissões de CO<sub>2</sub>: Substituição de combustíveis fósseis na matriz energética das empresas como o carvão, óleo ou gás natural por energias renováveis zero carbono, como a biomassa agroindustrial que reduzem as emissões de gases de efeito estufa. Trabalhamos com projetos de descarbonização com o uso da biomassa para geração de energia (descarbonização industrial) renovável zero carbono.

## **AGROPELLETS BIOMASSA AGROINDUSTRIAL**

A biomassa agroindustrial gera uma série de resíduos desde a fase da colheita ao beneficiamento agroindustrial. O baixo aproveitamento energético da biomassa agroindustrial é um grave problema ambiental. Uma solução energética é a produção industrial de agropellets. A biomassa agroindustrial possui baixa densidade, elevado grau de umidade e baixo poder calorífico e energético, o que dificulta o transporte em longas distâncias e sem um valor comercial (passivo ambiental) onde a melhor alternativa é a produção energética do agropellets como um combustível para geração de energia térmica.

Agropellets com a biomassa agroindustrial é uma fonte de energia renovável pertencente à classe da biomassa, sendo um biocombustível sólido de formato cilíndrico de resíduos industriais prensado. São biocombustíveis renováveis produzidos a partir da biomassa com baixo teor de umidade, forma homogênea e alta densidade energética. O uso dos Agropellets proporciona uma série de vantagens no tocante ao armazenamento, manuseio, aumento da densidade, poder calorífico, facilidade de transporte, uniformização do material e redução substancial da ação poluidora. A Brasil Biomassa é especializada na implantação de planta industrial de agropellets da biomassa agroindustrial comportando um sistema de geração de energia térmica (fornalha e secador industrial), linha para o processamento e moagem industrial (moinho martelos) e sistema de peletização e resfriamento (peletizadora industrial e resfriador vertical).

## AGROBRIQUETE BIOMASSA AGROINDUSTRIAL

O processamento agroindustrial, assim como a de diversos outros tipos de culturas, gera um volume de resíduos vegetais. Porém, especialmente em tempos mais recentes, se tornou uma necessidade descartar de forma adequada esses resíduos. Uma solução eficaz desenvolvida pela Brasil Biomassa para o tratamento dos resíduos agroindustrial é a compactação para a produção de agrobriquete.

Produtos obtidos pela compactação dos resíduos florestais, agroindustriais e sucroenergético, como a biomassa agroindustrial, com alto poder calorífico, são denominados de Briquetes. Apresenta forma regular e constituição homogênea sendo muito utilizado para a geração de energia.

A briquetagem é o processo de fabricação de agrobriquete, que ocorre por meio da compactação de resíduo no qual é destruída a elasticidade natural das fibras do mesmo. Esta destruição pode ser realizada por dois processos: alta pressão e/ou alta temperatura.

O processo provoca a "plastificação" da lignina, que atua como elemento aglomerante das partículas dos resíduos ligno celulósicos, uma razão muito importante da não necessidade de adicionar produtos aglomerantes (resinas, ceras, dentre outros).

Para que esta aglomeração tenha sucesso, necessita da presença de uma quantidade de água, compreendida entre 8 a 15% de umidade, e que o tamanho da partícula esteja entre 5 a 10 mm. Os agrobriquetes são produzidos pela matéria-prima residual que deve ser processada por uma briquetadeira, máquina com capacidade para processar entre 50 e 5000 kg/hora.

A construção de uma usina para produção de agrobriquetes a partir da biomassa agroindustrial emerge como um empreendimento sustentável que agrega valores importantes na busca por alternativas sustentáveis que contribua para que o ser humano possa continuar desenvolvendo estratégias para atender suas necessidades, de modo a equilibrar a equação, pois a sustenta em três pilares: econômico, social e ambiental. Assim conte com a Brasil Biomassa para o desenvolvimento da planta de agrobriquete.

## **AGROBRIQUETE PIROLISADO BIOMASSA AGROINDUSTRIAL - BRIQUETE VERDE**

A Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos inovadores como o briquete verde, produto de baixo carbono que permite redução de emissão de CO<sub>2</sub> nas siderúrgicas em mais de 10%, contribuindo de maneira fundamental para a redução nas emissões. O agrobriquete que desenvolvemos a partir de subprodutos da biomassa da agricultura onde resíduos são convertidos em biocarvão de biomassa usando o método da pirólise. A produção industrial inicia pela moagem e peneiramento do biocarvão. Após a obtenção do tamanho ideal de partícula, os agrobriquetes são produzidos utilizando um aglutinante natural até homogeneidade da matéria-prima. As características dos agrobriquetes fabricados a partir de resíduos agroindustriais apresentaram baixo teor de umidade (5,30%), baixo teor de cinzas (3,96%) e alto poder calorífico (29,49 MJ/kg) e um voláteis de 17,16% e teor de carbono de 72,62%, atende a padronização do biocarvão briquete.

## **TORREFAÇÃO BIOMASSA AGROINDUSTRIAL**

Trabalhamos com o desenvolvimento de projetos de torrefação da biomassa da agricultura e agroindustrial. A torrefação apresenta as seguintes vantagens como a conservação de 80 a 90% da energia contida na matéria prima original e um poder calorífico mais elevado e baixo teor de umidade estabilizado em no máximo 3%. O processo de torrefação dos resíduos agroindustriais que estamos trabalhando é feito através do aquecimento até aproximadamente 250-280°C, através de ar quente ou vapor superaquecido.

A torrefação pode ser definida como um processo de pré-carbonização, o qual se desenvolve justamente na fase endotérmica da pirólise. Nestas condições é degradada a hemicelulose, sendo removida a umidade, o ácido acético, frações de fenol e outros compostos de baixo poder calorífico. O objetivo fundamental da torrefação é concentrar a energia da biomassa em um produto formado em curto tempo, baixas taxas de aquecimento e temperaturas moderadas, permitindo reter os voláteis de maior poder calorífico no próprio produto. O processo de torrefação apresenta um rendimento gravimétrico médio de 75%, com 55 a 60% de carbono, 5 a 5,5% de hidrogênio, 0,1 a 0,2% de nitrogênio e 35 a 38% de oxigênio na composição elementar. Com um poder calorífico de 5.200 a 6.000 kcal/kg (22.000 a 25.000 kJ/kg), a biomassa torreficada situa-se entre a biomassa in natura (4.600 kcal/kg) e o carvão (6.500 kcal/kg).

## **BIOGÁS BIOMASSA AGROINDUSTRIAL**

No Brasil e no mundo, a produção de energia a partir do biogás oriundo de resíduos da agricultura é ainda bastante incipiente. O biogás é uma fonte de energia alternativa que tem ganhado força nas últimas décadas, por ser uma fonte de energia limpa e de baixo custo comercial e que contribui para a diminuição da emissão de GEE, a preservação do solo, mananciais e águas subterrâneas, bem como a redução do volume de resíduos agroindustriais enviados para aterros sanitários ou industriais.

O biogás é um gás insolúvel, incolor, de baixa densidade e de modo geral inodoro. É constituído basicamente por CH<sub>4</sub>, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e outros gases como hidrogênio (H<sub>2</sub>), nitrogênio (N<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>), ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S), amônia (NH<sub>3</sub>) e monóxido de carbono (CO).

O biogás é uma mistura de gás carbônico com metano utilizada na geração de energia elétrica e combustível.

É extraído por meio de biodigestores como a biomassa do AGROINDUSTRIAL (caroço).

O uso do biogás como combustível em caldeiras para obtenção de vapor, cada metro cúbico de biogás utilizado é economizado aproximadamente 0,8L de gasolina, 1,3L de álcool, 1,4 kg de carvão vegetal ou 2,7kg de madeira.

A Brasil Biomassa desenvolve projetos industriais de biogás com o uso de substrato os resíduos agroindustriais para geração de calor em caldeiras ou em sistemas de aquecimento em geral. O volume de biogás produzido será armazenado no(s) gasômetro(s) e terá a composição estimada abaixo: 60% de Metano (CH<sub>4</sub>); 38,7% de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>); 0,1% de Monóxido de Carbono (CO); 0,5% de Nitrogênio (N<sub>2</sub>); 0,4% de Hidrogênio (H<sub>2</sub>); Traços de Gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S); Outros 0,2%.

O projeto prevê a implantação de uma usina de biogás com geração elétrica inicial estimada em até 10 MW e composta, por um tanque receptor de resíduos, digestor anaeróbico, motor gerador, área para separação do digestato nas fases sólida e líquida, flare e conexão com a rede elétrica.



## **BIOMETANO BIOMASSA AGROINDUSTRIAL**

A purificação do biogás leva ao biometano, combustível gasoso com alto teor de metano que, por suas características, é intercambiável como gás natural veicular (GNV) em todas as suas aplicações. Que pode substituir derivados de fontes fósseis, como a gasolina, o diesel e o gás natural, em veículos como carros, ônibus, tratores e outras máquinas agrícolas.

A Brasil Biomassa está implantando a maior planta de biogás e biometano com uso da biomassa da agricultura. No caso da planta de biogás está previsto a implantação do sistema de purificação de biogás para geração de biometano utilizando o sistema de membranas, que é a melhor tecnologia, hoje, para projetos de biogás. O processo de purificação consiste essencialmente em isolar o metano (CH<sub>4</sub>) de outras substâncias, resíduos e impurezas. A produção de em uma usina de biogás é uma ótima opção para a viabilidade do projeto, pois com o processo de purificação do biogás, além da obtenção do biometano é possível coletar o gás carbônico que é liberado no processo, podendo este ser separado e aproveitado, se tornando um subproduto.

## **GÁS CARBÔNICO INDUSTRIAL BIOMASSA AGROINDUSTRIAL**

Outro produto que poderá ser comercializado com a produção de biogás com a biomassa agroindustrial, conseqüente da geração de biometano, é o gás carbônico industrial. O processo de purificação libera o CO<sub>2</sub> que pode ser captado, purificado e armazenado como gás carbônico líquido, muito utilizado em diversos setores da indústria. Para que ele esteja pronto para uso e seja de qualidade, é necessário sob a forma liquefeita e seja incolor, inodoro e levemente ácido.

O gás carbônico provindo da usina de Biometano deve passar por uma planta de purificação de CO<sub>2</sub> para remoção de impurezas como H<sub>2</sub> S e até gases inertes como oxigênio e hidrogênio, e assim atingir um pureza de 99,998% Uma fonte alternativa de CO<sub>2</sub> seria bem aceita pelo mercado visando o seu desenvolvimento e aumento do consumo deste gás, atentando para as especificações exigidas e para a questão dos custos com transporte. O CO<sub>2</sub> pode ser utilizado setores industriais para diferentes finalidades, deixando de ser classificado como um resíduo e tornando-se um recurso, um produto valorizado.

## **BIOFERTILIZANTES BIOMASSA AGROINDUSTRIAL**

A mudança para biofertilizantes é uma forma promissora de garantir a agricultura de forma mais sustentável.

Os biofertilizantes são resultados finais da decomposição de compostos orgânicos, contendo células vivas ou latentes de microrganismos.

Esses são preparados a partir da digestão anaeróbia (sistema fechado) ou aeróbia (sistema aberto) de materiais orgânicos e minerais, visando maior disponibilidade de nutrientes e de microrganismos.

A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo, o tempo de decomposição, a população microbiológica, temperatura e pH do composto, bem como o material que o origina.

Os biofertilizantes apresentam contribuições para o meio ambiente, fruto da promoção de um menor consumo de fertilizantes tradicionais.

O seu processo produtivo, natural, apresenta uma redução do consumo de combustíveis fósseis e de compostos químicos utilizados no processo produtivo dos fertilizantes.



# PIRÓLISE BIOMASSA AGROINDUSTRIAL BIOCARBONO ENERGÉTICO

Os resíduos da agricultura e do beneficiamento possuem potencial para produção de energia na forma de biocarbono, pois são resistentes às secas e sua produção é considerada significativa e crescente. São biomassas lignocelulósicas com elevada produção de matéria seca/ha/ano. Conversão da biomassa em energia através dos processos de pirólise.

A pirólise é um tratamento termoquímico que pode ser aplicado a qualquer produto orgânico (à base de carbono). Nesse tratamento, o material é exposto a altas temperaturas e, na ausência de oxigênio, passa por separação química e física em diferentes moléculas. A decomposição ocorre graças à limitada estabilidade térmica das ligações químicas dos materiais, o que permite que sejam desintegrados com o uso do calor. A decomposição térmica leva à formação de novas moléculas.

A pirólise está frequentemente associada ao tratamento térmico. Mas, ao contrário dos processos de combustão e gaseificação, que envolvem a oxidação total ou parcial do material, a pirólise baseia-se no aquecimento na ausência de ar. Isso o torna principalmente um processo endotérmico que garante alto conteúdo de energia nos produtos recebidos. Os produtos da pirólise sempre produzem gases sólidos (biocarbono ou biocarvão), líquidos (bio-óleo) e não condensáveis ou gás ( $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_nH_m$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  e  $N$ ). É um combustível neutro em carbono que pode substituir o carvão fóssil em processos industriais. A maioria dos impactos potenciais do biocarbono no aquecimento global são causados pelas emissões atmosféricas do processo de pirólise.

No entanto, as emissões do processo de pirólise são biogênicas. A maior parte das emissões de gases de efeito estufa de fontes fósseis são causadas pelo fornecimento de biomassa (0,0539 kg  $CO_2$  eq) e seu transporte para a planta (0,0744 kg  $CO_2$  eq). Mas em compensação com a biomassa (zero carbono) e o produto final (biocarbono, bio-óleo e os gases quentes) temos uma redução nas emissões de carbono. De acordo com a avaliação do ciclo de vida, a produção de 1 kg de biocarbono reduz aproximadamente 1,86 kg de emissões de  $CO_2e$ . Esses combustíveis estão ganhando cada vez mais atenção nas indústrias intensivas em carbono como as siderúrgicas e cimenteiras e uma nova abordagem para o uso de combustíveis sólidos livres de fósseis.

Trabalhamos com uma inovadora tecnologia industrial para a produção de biocarbono com a biomassa agroindustrial. Essa unidade específica carboniza até 5000 kg de resíduos por hora, transformando-o em 4.440 kg de biocarbono. Com um separador de óleo eletrostático, o sistema pode produzir 1.500 litros de óleo de pirólise de alta qualidade. A instalação pode produzir 35.000 toneladas de biocarbono e 30.000 toneladas de bio-óleo por ano.

## **PIRÓLISE BIOMASSA AGROINDUSTRIAL BIO-ÓLEO**

O bio-óleo ou óleo de pirólise proveniente da pirólise dos resíduos culturais da agricultura de composição oxigenada é uma substância líquida obtida no processo de pirólise e posterior resfriamento. Uma mistura complexa de moléculas composta por mais de 200 compostos diferentes resultantes da despolimerização de produtos tratados na pirólise. O óleo de pirólise continua sendo uma fonte interessante de bioquímicos e compostos renováveis que atendem a um interesse significativo do mercado.

O óleo do processo de pirólise de resíduos requer tratamento adicional para garantir sua estabilidade e compatibilidade com os combustíveis à base de petróleo existentes. É um combustível limpo e apresenta várias vantagens do ponto de vista ambiental sobre os combustíveis fósseis: é neutro em relação às emissões de CO<sub>2</sub>; não são geradas emissões de SO<sub>x</sub>, uma vez que a biomassa lignocelulósica contém quantidades insignificantes de enxofre; além disso, biocombustíveis geram pelo menos 50% menos emissões de NO<sub>x</sub> do que o óleo diesel.

## **PIRÓLISE BIOMASSA AGROINDUSTRIAL GÁS SINTÉTICO**

Os processos de pirólise de alta temperatura permitem criar quantidades significativas de gás de síntese com concentrações notáveis de monóxido de carbono, hidrogênio e metano. O interesse na produção de gás natural sintético por meio da metanação de H<sub>2</sub> e CO vem crescendo rapidamente.

Os gases não condensáveis apresentam poder calorífico em torno de 10 MJ kg<sup>-1</sup>, podendo ser usados para fornecer calor adicional ao reator de pirólise, para geração de eletricidade, ou como combustível industrial em turbinas a gás e motores. O gás de pirólise pode ser usado para a produção de energia em diversos tipos de equipamentos, desde ciclos a vapor até motores a gás e turbinas.

Embora os usos em caldeiras para ciclos de vapor não exijam tratamento extensivo de gás antes da geração de energia. Os trabalhos da Brasil Biomassa para os grupos do setor siderúrgico e cimenteiras apontam uma grande versatilidade e potencial de aplicação do biocarbono, bio-óleo e o gás para uso energético em substituição do coque.

A Brasil Biomassa trabalha com estudos e projetos de produção de bioeletricidade com o uso da biomassa.

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDÚSTRIA DE ALUMÍNIO**

Brasil Biomassa no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria de Alumínio. Desenvolvemos uma série de estudos e projetos de aproveitamento da biomassa como uma fonte de bioeletricidade para o uso sustentável pelo setor industrial de alumínio. A bioeletricidade (com uso da biomassa) pode potencialmente ajudar nas reduções anuais substanciais de emissões de CO<sub>2</sub> até 2050 (294 kt / ano). Esta redução substancial nas emissões de CO<sub>2</sub> é a consequência de um declínio no fator de emissão de CO<sub>2</sub> da rede elétrica.

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDÚSTRIA CELULOSE PAPEL**

Soluções Energéticas da Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade na Indústria de Papel e Celulose.

A Brasil Biomassa desenvolve uma série de estudos e projetos de aproveitamento da biomassa florestal e do processo industrial da madeira como uma fonte de bioeletricidade para o uso sustentável pelo setor industrial de papel e celulose.

A eletrificação de secadores de papel pode levar a um aumento nas emissões de CO<sub>2</sub> em 27.000 kt de CO<sub>2</sub>. No entanto, uma mudança para a eletrificação poderia diminuir as emissões anuais de CO<sub>2</sub> em cerca de 5.000 kt CO<sub>2</sub> em 2050. Esta redução substancial nas emissões de CO<sub>2</sub> é a consequência de um declínio no fator de emissão de CO<sub>2</sub> da rede elétrica.

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDUSTRIA PAPEL RECICLADO**

Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria de Vidro. A Brasil Biomassa desenvolve uma série de estudos e projetos de aproveitamento da biomassa como uma fonte de bioeletricidade para geração de energia nos fornos e vapor pelo setor da indústria de produção de vidro.

Trabalhamos com projetos e estudos de substituição dos combustíveis fósseis no processo de derretimento pelo uso sustentável e energético da biomassa. Processo eletrificado e a Bioeletricidade. As três principais aplicações do aquecimento elétrico na produção de vidro são: 1) reforço elétrico de fornos a combustível, 2) fusão e refino totalmente elétricos e 3) condicionamento de temperatura com aquecimento elétrico.

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDUSTRIA AMÔNIA**

Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria da Amônia. A Brasil Biomassa desenvolve uma série de estudos e projetos de aproveitamento da biomassa como uma fonte de bioeletricidade para geração de energia pelo setor industrial de produção de amônia. A tecnologia associada à produção de hidrogênio por meio de eletrólise e produção de nitrogênio pelo sistema de separação do ar pode ter melhorias na eficiência do processo de eletrólise.

A solução energética para a transição para amônia 'verde' produzida utilizando uma fonte de energia renovável como a biomassa. Mas as indústrias devem modificar as unidades de produção existentes.

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDUSTRIA METANOL**

Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria de metanol. O metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) é um produto químico líquido que serve como um bloco de construção para milhares de produtos de uso diário, como plásticos, tintas, cosméticos e combustíveis. A intensidade energética média da produção de metanol é em torno de 3.170 kWh.

Na via elétrica, o processo de eletrólise utiliza eletricidade (que sugerimos de origem renovável com uso da biomassa) para extrair hidrogênio da água. A eletrificação da produção de metanol pode resultar em um aumento de emissões de  $\text{CO}_2$  em cerca de 12.000 kt de  $\text{CO}_2$ . No entanto com o uso de biomassa na rede elétrica aumenta, pode diminuir a intensidade, reduzindo carbono do metanol produzido por eletrificação.

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDÚSTRIA RECICLAGEM PLÁSTICOS**

Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia atua no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria de Reciclagem de Plásticos. Os plásticos estão em rápido crescimento com o uso de resíduos sólidos urbanos (RSU). Nos EUA, embora diferentes tipos de plásticos cobrem toda a gama de categorias de RSU, a categoria de embalagens representou a maior produção de plástico (cerca de 14 milhões de toneladas).

Trabalhamos com projetos de reciclagem de plásticos e manufatura com uso da biomassa para reciclagem de resíduos de plástico em novos produtos. A técnica é eficiente em termos de energia (limpa e renovável) e ajuda a reduzir drasticamente a intensidade de energia do processo de reciclagem do plástico.

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDÚSTRIA CERVEJEIRA**

Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria Cervejeira. A bioeletricidade da biomassa na indústria poderá reduzir o consumo total de energia final da produção de cerveja. Reduziria a demanda energia no processo produtivo. Economia de energia com o uso da biomassa em mais de 24.500 TJ / ano podem ser alcançados em 2050. O uso da biomassa como fonte de energia na produção de cerveja no Brasil pode resultar em redução de emissões de CO<sub>2</sub> em 92 kt. . Poderia reduzir potencialmente o CO<sub>2</sub> anual de emissões em 15 vezes, resultando em uma redução anual de 1.380 kt de CO<sub>2</sub> em 2050. Esta redução substancial de emissões de CO<sub>2</sub> é uma queda projetada no CO<sub>2</sub> da rede elétrica em fator de emissão (descarbonização da rede).

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDÚSTRIA LATICÍNIOS**

Brasil Biomassa Consultoria Engenharia e Tecnologia atua no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria de Laticínios. A eletrificação com o uso de biomassa como fonte de energia durante o processo industrial reduzirá o consumo total de energia final da produção de leite em pó. A eletrificação pela biomassa da produção de leite em pó reduziria a energia total na demanda do processo industrial (descarbonização), apesar do aumento projetado na produção. Podendo ainda em levar a uma economia de energia superior a 4.800 TJ anuais em 2050 e um potencial de redução de emissões de CO<sub>2</sub> de 104 kt / ano através da eletrificação da indústria de leite em pó com o consumo de uma energia limpa e renovável como a biomassa. Este grande declínio nas emissões de CO<sub>2</sub> é consequência da melhoria da fonte energética da rede elétrica.



## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDÚSTRIA PROCESSAMENTO MILHO**

Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria de Processamento e Moagem do Milho. A eletrificação utilizando como fonte a biomassa pode reduzir o uso total de energia final do processo de moagem úmida de milho, um potencial de economia de energia de mais de 24.000 TJ / ano pode ser alcançado em 2050 como a eletrificação com o uso da biomassa reduz a demanda total de energia do processo de moagem úmida, apesar do aumento projetado na produção do setor até 2050. Nos EUA, a eletrificação do processo de moagem de milho úmido pode resultar em um aumento de emissões de CO<sub>2</sub> de 3.717 kt por ano. A eletrificação uso da bioeletricidade tem o potencial de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> de 6.900 kt /ano até 2050.

## **BIOELETRICIDADE USO DA BIOMASSA**

### **INDÚSTRIA PROCESSAMENTO SOJA**

Brasil Biomassa atua no desenvolvimento de projetos de bioeletricidade com o uso da Biomassa na Indústria de Processamento da Soja. A eletrificação reduzirá se a fonte energética em todo o processo for através da biomassa no uso total de energia final da produção de óleo de soja.

Ele tem o potencial de alcançar economia de energia superior a 38.000 TJ por ano até 2050. Eletrificação com o uso de biomassa na produção de óleo de soja pode reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em até 46 kt. A eletrificação pode resultar em um declínio de emissões de CO<sub>2</sub> anual em 88 vezes e ajudam a realizar uma redução de emissão de mais de 4.000 kt CO<sub>2</sub>/ano em 2050.

Essa redução considerável de emissões de CO<sub>2</sub> são o efeito de um declínio no CO<sub>2</sub> da rede elétrica fator de emissão.



**BRASIL BIOMASSA PLANTA INDUSTRIAL PELLETS ADAMI MADEIRAS CAÇADOR SANTA CATARINA.** A Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa Adami Madeiras a maior unidade industrial no Estado de Santa Catarina utilizando a de matéria-prima de tora, serragem e lenha de pinus produção de pellets na em Caçador com capacidade de 55.000 ton./ano. Contratou a Brasil Biomassa para o a gestão segura no desenvolvimento da unidade industrial com o desenvolvimento preliminar de um mapeamento de fornecimento de matéria-prima na região oeste de Santa Catarina.

Desenvolvemos um estudo técnico prospectando, mapeando e avaliando a logística de aproveitamento dos tipos de biomassas renováveis e de origem sustentável florestal e da madeira com a finalidade de atender a demanda de matéria-prima da maior planta industrial de pellets em Santa Catarina.

Nosso estudo visou aproveitamento dos resíduos florestais e da madeira (com reflorestamento, manejo e certificação FSC) com a finalidade de composição de matéria-prima para a planta industrial. O aproveitamento sustentável dos tipos de biomassa florestal e da madeira para a produção renovável de pellets gerou econômicos para a empresa, com uso de biomassa com baixo aproveitamento em passivo ambiental e na crédito de carbono.

Mapeamento desenvolvido com uma avaliação por tipo de cultura florestal e da madeira de pinus com base da produção (colheita e beneficiamento) por região para facilitar o uso imediato como matéria-prima para o processo industrial.

O mapeamento do potencial de biomassa florestal e da madeira desenvolvido pela Brasil Biomassa é uma ferramenta valiosa para o setor industrial de produção de pellets com o aproveitamento da biomassa zero carbono (com origem de manejo florestal, reflorestamento e com a certificação FSC) o que garante a qualidade e a sustentabilidade. A planta industrial encontra-se em pleno funcionamento.



**BRASIL BIOMASSA DESENVOLVIMENTO MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA GRUPO AMAGGI.** Desenvolvemos para o grupo Amaggi com planilhas e dados quantitativos da disponibilidade de biomassas alternativas de origem florestal e da madeira, dos resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético para atender a demanda energética na sua filial em Itacoatiara na Região Norte.

Avaliamos a disponibilidade de biomassa com o acesso comercial tipificando a sua disponibilidade e um preço por fonte produtiva (custo por fonte) para um estudo futuro de viabilidade econômica, bem como a tendência de disponibilidade futura.

Este estudo técnico envolveu dados sobre a produção e o uso da biomassa para fins de energia para descarbonização industrial da empresa. Avaliamos a importância da produção e do uso da biomassa como uma fonte energética zero carbono. Avaliação técnica e econômica da utilização da biomassa florestal residual de eucalipto e do processo industrial da madeira. Além da abrangência do potencial de biomassa no Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia e Amapá.

Desenvolvemos para o grupo Amaggi com planilhas e dados quantitativos da disponibilidade de biomassas alternativas de origem florestal e da madeira, dos resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético para atender a demanda energética na sua filial em Itacoatiara na Região Norte.

Avaliamos a disponibilidade de biomassa com o acesso comercial tipificando a sua disponibilidade e um preço por fonte produtiva (custo por fonte) para um estudo futuro de viabilidade econômica, bem como a tendência de disponibilidade futura.

Este estudo técnico envolveu dados sobre a produção e o uso da biomassa para fins de energia para descarbonização industrial da empresa. Desta forma foi efetuada a avaliação do valor energético da biomassa, a quantificação dos recursos disponíveis e a valorização de externalidades



**BRASIL BIOMASSA PLANTA INDUSTRIAL BIOPELLETS BRASIL GRUPO BERTIM SÃO PAULO.** A Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa Biopellets Brasil (Grupo Empresarial Bertin Bioenergia) a maior unidade industrial no Estado de São Paulo (em pleno funcionamento) utilizando a de matéria-prima de tora, serragem e lenha de pinus e eucalipto produção de Agropellets com capacidade de 72.000 ton./ano.

Atuamos no desenvolvimento do plano estrutural de negócios e de viabilidade econômica e conceitual, o projeto de financiamento linha de inovação junto ao BNDES, o projeto executiva de engenharia industrial e o dimensionamento da planta industrial com um mix de tecnologia industrial com equipamentos nacionais e internacionais. Mapeamento dos tipos de biomassa em São Paulo para garantia de fornecimento industrial.

Estruturação jurídica e econômica da planta industrial de pellets. Viagem internacional com avaliação de tecnologia na Itália. Reunião diretiva com os administradores da Italiana Pellets a maior planta industrial de produção de pellets em Milano Itália.

Start up da planta industrial com o desenvolvimento do sistema de preparação da matéria-prima (biomassa de pinus e eucalipto) ao sistema de refinação e moagem industrial. Avaliação técnica e adequação do sistema de peletização, resfriamento e embalagem indústria.

Certificação de todas as etapas de produção com o desenvolvimento de um protótipo d produto e adequação as normas internacionais de exportação (qualidade internacional dos pellets). Desenvolvimento do plano estrutural de marketing e estratégia de venda no mercado nacional (sistema de hotelaria) e internacional (exportação administrada para a Itália, Porto de Genova).

## **INDUSTRIAL BRIQUETE BMG BRASIL**

**BRASIL BIOMASSA PLANTA INDUSTRIAL BRIQUETE GRUPO BMG SANTA CATARINA.** A Brasil Biomassa desenvolveu grupo BMG um projeto industrial para a implantação da unidade de produção de briquete com capacidade de 84.000 ton.. por ano com o uso de serragem e resíduos florestais na região próxima ao Porto de Imbituba Santa Catarina.

A BBER conseguiu uma doação de terreno industrial para a implantação do projeto e desenvolveu um estudo viabilidade econômica e um mapeamento de fornecimento num raio de 150 km para atender a demanda de produção da unidade industrial de Wood briquete.

Este mapeamento envolveu mais de 100 empresas do setor florestal e do processo industrial da madeira envolvendo 35 municípios na região com a garantia plena de fornecimento de matéria-prima.

Obteve dados coletados junto a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento e a Secretaria do Meio Ambiente de Santa Catarina desenvolvemos o mapeamento do potencial de biomassa de plantios florestais e de processo industrial de madeira.

Desenvolvemos os trabalhos com o mapeamento em Santa Catarina da região portuária até a cidade de Lages. O presente trabalho contemplou, um potencial de 300.000 toneladas anuais de biomassa disponível na região para o desenvolvimento de projetos industriais sustentáveis e energéticos dividido em cinco municípios para o desenvolvimento da planta industrial. O projeto encontra-se em fase diretiva para a implantação da unidade industrial



### **BRASIL BIOMASSA INDUSTRIAL PELLETS PLANTA BUTIA PELLETS RIO GRANDE DO SUL.**

A Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa Butia Pellets (em plano funcionamento) da cidade de Butiá Rio Grande do Sul a unidade industrial de aproveitamento da madeira de pinus e eucaliptos para o processamento industrial de pellets (36.000 ton./ano).

Atuamos no desenvolvimento do plano estrutural de negócios e de viabilidade econômica e conceitual, o projeto de financiamento linha de inovação junto ao BRDE, o projeto executiva de engenharia industrial e o dimensionamento da planta industrial com um mix de tecnologia industrial com equipamentos nacionais e internacionais. Mapeamento dos tipos de biomassa na região para garantia de fornecimento industrial.

Estruturação jurídica e econômica da planta industrial de pellets.

Start up da planta industrial com o desenvolvimento do sistema de preparação da matéria-prima (biomassa de pinus e eucalipto) ao sistema de refinação e moagem industrial.

Avaliação técnica e adequação do sistema de peletização, resfriamento e embalagem indústria.

Certificação de todas as etapas de produção com o desenvolvimento de um protótipo de produto e adequação as normas internacionais de exportação (qualidade internacional dos pellets). Desenvolvimento do plano estrutural de marketing e estratégia de venda no mercado nacional (sistema de hotelaria) e internacional.



**BRASIL BIOMASSA PLANTA INDUSTRIAL PELLETS CARAIBA BIOENERGY SEARA SANTA CATARINA.** A Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa Caraíba Bioenergy. (em pleno funcionamento) uma unidade compacta e modular de pellets de madeira 24.000 mt/ano.

Na cidade de Seara em Santa Catarina) com o planejamento estratégico, linha de equipamentos industriais e engenharia industrial para o desenvolvimento da unidade industrial e a venda para o setor de avicultura.

Atuamos no desenvolvimento do plano estrutural de negócios e de viabilidade econômica e conceitual, o projeto de financiamento linha de inovação junto ao BRDESC, o projeto executiva de engenharia industrial e o dimensionamento da planta industrial com um mix de tecnologia industrial com equipamentos nacionais e internacionais.

Estruturação jurídica e econômica da planta industrial de pellets. Start up da planta industrial com o desenvolvimento do sistema de preparação da matéria-prima (biomassa de pinus e eucalipto) ao sistema de refinação e moagem industrial.

Avaliação técnica e adequação do sistema de peletização, resfriamento e embalagem indústria. Certificação de todas as etapas de produção com o desenvolvimento de um protótipo d produto e adequação as normas internacionais de exportação (qualidade internacional dos pellets).

Desenvolvimento do plano estrutural de marketing e estratégia de venda no mercado nacional (sistema de hotelaria) e internacional.



**BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA PLANTA INDUSTRIAL BIOPELLETS COSAN RAIZEN SP.** A Brasil Biomassa desenvolveu para a Cosan Biomassa do Grupo Raizen um mapeamento de produtores e do potencial de biomassa do setor sucroenergético no Estado de São Paulo. Trabalhamos com checagem de campo para confirmação dos dados coletados junto a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento sobre os produtores da cana-de-açúcar. Estruturou um modelo de negócio sustentável e inovador para implantação da maior unidade industrial mundial de processamento de biopellets com o uso da biomassa da palha e do bagaço da cana-de-açúcar em pleno funcionamento na cidade de Jaú Estado de São Paulo (175.000 mt/ano de produção industrial) para a Cosan Biomassa do Grupo Raizen visando capturar as oportunidades geradas pelo cenário nacional e internacional de demanda crescente no consumo de bio/pellets para geração de energia térmica industrial.

Contratou a Brasil Biomassa para o a gestão segura no desenvolvimento da unidade industrial com o desenvolvimento preliminar de um mapeamento de fornecimento de matéria-prima. A utilização da biomassa da cana-de-açúcar na produção de biopellets é uma alternativa sustentável para agregar valor a biomassa e diminuir os impactos causados pelos resíduos da colheita (palha) e da produção industrial (bagaço). Potencial de palha no campo ou em uso em enfardamento e o quantitativo que desenvolvemos no mapeamento foram aproveitados para a segurança do desenvolvimento da planta industrial. Desenvolvemos um levantamento junto ao 100 usinas com dados sobre o potencial e a disponibilidade e quantitativo do bagaço e da palha da cana-de-açúcar com custos de matéria-prima e de transporte. O presente trabalho contemplou, portanto, um potencial disponível de quase 4.800.000 toneladas de palha da cana-de-açúcar e de quase 2.780.000 toneladas de bagaço da cana-de-açúcar disponível no Estado de São Paulo (quarenta municípios). Para o desenvolvimento de projetos industriais sustentáveis da empresa no trabalho técnico intitulado de “Potencial de Biomassa

Sucroenergética no Estado de São Paulo”





**BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA EBX EIKE BATISTA RJ.** A Brasil Biomassa foi contratada pelo Grupo EBX Eike Batista para o desenvolvimento de um mapeamento de áreas para plantações de cana-de-açúcar e energia. Foi realizado um diagnóstico da base produtora de cana-de-açúcar em torno do Superporto do Açúcar, localizada no município de São João da Barra, norte do Estado do Rio de Janeiro, envolvendo os estados de Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais, tendo como objetivos específicos:

1. Desenvolvimento de um mapa de suprimento e fornecimento de matéria-prima da cana-de-açúcar; 2. Quantificou a área de produção de cana-de-açúcar e o potencial residual de palha e bagaço de cana; 3. Simulou o estoque de volume de bagaço e palha. Tendo o seguinte resultado:

A área de estudo tem como ponto de partida o centro do município de São João da Barra, norte do Estado do Rio de Janeiro. A área abrange um raio de 100 a 300 km envolvendo os Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais. Este estudo técnico mapeou as unidades de produção e de fornecimento de cana-de-açúcar nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais.

Neste estudo estavam relacionados aos procedimentos e de normas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para localização de áreas disponíveis para plantações de cana-de-açúcar e energia.

Todas as atividades visavam o desenvolvimento do mapa de biomassa residual de cana-de-açúcar para a implantação de uma unidade industrial de biopellets. Para tanto, foram adquiridas imagens do satélite Landsat com datas recentes e que possuísem aspectos técnicos aceitáveis. Ainda, utilizou-se uma imagem do satélite SPOT para os três estados visando um melhor detalhamento dos alvos.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA FL FLORESTAL GOIÁS**

A Brasil Biomassa desenvolveu um mapeamento florestal dos ativos florestais da FL Florestal em Goiás, uma série de projetos de aproveitamento de biomassa para geração de energia.

Trabalhamos no estudo do mapeamento de biomassa para projetos de bioeletricidade no Brasil para FL Floresta de Luziânia em Goiás com os seguintes dados:

Luziânia: 3.000 hectares de eucaliptos plantados. Quantidade: 1.200.000 metros estéreos ou 720.000 Ton. de cavaco de madeira.

Niquelândia: 1.600 hectares de eucalipto plantados. Quantidade: 400.000 metros estéreos ou 300.000 Ton. de cavaco de madeira.

Jataí: 500 hectares de eucaliptos plantados. Quantidade: 175.000 metros estéreos ou 96.250 Ton. de cavaco de madeira.

João Pinheiro: 4.000 hectares de eucalipto plantados. Quantidade: 1.520.000 metros estéreos ou 912.000 Ton. de cavaco de madeira.

Luziânia, Niquelândia e João Pinheiro: Total: 13.100 hectares de eucalipto plantados. Quantidade: 4.815.000 metros estéreos ou 2.940.250 Ton. de Cavaco Idade das Florestas: de 4 a 32 anos.





**BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA GERDAU MINAS GERAIS.** A Brasil Biomassa desenvolveu um mapeamento de disponibilidade e do potencial de biomassa florestal e da madeira, da agricultura e beneficiamento agroindustrial e sucroenergético no Estado de Minas Gerais para o Grupo Gerdau. No mapeamento coletamos dados atualizados e a disponibilidade de biomassa para projetos de produção de biocarvão e de energia carbono zero. Minas Gerais têm o maior valor de produção da Silvicultura no Brasil. A Brasil Biomassa mapeou o potencial de biomassa das culturas agrícolas do Algodão, Amendoim, Arroz, Café, Cana-de-açúcar, Cocô verde, Dendê, Feijão, Milho, Soja e Trigo e de outras culturas adicionais como Açaí, Babaçu, Fruticultura Gramíneas e Mandioca.

Bem como uma avaliação do potencial de biomassa de origem florestal, da madeira e sucroenergético para o desenvolvimento de projetos de biocarvão. Com base nestes dados, definiram-se as culturas com representatividade considerando-se sua área de produção, absoluta e percentual, por microrregião, tanto para as culturas permanentes como para as culturas temporárias. Nossos estudos são divididos em escala estadual em mesorregiões e por microrregião (avaliando a produção municipal) com avaliação da tecnologia de aproveitamento da biomassa e dos custos de logística de transporte.

Desenvolvemos um estudo técnico prospectando, mapeando e avaliando a logística de aproveitamento dos tipos de biomassas de origem sustentável florestal e da madeira, agroindustrial e sucroenergético com a finalidade de atender a demanda energética no desenvolvimento de projetos de biocarvão pela Gerdau. Nosso estudo de visa aproveitamento dos resíduos florestais da agricultura e do beneficiamento agroindustrial, sucroenergético para os projetos de biocarvão/biocarbono. As tecnologias de tratamento como a torrefação, carbonização e pirólise, alteram as propriedades químicas do material (biomassa) convertendo-o em combustível com melhores índices de qualidade para uso energético (biocarvão) para a Gerdau. A pirólise, por sua vez, apresenta um forte potencial de aplicação na cadeia de produção de combustíveis sólidos como o biocarvão a partir da biomassa agroflorestal e agroindustrial. O mapeamento envolveu a origem da biomassa e toda a cadeia de processamento e suprimento rastreável e atendendo aos projetos a serem desenvolvidos pela Gerdau. O mapeamento quantificou dados de produção e da disponibilidade de biomassa agroindustrial e sucroenergético.



**BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA GRANBIO SÃO PAULO.** A Brasil Biomassa contratada pela Granbio Bioenergia para o desenvolvimento de um mapeamento de produtores florestais e da madeira e do potencial e disponibilidade da biomassa da cana-de-açúcar para fins de geração de energia térmica no Estado de São Paulo.

Trabalhamos com checagem de campo para confirmação dos dados coletados junto a Secretaria de Estado da Agricultura sobre os plantios (área de colheita e os resíduos gerados desde a extração, potencial e disponibilidade e quantitativo que podem ser aproveitados com custos de matéria-prima e de transporte).

Os produtores industriais do processo do setor sucroenergético com dados sobre o potencial e a disponibilidade e quantitativo dos resíduos industriais e dados de produção e disponibilidade de biomassa em São Paulo.

O trabalho contemplou, portanto, um potencial de quase 6.500.000 ton.. biomassa florestal e do processo industrial e de quase 9.680.000 toneladas de biomassa da cana-de-açúcar disponível em São Paulo para o desenvolvimento de projetos industriais.

Desenvolvemos um mapeamento técnico e um atlas de bioenergia para a empresa para o desenvolvimento de projetos com a cana energia. Este trabalho técnico foi base ao livro publicado pela Brasil Biomassa “Potencial de Biomassa Florestal, Industrial e Sucroenergética em São Paulo”

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO BIOMASSA EMPRESA CATARINENSE DE BIOMASSA SANTA CATARINA**

A Brasil Biomassa está desenvolvendo para a Empresa Catarinense de Biomassa o maior projeto industrial de produção de pellets em Santa Catarina.

Desenvolvemos um mapeamento de biomassa da madeira de pinus em Otacílio Costa e Lages e 28 municípios para garantia do fornecimento de matéria-prima para o sucesso da planta industrial.

Trabalhamos com os maiores players florestais e industriais ativos (contratados) de mais de 1.000.000 toneladas de toras e de cavacos de pinus (manejo e FSC) na região serrana em Santa Catarina.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO NOVA ITÁLIA RONDÔNIA**

Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa Nova Itália Florestal e Madeiras de Porto Velho Rondônia um projeto sustentável de aproveitamento dos resíduos lenhosos da UHE Jirau na transformação de woodpellets.

Desenvolvemos um mapeamento de fornecimento fazendo uma avaliação de todo os tipos de madeira, o seu quantitativo e a disponibilidade no processo de supressão florestal para atender a demanda da planta com capacidade de 50.000 ton. por ano.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO BIOMASSA INDÚSTRIA ZPE BAHIA**

A Brasil Biomassa desenvolveu um estudo técnico e de mapeamento florestal no Estado da Bahia para o desenvolvimento do projeto sustentável de aproveitamento dos resíduos na transformação de pellets para a ZPE Bahia com uma produção estimada anual de 42.000 toneladas na Bahia. Desenvolvemos um mapeamento de matéria-prima para o fornecimento num raio de 200 Km da planta e conseguimos uma garantia contratual de 200.000 ton./ano de biomassa para a planta industrial.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO BIOMASSA CASA NOVA SANTA CATARINA**

A Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa Casa Nova Comércio de Pellets Ltda projeto industrial de produção de pellets com apoio dos produtores florestais e industriais na região com a capacidade anual de 72.000 ton.. de pellets de madeira. Desenvolvemos um estudo técnico junto aos maiores produtores de biomassa na região e um mapeamento de disponibilidade de matéria-prima próximo da planta e conseguimos uma garantia contratual de 350.000 ton./ano de biomassa para a planta industrial.

## **BRASIL BIOMASSA INDUSTRIAL PELLETS GSW ENERGIA PARÁ**

A Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa GSW Energia Renovável de Imperatriz MA para o desenvolvimento do projeto sustentável de aproveitamento dos resíduos de paricá na transformação de woodAgropellets. Estamos implantando a maior unidade de pellets no Pará com capacidade de 36.000 ton. por ano em Dom Eliseu. A BBER desenvolveu um estudo estratégico e de viabilidade econômica e financeira, plano diretor e Project finance com a aprovação do financiamento pela Agência de Fomento da Itália. A planta com a nossa linha de equipamentos industriais vai iniciar o funcionamento no final de 2023

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA GOVERNO ESTADO DO PARÁ**

A Brasil Biomassa desenvolveu para a Secretária de Indústria e Comércio do Governo do Estado do Pará um mapeamento técnico de fornecimento e do potencial de biomassa florestal, madeira, agricultura e agroindustrial no Estado do Pará para projetos energéticos e para exportação.

Buscou-se obter as informações dos quantitativos de biomassa diretamente das empresas detentoras de plantios florestais e de processamento industrial.

Realizou-se por meio do emprego de imagens dos satélites RapidEye fornecidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Obteve dados coletados junto a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento e a Secretaria do Meio Ambiente desenvolvemos o mapeamento do potencial de biomassa de plantios florestais e de processo industrial de madeira nativa legalizada disponível no Estado do Pará de madeira legalizada junto ao IBAMA.

Fizemos estudos de aproveitamentos de mais de vinte e dois tipos de resíduos agrícolas e do beneficiamento agroindustrial como a cultura do açaí.

O presente trabalho contemplou, um potencial de 5.000.000 toneladas de biomassa disponível no Pará para o desenvolvimento de projetos industriais sustentáveis e energéticos dividido em sete regiões com maior disponibilidade para o desenvolvimento de novos negócios e empregos verdes.

O trabalho técnico desenvolvido foi publicado no Livro intitulado de “Potencial de Biomassa no Estado do Pará”.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA GROW FLORESTAL ESTADO DO PARANÁ**

A Brasil Biomassa contratada pela Grow Florestal e para o desenvolvimento um mapeamento de fornecimento de biomassa florestal e industrial nas cidades de Campo Largo Fazenda Rio Grande e Itaperuçu no Estado do Paraná.

Obteve dados coletados junto a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná e junto as principais entidades do setor e diretamente com 300 indústrias de processamento da madeira.

Buscou-se obter as informações dos quantitativos de biomassa diretamente das empresas detentoras de plantios florestais e de processamento industrial.

Os principais resíduos da indústria madeireira de Campo Largo Fazenda Rio Grande e Itaperuçu são: a serragem, originada da operação das serras, que pode chegar a 12% do volume total de matéria-prima.

Os cepilhos ou maravalhas, gerados pelas plainas, que podem chegar a 20% do volume total de matéria-prima, nas indústrias de beneficiamento; e os cavacos, compostos por costaneiras, aparas, refilos, cascas e outros, que pode chegar a 50% do volume total de matéria-prima, nas serrarias e laminadoras.

Dados finais do estudo mostraram os seguintes tipos de resíduos gerados:

Resíduo fonte de energia: 90,000 m<sup>3</sup>

Resíduos florestais 347.645.,3821 estéreo

Resíduos de madeira serrada: 107,5874 m<sup>3</sup>

Resíduo miolo de compensado e de processo de mdf 694,7758 m<sup>3</sup>

Resíduo fonte de energia: 1.530.6005 m<sup>3</sup>

Resíduos florestais: 309.017,1542 estéreo





**BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA HEINEKEN PARANÁ..** A Heineken Brasil (Cervejarias Kaiser Brasil S.A. e suas subsidiárias) está empenhada em contribuir positivamente para a sociedade através de suas operações.

Sua filial em Ponta Grossa no Estado do Paraná mudou a matriz energética do gás natural para biomassa. A Brasil Biomassa ajudou na transição energética.

Fez um mapeamento de fornecimento de biomassa na forma de cavaco de madeira na região e associou-se a Blasco Transporte e Comércio de Produtos Florestais da cidade de Sengés e se habilitaram para a garantia de fornecimento de cavaco de madeira para geração de energia em caldeira industrial na Cervejaria Kaiser Brasil – Heineken na cidade de Ponta Grossa Paraná.

A Brasil Biomassa se associou com a Blasco Comércio de Produtos Florestais especializando-se na produção de biomassa (cavaco de madeira de pinus ou eucaliptus) para atender as empresas no Estado do Paraná, que necessitam de energia alternativa, oferecendo um material energético de alta qualidade com alto poder calórico de queima e, baixo custo operacional e, considerado energia limpa.

Neste projeto a Brasil Biomassa também auxiliou a companhia para a obtenção de crédito de carbono com o uso da biomassa para geração de energia. Toda a matéria-prima utilizada tinha uma fonte de origem certificada e as plantações tem origem de manejo florestal ou reflorestamento. Como resultado dessa instalação, uma redução de 60% do custo comparada ao uso de gás natural e uma redução de 32.369 ton. de gases de efeito estufa na atmosfera.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO BIOMASSA IMERYS CAULIN PARÁ**

A Brasil Biomassa contratada pela Imerys Caulin visando um estudo de mercado, fornecimento e potencialidade da biomassa florestal e industrial e agroindustrial para mudança da matriz energética na sede em Barcarena Pará. Para cumprir o objetivo do mapeamento desenvolvemos cinco relatórios analíticos para: 1. Provedores do setor agrícola, florestal e da madeira capazes de suprir nossas necessidades atuais e nossas necessidades estimadas caso convertamos nossa grade BPF completa em Biomassa e com quais materiais eles trabalham; 2. Localização e disponibilidade de matéria-prima com avaliação da logística para entrega em Barcarena-PA; 3. Principais fornecedores e histórico de mercado; 4. Certificações necessárias da madeira (FSC e cadeia de custódia); 5. Planos de expansão e tendências de mercado: capacidade projetada para os próximos 5/10/15 anos para a garantia de fornecimento para a planta industrial; 6. Preços projetados e tendências de preço no mercado para a viabilidade da aquisição do produto e da planta industrial(energia); 7. Novos possíveis players e futuros movimentos de mercado de biomassa no Pará.

No relatório apresentamos os maiores players produtores de madeira e de geração de resíduos: Agroindustrial Bujaru, Agroindustrial de Madeiras Vale Fértil, Amazonia Florestal, Brascomp Compensados do Brasil, Cikel Brasil Verde, Ebata Produtos Florestais, Emapa Exportadora de Madeiras, Floraplac Industrial, Golf Industria de Madeiras, IBL Izabel Madeiras do Brasil, Juruá Florestal, Lamapa Laminados de Madeiras do Pará, Lacex Timber, Madenorte, M200 Madeiras, Nordisk Timber, Orsa Florestal, Pampa Madeiras, Rondobel Madeiras, Selectas Madeiras, Semasa Comércio de Madeiras, Tradelink Madeiras e Tramontina Belém Madeiras.

O Estado do Pará é o terceiro maior beneficiador de espécies florestais do Brasil, gera grande quantidade de resíduos. Dados da SEMA, mostram os seguintes tipos de resíduos gerados (colheita e processo Industrial madeira) onde no levantamento técnico constatamos a existência (M3) de 1.241.736,69 (Moju, Tomé-Açu, Belém, Ananindeua, Barcarema, Castanhal, Benevides e Paragominas) com baixo aproveitamento energético como consta: O uso da biomassa como fonte primária de energia pode significar uma ótima escolha para a Imerys Caulin, considerando o fator de disponibilidade de matéria-prima de origem florestal, industrial e agrícola (açaí e dendê) com um custo razoável de aquisição. Trata-se da opção mais econômica para a geração elétrica com queima direta de biomassa, em escala industrial com a utilização do sistema de caldeira + turbina a vapor para geração de eletricidade a partir de madeira – florestal e industrial disponível nos municípios de nos municípios Moju, Tomé-Açu, Belém, Ananindeua, Barcarena, Castanhal, Benevides e Paragominas e dos resíduos agrícolas (açaí e dendê) suficientes para suprir a demanda de energia da unidade industrial da Imerys. Desenvolvemos um estudo técnico prospectando, mapeando e avaliando a logística de aproveitamento dos tipos de biomassas de origem sustentável florestal e da madeira, agroindustrial e sucroenergético com a finalidade de atender a demanda energética da Imerys Caulin. Nosso estudo de visa aproveitamento dos

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO BIOMASSA MAIS ENERGIA SP**

A Brasil Biomassa desenvolveu para o grupo Mais Energia um mapeamento técnico de fornecimento e do potencial de biomassa florestal e industrial em oitenta cidades no Estado de São Paulo para o desenvolvimento de projetos de geração de energia. Desenvolvemos um Mapeamento Florestal e Industrial em São Paulo na forma de relatório : de ordem técnica sobre a produção e o uso da biomassa para fins de energia, dados do setor florestal. Ressaltamos ainda as técnicas de plantações e colheita da cultura do eucalipto, com planilhas de mercado e preços nas regiões no estudo e de ativos florestais (áreas de arrendamento e reflorestamentos nas regiões delimitadas no estudo). Considerando-se recursos, oferta e usos e o estudo conceitual de alternativas para o uso de biomassa e de ativos florestais para arrendamento a fim de subsidiar os projetos da Mais Energia.

Os relatórios enumeram os dados da geração de resíduos das principais culturas florestais do eucalipto que tem o maior quantitativo de produção em São Paulo. Estes dados serão a base para as análises posteriores dos projetos da Mais Energia para utilização para a geração de energia. Avaliação dos tipos de biomassa da colheita e da madeira para fins de projetos energéticos em 80 municípios de São Paulo e uma avaliação da logística e dos custos. Os principais elementos obtidos nos levantamentos de campo no município são . Os produtos florestais madeireiros destinados ao mercado regional de São Paulo são originários, em sua grande maioria de reflorestamentos e de florestas plantadas com manejo, fato este corroborado pelas informações disponibilizadas pelo sistema DOF. Em levantamento prévio com as empresas constatamos o volume de resíduos (industriais – matéria-prima ao processo industrial) que temos disponíveis para o uso industrial.

Total de Biomassa dos Resíduos da Colheita e Extração Florestal em São Paulo. Para cálculo de resíduo florestal no processo de colheita em São Paulo foram utilizados os dados do IBGE relativos à área de produção da silvicultura de São Paulo de 1.181.857 hectares para os plantios florestais. Cultura de eucalipto (considerando ciclo de 7 anos) em São Paulo. Isto representa anualmente uma reserva estratégica de biomassa do processo de colheita e extração florestal de eucalipto no Estado de São Paulo para energia estimada em 885.717,28 toneladas (madeira sólida) de resíduos lenhosos na cultura de eucalipto (considerando ciclo de 7 anos). Estimativa de Resíduos da Madeira. Para estimativa do quantitativo de resíduos gerados na cadeia produtiva florestal, foram levados em conta apenas os resíduos oriundos de produtos madeireiros. Os resíduos de madeira são classificados em sua composição como resíduos lignocelulósicos, ou seja, contêm majoritariamente lignina e celulose, os quais têm origem tanto em atividades industriais quanto atividades rurais. Os resíduos lignocelulósicos geralmente apresentam baixa densidade, elevado teor de umidade e são dispersos geograficamente, encarecendo a coleta e o transporte. Assim sendo temos uma produção em tora (metros cúbicos) de 19.290.400 metros cúbicos e um quantitativo de resíduos (45% de perda no processamento) em total de 8 680 680 metros cúbicos



**BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA NOVA ENERGIA MATO GROSSO.** A Brasil Biomassa desenvolveu um estudo técnico de viabilidade e um mapeamento de biomassa no Mato Grosso para a Nova Energia.

Implantação de uma usina termelétrica com capacidade para geração de 14 MWh por 8.000 horas no ano, totalizando 112.000 MW por ano utilizando biomassa.

Na planta a biomassa florestal é utilizada para geração de energia térmica e os resíduos agroindustriais em biogás que alimentam motores, gerando : energia térmica e elétrica. Além do aproveitamento das cinza para o processo de adubo orgânico.

No projeto também desenvolvemos um estudo de geração de crédito de carbono.

Mapeamento de quantitativo de disponibilidade para fins de fornecimento de biomassa desenvolvido pela Brasil Biomassa na região.

Trabalhamos com os tipos de biomassa de bagaço e palha da cana-de-açúcar, da disponibilidade de cavaco de madeira, serragem e casca de eucalipto.

Também utilizamos os estudos de disponibilidade de biomassa da agricultura e agroindustrial na região envolvendo a casca de arroz, palha do milho e soja enfardada.

Este projeto foi desenvolvido pela Brasil Biomassa no Mato Grosso envolvendo o mapeamento de biomassa e a garantia de fornecimento, projeto estrutural da planta industrial de geração de energia, tecnologia de caldeira, financiamento e o projeto de



**BRASIL BIOMASSA INDUSTRIAL PELICAN PELLETS GRUPO LOUDUCA SÃO PAULO.** A Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa Pelican pellets (Louducca em pleno funcionamento) no Vale do Paraíba SP a maior unidade industrial no Brasil de aproveitamento da madeira de eucaliptos para o processamento industrial de Agropellets (36.000 ton./ano) e que estamos exportando para a Itália e a França. Utilizamos um mix de equipamentos nacionais e do exterior e o financiamento 100% pela linha de inovação pelo Desenvolve SP.



**BRASIL BIOMASSA INDUSTRIAL PELLETS PELETILAR RIO GRANDE DO SUL.** A Brasil Biomassa desenvolveu para a empresa Peletilar (em pleno funcionamento) da cidade de Canela Rio Grande do Sul da unidade industrial de aproveitamento da madeira de pinus e eucaliptos para o processamento industrial de Agropellets (24.000 ton./ano). Desenvolvemos plano de negócios, estudo de viabilidade, financiamento nacional da linha de equipamentos pelo BRDE RS, engenharia industrial e marketing. Utilizamos um mix de equipamentos nacionais e do exterior e o financiamento 100% pela linha de inovação pelo BRDE.



## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA REUNION TECNORED VALE BRASIL. A**

Brasil Biomassa desenvolveu para Reunion Engenharia/Tecnored/Vale um mapeamento técnico de fornecimento e do potencial de biomassa florestal e industrial em vinte e dois municípios nos Estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Paraná para o desenvolvimento de projetos de biocarvão. Avaliação dos tipos de biomassa agrícola e do beneficiamento agroindustrial e o potencial para fins de desenvolvimento de projeto de biocarvão ou da torrefação da biomassa com a ficha técnica de cada tipo de biomassa e uma avaliação da logística e dos custos.

Geração por fonte da biomassa na área delimitada das culturas: Arroz, Milho, Soja, Trigo, Café, Algodão, Amendoim, Feijão, Capim Elefante e da Palha e do Bagaço da Cana-de-açúcar Avaliação das regiões com maior potencial de biomassa florestal madeira, agrícola e agroindustrial e sucroenergético dos maiores players produtores com a maior quantidade de biomassa para dos projetos de bio-carvão.

Mapeamento das oportunidades de originação da biomassa. Contextualização do mercado de resíduos. Identificação de oferta e demanda de biomassa agrícola e agroindustrial. Identificação dos principais produtores e a disponibilidade de biomassa. Levantamento de preços de mercado e dos riscos de mercado. Retratamos os objetivos dos relatórios analíticos para conceber soluções técnicas para uma melhor alternativa para o aproveitamento da biomassa florestal e da madeira e agroindustrial e agricultura.

Relatório de mapeamento de oportunidades de originação de biomassa das principais culturas agroindustriais e da agricultura. As biomassas abordadas no relatório deverão seguir 3 pilares: Disponibilidade. Certificação (ou capacidade de se certificar). Manuseio factível e conhecido no mercado. Com base nos dados da produção/consumo são feitas estimativas dos montantes de resíduos gerados pela atividade florestal e do potencial energético dos resíduos de biomassa. Os resultados apresentados poderão servir de base para uma melhor avaliação da empresa para o uso sustentável e econômico de utilização da biomassa para os projetos futuros de projetos de bio carvão.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA REUNION TECNORED VALE BRASIL**

Mapeamento das oportunidades de originação: Estudos de mercado e os Maiores Players com Biomassa Florestal e Industrial no Brasil. Contextualização do mercado nacional de madeira (incluindo os resíduos). Identificação de oferta e demanda de madeira de Eucaliptos e Pinus . Identificação de produtores certificados (FSC e/ou Cerflor) como potenciais fornecedores ou fornecedores que possam ser certificados. Identificação dos principais produtores e a disponibilidade de biomassa. Balanço de mercado de oferta e demanda e tendências futuras (prazo de 10 anos. Levantamento de preços de mercado . Análise de riscos de mercado.

Para cumprir o trabalho desenvolvemos um mapeamento dos principais Estados produtores florestais (maior disponibilidade) e do processo da madeira e celulose, de biomassa agroindustrial e agrícola com o maiores players produtores de biomassa florestal com dados da localização, do quantitativo de biomassa, do comprometimento e uso comercial, do tipo de biomassa.

Avaliamos as principais culturas e os resíduos resultantes da produção madeireira. Os resultados apresentados poderão servir de base para uma melhor avaliação do setor e para a análise de possibilidades econômicas. A coleta de dados foi realizada a nível de informações primárias e secundárias, relativas ao mercado regional, caracterização das espécies e macrolocalização.

As informações primárias serão obtidas através de contato por telefone ou por videoconferência. As informações secundárias foram provenientes de consulta a literatura, banco de dados da ABIB Brasil Biomassa. Contratação de serviço de consultoria com o objetivo final de fornecer a Reunion Engenharia/Tecnored/Vale todo o conhecimento necessário para entender a estabilidade e as condições gerais do mercado de fornecimento de biomassa florestal e industrial e agroindustrial com os maiores players do setor com floresta certificada para projetos de bio carvão. Premissas do Mapeamento:

1. Provedores de matéria-prima florestal, industrial e agroindustrial.
2. Localização dos principais produtores de biomassa florestal industrial e agroindustrial.
3. Qual a disponibilidade de biomassa (biomassa florestal, industrial) com os principais produtores.
4. Quais os tipos de biomassa florestal industrial e agroindustrial.
5. Qual a composição físico-química dos tipos de matéria-prima (PCI, densidade).



## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA THE COLLEMAN SANTA CATARINA**

A Brasil Biomassa desenvolveu para a Empresa Catarinense de Biomassa do grupo The Colleman Group de São Paulo o maior projeto industrial de produção de pellets em Otacilio Costa em Santa Catarina.

Desenvolvemos um mapeamento de biomassa da madeira de pinus em Otacílio Costa e Lages e 28 municípios para garantia do fornecimento de matéria-prima para o sucesso da planta industrial.

Obteve dados coletados junto a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento e a Secretaria do Meio Ambiente de Santa Catarina desenvolvemos o mapeamento do potencial de biomassa de plantios florestais e de processo industrial de madeira.

Trabalhamos com os maiores players florestais e industriais ativos (contratados) de mais de 1.000.000 toneladas de toras e de cavacos de pinus (manejo e FSC) na região serrana em Santa Catarina.

O presente trabalho contemplou, um potencial de 1.600.000 toneladas anuais de biomassa disponível na região para o desenvolvimento de projetos industriais sustentáveis e energéticos dividido em sete municípios com maior disponibilidade para o desenvolvimento da planta industrial na cidade.





**BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL DE BIOMASSA THYSSEN BRASIL.** A Brasil Biomassa contratada pela Thyssen para o desenvolvimento de um mapeamento de produtores e o potencial de biomassa no Brasil para a instalação de equipamentos de torrefação da biomassa. Fizemos o maior mapeamento de todos os tipos de biomassa de origem florestal e do processo industrial da madeira, da agricultura e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético com potencial para a instalação de 8.500 linhas de equipamentos. Levantamento técnico dos maiores players produtores de biomassa no Brasil. Desenvolvemos estudos sobre Business case” para torrefação de biomassa no Brasil:

I. Oferta de biomassa. Geração Total de biomassa no Brasil – ton./ano. Geração por fonte da biomassa (madeira, bagaço de cana, agricultura etc.). Abertura do segmento madeira (exploração, reflorestamento, indústria etc.). Geração por região. Geração por indústria (celulose, açúcar e álcool, móvel etc. Tendências esperadas para alterações de volume.

II. Disponibilidade. Biomassa acessível comercialmente – ton./ano e R\$/ano por fonte, indústria e região (subproduto da atividade) custo por fonte, indústria e região (para estudo de viabilidade econômica) -- R\$/ton. Tendência da disponibilidade futura quanto ao volume e ao custo – ton./ano e R\$/ano.

III. Análise de mercado. Avaliação de potencial econômico do POLTORR. Energia potencial por biomassa e custo – W/ton. e R\$/ton. Custo logístico – R\$/ton. Definição do mercado potencial do POLTORR – equipamentos/ano e R\$/ano. Avaliação de mercado alcançável – equipamentos/ano e R\$/ano. Previsões pessimista, realista e otimista.

O relatório técnico desenvolvido veio em consolidar a tendência do potencial de mercado brasileiro para diagnosticar a geração de resíduos nos setores da agricultura pecuária, silvicultura e agroindústria primárias associadas, visando subsidiar uma decisão técnica da empresa ThyssenKrupp para o ingresso no mercado de processamento industrial da biomassa (torrefação) para fins de energia.

## PROJETOS INTERNACIONAIS

A Brasil Biomassa atuou em projetos internacionais de exportação de pellets, de desenvolvimento da tecnologia de secagem por microondas e projeto com cana-de-açúcar onde destacamos:



**Estados Unidos.** Trabalhamos para a Lee Energy Solutions do Alabama nos Estados Unidos em processo de produção e exportação de pellets para a Holanda.



**Canadá e Índia.** Trabalhamos para a Abellon Clean Energy com planta industrial no Canadá e na Índia em processo produção e exportação de pellets para a França.

**Portugal.** A Brasil Biomassa trabalhou no desenvolvimento da tecnologia de secagem por microondas em sistema de potencialização energética do woodchips com a Enerpura Portugal. O objetivo do projeto industrial era a redução das emissões de CO2 gerado pela queima de carvão pela termoelétrica em Sines da EDP.

**Itália e África do Sul.** A Brasil Biomassa trabalhou para a Building da Itália para atuação consultiva no Projeto MKUZE – África do Sul envolvendo o aproveitamento da palha da cana de açúcar para o processo de geração de energia térmica. A nova central de energia com o uso da palha da cana-de-açúcar.

**Peru e Japão.** A Brasil Biomassa está trabalhando para a empresa Mebiuss do Japão e Bioenergias do Peru para o desenvolvimento de estudos técnicos, teste industrial e para a implantação da maior planta mundial de produção de biopellets com a capacidade anual de 350 mil toneladas com a biomassa do sorgo forrageiro.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA UTE ENERGIA RIO GRANDE DO SUL**

A Brasil Biomassa desenvolveu para a UTE Energia RS um mapeamento para fornecimento de biomassa da madeira para uma unidade de geração de energia no Rio Grande do Sul.

Sendo a principal responsável pela destinação ambientalmente correta dos resíduos industriais do referido polo e também provedora de energia elétrica de qualidade para as indústrias e moradores do 4º distrito.

A unidade de geração de energia tem grande importância ao sistema elétrico local por conta da sua localização geoeletrica, injetando energia e disponibilizando potência na extremidade do alimentador AL-8, proveniente da SE, estabilizando tensão e melhorando os indicadores de DEC e FEC para os consumidores desta localidade.

Em nossos relatórios analíticos encontramos os seguintes dados:

A madeira em tora representou 31% do total da produção da silvicultura no Rio Grande do Sul, somando R\$ 745 milhões.

A lenha representou 27% do valor da produção nacional, o carvão vegetal representou 1% do valor da produção nacional.

Já no grupo de produtos florestais não madeireiros, a produção da casca de acácia-negra se destaca em nível nacional, estando no Rio Grande do Sul a totalidade da produção.

O consumo e a produção de lenha têm apresentado crescimento devido à substituição da lenha oriunda do extrativismo pela originária de florestas plantadas.

Avaliamos o potencial de biomassa dos principais municípios e de mais de 650 players produtores florestais e do setor da madeira, papel e celulose no Estado do Rio Grande do Sul.



**BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA VERACEL CELULOSE BAHIA.** A Brasil Biomassa esta desenvolvendo para uso energético em caldeira de vapor da Veracel Celulose uma mapeamento dos tipos de biomassa florestal e da madeira, agricultura, agroindustrial e sucroenergético no Estado da Bahia. Desenvolvemos um estudo técnico prospectando, mapeando e avaliando a logística de aproveitamento dos tipos de biomassas renováveis e de origem sustentável com a finalidade de atender a demanda energética da unidade fabril da Veracel em Eunápolis na Bahia.

Nosso estudo visa aproveitamento dos resíduos da agricultura e do beneficiamento agroindustrial, sucroenergético e da madeira com a finalidade de geração de energia/vapor para consumo próprio em caldeira de força de leito fluidizado borbulhante para geração: 90 t/h (biomassa + óleo BPF 1A). O aproveitamento sustentável dos tipos de biomassa na geração de energia vai gerar dividendos econômicos com uso de biomassa com baixo aproveitamento em passivo ambiental e crédito de carbono.

#### **RESULTADO FINAL DE DISPONIBILIDADE DE BIOMASSA**

**AGRICULTURA – AGROINDUSTRIAL – SUCROENERGÉTICO 22.198.284 TONELADAS POR ANO**

**FLORESTAL – MADEIRA -2.487.911 +4.103.340 = 6.591.251 TONELADAS POR ANO**

Os resultados são positivos para a empresa na redução da emissão de gás carbônico na atmosfera, numa redução de aproximadamente 78% nos custos de aquisição de matéria-prima e uma redução de 632.369 toneladas de gases de efeito estufa na atmosfera.

A Brasil Biomassa mapeou o potencial para garantia de fornecimento de biomassa das culturas agrícolas do Algodão, Amendoim, Arroz, Café, Cana-de-açúcar, Cocô verde, Dendê, Feijão, Milho, Soja e Trigo e de outras culturas adicionais como Açaí, Buriti, Coco Babaçu, Fruticultura (especial Banana, Laranja e Uva), Gramíneas forrageiras (sorgo), Mandioca, Piaçava e Sisal.

## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA VERACEL CELULOSE BAHIA**

Com base nestes dados, definiram-se as culturas com representatividade considerando-se sua área de produção, absoluta e percentual, por microrregião, tanto para as culturas permanentes como para as culturas temporárias. Nossos estudos são divididos em escala estadual em mesorregiões e por microrregião (avaliando a produção municipal) com avaliação da tecnologia de aproveitamento da biomassa e dos custos de logística de transporte. Desenvolvemos com planilhas e dados quantitativos da disponibilidade de biomassas alternativas de origem da agricultura, beneficiamento agroindustrial e sucroenergético por mesorregiões, microrregiões e municípios que podem atender a demanda energética da Veracel.

Avaliamos do potencial energético da biomassa da colheita da agricultura, beneficiamento agroindustrial e sucroenergético) denominando por geração total de biomassa por microrregião e uma tendência do volume total de biomassa disponível na Bahia.

Avaliamos da disponibilidade de biomassa com o acesso comercial na Bahia tipificando a sua disponibilidade e um preço por fonte produtiva (custo por fonte) para um estudo futuro de viabilidade econômica, bem como a tendência de disponibilidade futura.

O peso dos resíduos gerados no mapeamento nas principais culturas da silvicultura, agricultura e sucroenergético foi estimado a partir de dados nos indexadores da FAO que avalia o fator residual, o qual representa a porcentagem da biomassa total correspondente aos resíduos gerados durante o processamento dos produtos e a sua disponibilidade. No mapeamento avaliamos o potencial com base de produção e a disponibilidade dos tipos de biomassa. Uma avaliação da logística de produção e de transporte até a unidade industrial. Dos tipos de biomassas disponíveis e lícitas na região de abrangência da Veracel. O trabalho contemplou, portanto, um potencial de quase 8.487.911 ton.. biomassa florestal e do processo industrial da madeira e de quase 29.680.000 toneladas de biomassa da agricultura e sucroenergético disponível na Bahia para o uso energético. desenvolvimento de projetos industriais. Desenvolvemos um mapeamento técnico direto com os maiores produtores de biomassa para a empresa na Bahia. Trabalhamos no levantamento em 3.100 empresas diretamente ligadas ao setor de base florestal para produção de cavaco, serragem e maravalha. Nosso trabalho envolveu as pequenas empresas do setor florestal e da madeira ou seja 10.300 empresas que atuam no setor florestal, de produção de biomassa e do processo industrial da madeira.



## **BRASIL BIOMASSA MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA VOTORANTIM PARANÁ**

A Brasil Biomassa desenvolveu um estudo técnico e de mapeamento de biomassa para Grupo cimentos visando a mudança da matriz energética das indústrias de cimentos e siderurgia do grupo que utilizam o coque por biomassa.

Locais onde fizemos estudos de mapeamento de biomassa para substituição do coque em (10.000 ton. por mês): Rondônia - Porto Velho; Pará - Primavera; Tocantins - Xambioá. Ceará - Sobral; Pernambuco - Poty Paulista; Sergipe - Laranjeiras. Mato Grosso - Nobres; Goiás - Edealina; Distrito Federal - Sobradinho; Mato Grosso do Sul - Corumbá. Minas Gerais - Itau de Minas; Rio de Janeiro - Cantagalo - São Paulo - Salto do Pirapora e Santa Helena. Paraná - Rio Branco do Sul; Santa Catarina - Vidal Ramos; Rio G. Sul - Pinheiro Machado.



