

**BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA**

**ESTUDO MERCADO BIOMASSA FLORESTAL  
MADEIRA ESTADO MINAS GERAIS**

**2024**



# SUMÁRIO EXECUTIVO

<b>DECLARAÇÕES PROSPECTIVAS .....</b>	<b>18</b>
---------------------------------------	-----------

<b>DIRETRIZES GERAIS SUPRIMENTO DE BIOMASSA SUSTENTÁVEL.....</b>	<b>20</b>
--	-----------

- a. Biomassa para reduções emissões dos gases efeitos estufa
- 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
- 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 da Cadeia de Suprimento de Biomassa
  - m2. Modelo de sistema de fornecimento.
- n. Sistema de fornecimento de Biomassa
  - n1. Demanda por biomassa
  - n2. Uso da biomassa florestal
  - n3. Biomassa para geração de energia

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>37</b>
1.1. Escopo do Mapeamento de Biomassa Florestal e da Madeira	
1.2. Premissas Preliminares	
1.3. Objetivos do Estudo Técnico	
1.4. Abordagem do Trabalho	
1.5. Premissas do mercado da biomassa florestal e da madeira	
1.5.1. Diretrizes de Valoração Quantitativa dos Resíduos	
1.5.2. Base de Dados do Mapeamento dos Tipos de Biomassa	
1.5.3. Dados de Biomassa Florestal de Minas Gerais	
1.6. Metodologia de Desenvolvimento	
1.7. Equipe Responsável	
1.8. Processo de Qualidade da Brasil Biomassa	
1.9. Credenciais da Brasil Biomassa	
1.10. Projetos Desenvolvidos e Clientes da Brasil Biomassa	
<b>2. SETOR FLORESTAL BRASILEIRO.....</b>	<b>99</b>
2.1. Setor Florestal Brasileiro	
2.1.1 Silvicultura	
2.1.2. Setor Florestal e Industrial	

# SUMÁRIO EXECUTIVO

- 2.2. Área Plantada
- 2.3. Produtividade e Rotação das Florestas de Eucalipto e Pinus
  - 2.3.1. Eucalipto
  - 2.3.2. Pinus
  - 2.3.3. Floresta Energética
- 2,4, Certificação Florestal
- 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

<b>3. SETOR FLORESTAL MINAS GERAIS.....</b>	<b>160</b>
3.1. Considerações Preliminares	
3.2. Estado de Minas Gerais	
3.3. Aspectos Físicos de Minas Gerais	
3.4. Setor Florestal de Minas Gerais	
3.5. Cadeia Produtiva da Madeira	
3.6. Produtos Florestais Madeireiros de Minas Gerais	
3.7. Produção Industrial no Estado de Minas Gerais	
3.7.1. Carvão Vegetal	
3.7.2. Lenha	
3.7.3. Madeira em tora	
3.8. Florestas Plantadas de Minas Gerais	
3.9.. Estímulos às Atividades Florestais	
3.10. Tipos de Eucalipto no Estado de Minas Gerais	
<b>4. BIOMASSA E RESÍDUOS FLORESTAIS E INDUSTRIAIS MINAS GERAIS.....</b>	<b>230</b>
4.1. Biomassa no Estado de Minas Gerais	
4.1.1. Biomassa Energética Florestal	
4.1.2. Biomassa Energética Agrícola e Vegetal	
4.1.3. Rejeitos urbanos	
4.1.4. Florestas Energéticas e Industriais	
4.1.5. Resíduos Agrícolas e Agroindústrias	
4.1.6. Tipos de Biomassa	
4.1.7. Energia da Biomassa	
4.1.8. Benefícios Estratégicos e Econômicos da Biomassa	
4.1.9. Benefícios Sociais da Biomassa	
4.1.10. Benefícios Ambientais da Biomassa	
4.1.11. Resíduos Florestais em São Paulo	
4.2. Tipos de 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

## 4.21. Metodologia de cálculo dos resíduos florestais e do processo da madeira do Brasil

### 4.21.1. Metodologia de estimativa de resíduos da extração e colheita florestal

#### 4.21.1.1. Perda no corte e extração florestal

#### 4.21.1.2. Metodologia de cálculo dos resíduos da colheita florestal da madeira de pinus

#### 4.21.1.3. Cálculo da disponibilidade da biomassa do cavaco verde da colheita florestal da madeira de pinus

#### 4.21.1.4. Cálculo da disponibilidade da biomassa da serragem verde da colheita florestal da madeira de pinus

#### 4.21.1.5. Cálculo de disponibilidade total e do potencial de biomassa da colheita florestal da madeira de pinus

#### 4.21.2.1. Metodologia de cálculo dos resíduos da colheita florestal da madeira eucalipto

#### 4.21.2.2. Cálculo da disponibilidade da biomassa do cavaco verde da colheita florestal da madeira de eucalipto

#### 4.21.2.3. Cálculo da disponibilidade da biomassa da serragem verde da colheita florestal da madeira de eucalipto

#### 4.21.2.4. Cálculo de disponibilidade total e do potencial de biomassa da colheita florestal da madeira de eucalipto

### 4.21.3. Metodologia de cálculo dos resíduos do processo industrial da madeira do Brasil

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

#### 4.21.3.2. Cálculo de disponibilidade total e do potencial dos resíduos do processo industrial da madeira de pinus- tora para celulose

#### 4.21.3.3. Cálculo de disponibilidade total e do potencial dos resíduos do processo industrial da madeira de eucalipto- tora para celulose

- 4.21.3.4. Metodologia de cálculo dos resíduos do processo industrial da madeira - toras  
outras finalidades
- 4.21.3.5. Cálculo de disponibilidade total e do potencial de resíduos do processo  
industrial da madeira de pinus - toras para outras finalidades
- 4.21.3.6. Cálculo de disponibilidade total e do potencial de resíduos do processo  
industrial da madeira de eucalipto - toras para outras finalidades
- 4.21.4. Resultado final da disponibilidade total e do potencial de resíduos da colheita  
florestal e do processo industrial da madeira pinus/eucalipto no Brasil
- 4.21.5. Cálculo de disponibilidade total e do potencial da Lenha

## **V CRÉDITO DE CARBONO.....450**

- 5.1. Mercado de Carbono
  - 5.1.1. Mercado Regulado
  - 5.1.2. Mercado Voluntário
- 5.2. Tipos de créditos de carbono
- 5.3. Estruturas operacionais do mercado
- 5.4. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
- 5.5. Características das Reduções Certificadas de Emissão
- 5.6. Geração de Crédito de Carbono no Uso da Biomassa Florestal e Industrial
  - 5.6.1. Metodologia utilizada
  - 5.6.2. Estimativa de Emissões Reduzidas e Absorções de CO<sub>2</sub>
  - 5.6.3. Geração de créditos de carbono
  - 5.6.4. Teor de carbono total
  - 5.6.5. Emissão de CO<sub>2</sub>
- 5.7. Case de sucesso Crédito de Carbono uso da Biomassa

## **6. MINAS GERAIS.....500**

- 6.1. Estado de Minas Gerais
  - 6.1.1. Clima em Minas Gerais
  - 6.1.2. Hidrografia
  - 6.1.3. Relevo

- 6.1.4. Vegetação
- 6.1.5. Infraestrutura de Transportes
  - 6.1.5.1. Modal Rodoviário
  - 6.1.5.2. Transporte Ferroviário
- 6.2. Mesorregião Campo das Vertentes
  - 6.2.1. Microregião Barbacena
  - 6.2.2. Microregião Lavras
  - 6.2.3. Microregião São João del-Rei
- 6.3. Mesorregião Central Mineira
  - 6.3.1. Microregião Bom Despacho
  - 6.3.2. Microregião Curvelo
  - 6.3.3. Microregião Três Marias
- 6.4. Mesorregião Jequitinhonha
  - 6.4.1. Microregião Almenara
  - 6.4.2. Microregião Araçuaí
  - 6.4.3. Microregião Capelinha
  - 6.4.4. Microregião Diamantina
  - 6.4.5. Microregião Pedra Azul
- 6.5. Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte
  - 6.5.1. Microregião Belo Horizonte
  - 6.5.2. Microregião Conceição do Mato Dentro
  - 6.5.3. Microregião Conselheiro Lafaiete
  - 6.5.4. Microregião Itabira
  - 6.5.5. Microregião Itaguara
  - 6.5.6. Microregião Ouro Preto
  - 6.5.7. Microregião Pará de Minas
  - 6.5.8. Microregião Sete Lagoas
- 6.6. Mesorregião Noroeste de Minas
  - 6.6.1. Microregião Paracatu
  - 6.6.2. Microregião Unai

## 6.7. Mesorregião Norte de Minas

### 6.7.1. Microregião Bocaiuva

### 6.7.2. Microregião Grão Mogol

### 6.7.3. Microregião Janaúba

### 6.7.4. Microregião Januária

### 6.7.5. Microregião Montes Claros

### 6.7.6. Microregião Pirapora

### 6.7.7. Microregião Salinas

## 6.8. Mesorregião Oeste de Minas

### 6.8.1. Microregião Campo Belo

### 6.8.2. Microregião Divinópolis

### 6.8.3. Microregião Formiga

### 6.8.4. Microregião Oliveira

### 6.8.5. Microregião Piumhi

## 6.9. Mesorregião Sul e Sudoeste de Minas

### 6.9.1. Microregião Alfenas

### 6.9.2. Microregião Andrelândia

### 6.9.3. Microregião Itajubá

### 6.9.4. Microregião Passos

### 6.9.5. Microregião Poços de Caldas

### 6.9.6. Microregião Pouso Alegre

### 6.9.7. Microregião Santa Rita do Sapucaí

### 6.9.8. Microregião São Lourenço

### 6.9.9. Microregião São Sebastião do Paraíso

### 6.9.10. Microregião Varginha

## 6.10. Mesorregião Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

### 6.10.1. Microregião Araxá

### 6.10.2. Microregião Frutal

### 6.10.3. Microregião Ituiutaba

6.10.4. Microregião Patos de Minas	
6.10.5. Microregião Patrocínio	
6.10.6. Microregião Uberaba	
6.10.7. Microregião Uberlândia	
6.11. Mesorregião Vale do Mucuri	
6.11.1. Microregião Nanuque	
6.11.2. Microregião Teófilo Otoni	
6.12. Mesorregião Vale do Rio Doce	
6.12.1. Microregião Aimorés	
6.12.2. Microregião Caratinga	
6.12.3. Microregião Governador Valadares	
6.12.4. Microregião Guanhães	
6.12.5. Microregião Ipatinga	
6.12.6. Microregião Mantena	
6.12.7. Microregião Peçanha	
6.13. Mesorregião Zona da Mata	
6.13.1. Microregião Cataguases	
6.13.2. Microregião Juiz de Fora	
6.13.3. Microregião Manhuaçu	
6.13.4. Microregião Muriaé	
6.13.5. Microregião Ponte Nova	
6.13.6. Microregião Ubá	
6.13.7. Microregião Viçosa	
<b>7. PANORAMA FLORESTAL MADEIRA MINAS GERAIS.....</b>	<b>600</b>
7.1. Panorama do Setor Florestal e da Madeira em Minas Gerais	
7.2. Silvicultura em Minas Gerais	
7.2.1. Área de produção florestal Minas Gerais	
7.2.2. Área total produção florestal Minas Gerais Municípios	
7.2.3. Cultivo florestal de eucaliptos em Minas Gerais Municípios	
7.2.4. Cultivo florestal de pinus em Minas Gerais Municípios	

## **7.3. Carvão Vegetal na Silvicultura em Minas Gerais**

**7.3.1. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Noroeste de Minas Gerais**

**7.3.2. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Norte de Minas Gerais**

**7.3.3. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Jequitinhonha**

**7.3.4. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Vale do Mucuri**

**7.3.5. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Triângulo Mineiro**

**7.3.6. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião da Central Mineira**

**7.3.7. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião da Metropolitana de Belo Horizonte**

**7.3.8. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Vale do Rio Doce**

**7.3.9. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Oeste de Minas**

**7.3.10. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Sul e Sudoeste de Minas**

**7.3.11. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião do Campos dos Vertentes**

**7.3.12. Produção de Carvão na Silvicultura na mesorregião da Zona da Mata**

## **7.4. Lenha na Silvicultura em Minas Gerais**

**7.4.1. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião do Noroeste de Minas Gerais**

**7.4.2. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião do Norte de Minas Gerais**

**7.4.3. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião do Jequitinhonha**

**7.4.4. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião Vale do Mucuri**

**7.4.5. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião do Triângulo Mineiro**

**7.4.6. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião da Central Mineira**

**7.4.7. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte**

**7.4.8. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião do Vale do Rio Doce**

**7.4.9. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião do Oeste de Minas**

**7.4.10. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião do Sul e Sudoeste de Minas**

**7.4.11. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião do do Campos dos Vertentes**

**7.4.12. Produção de Lenha na Silvicultura na mesorregião da Zona da Mata**

## **7.5. Madeira em Tora na Silvicultura em Minas Gerais**

**7.5.1. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião do Noroeste de Minas Gerais**

**7.5.2. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião do Norte de Minas Gerais**

**7.5.3. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião do Jequitinhonha**

**7.5.4. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião Vale do Mucuri**

**7.5.5. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião do Triângulo Mineiro**

**7.5.6. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião Central Mineira**

**7.5.7. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte**

**7.5.8. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião do Vale do Rio Doce**

**7.5.9. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião do Oeste de Minas**

**7.5.10. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião do Sul e Sudoeste de Minas**

**7.5.11. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião do Campos dos Vertentes**

**7.5.12. Produção de Madeira em tora na Silvicultura na mesorregião da Zona da Mata**

## **7.6. Madeira em Tora para outras finalidades na Silvicultura em Minas Gerais**

**7.6.1. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião do Noroeste de Minas Gerais**

**7.6.2. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião do Norte de Minas Gerais**

**7.6.3. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião do Jequitinhonha**

**7.6.4. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião Vale do Mucuri**

**7.6.5. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião do Triângulo Mineiro**

7.6.6. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião Central Mineira

7.6.7. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte

7.6.8. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião do Vale do Rio Doce

7.6.9. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião do Oeste de Minas

7.6.10. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião Sul e Sudoeste de Minas

7.6.11. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião Campos dos Vertentes

7.6.12. Produção de Madeira em tora para outras finalidades na Silvicultura na mesorregião da Zona da Mata

## **8. MAPEAMENTO POTENCIAL BIOMASSA FLORESTAL MADEIRA MINAS GERAIS.....730**

8.1. Mapeamento Florestal e Industrial

8.2. Metodologia de cálculo dos resíduos florestais

8.2.1. Determinação do teor de umidade

8.2.2. Determinação da proporção dos componentes

8.2.3. Determinação da densidade a granel

8.2.4. Determinação da granulometria

8.2.5. Análise estatística

8.3. Metodologia de estimativa de Resíduos da Extração e Colheita Florestal no campo

8.4. Metodologia de estimativa de Resíduos da Extração e da Colheita Florestal

8.5. Metodologia de estimativa de Resíduos do Processo Industrial da Madeira

8.6. Dados gerais de produção e disponibilidade de biomassa florestal e do processo industrial em Minas Gerais

8.6.1. Dados de área de floresta plantada silvicultura de eucalipto nas mesorregiões

8.6.2. Dados de produção da tora para celulose da silvicultura nas mesorregiões

8.6.3. Dados de produção da tora outras finalidades nas mesorregiões

8.6.4. Dados de produção da lenha da silvicultura nas mesorregiões

8.7. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira em Minas Gerais

8.7.1. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Noroeste

8.7.2. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Norte

8.7.3. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Jequitinhonha

8.7.4. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Vale do Mucuri

8.7.5. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Triângulo Mineiro

8.7.6. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Central Mineira

8.7.7. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte

8.7.8. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Vale do Rio Doce

8.7.9. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Oeste de Minas

8.7.10. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Sul e Sudoeste de Minas

8.7.11. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Campos dos Vertentes

8.7.12. Potencial de Biomassa Florestal e do Processo Industrial da Madeira na Mesorregião Zona da Mata

8.8. Fase da Logística de Transporte

**BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA**

# **ESTUDO DO MERCADO BIOMASSA FLORESTAL MADEIRA ESTADO MINAS GERAIS PLAYERS PRODUTORES**

Catálogo na Fonte Brasil. ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável

Estudo de Mercado Biomassa Florestal e da Madeira no Estado de Minas Gerais

Players Produtores de Biomassa Florestal e da Madeira em Minas Gerais

Brasil Biomassa e Energia Renovável. Curitiba. Paraná. 2024

Conteúdo: 1. Análise da Biomassa Brasil- 2. Projeções de Produção de Biomassa - 3. Geração energia com o uso da Biomassa - 4. Potencial de Biomassa em Minas Gerais- 5. Fonte alternativa de energia. 6. Produtores de Biomassa Florestal e da Madeira em Minas Gerais

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.

**Estudo de Mercado Biomassa Florestal e da Madeira no Estado de Minas Gerais  
Players Produtores de Biomassa Florestal e da Madeira em Minas Gerais**

**Edição 2024 Total de páginas 850 + planilhas com 22.000 produtores**

Para mais detalhes desta publicação e aquisição da publicação na loja virtual com o pagamento por pix ou depósito bancário ou no cartão de crédito em seis pagamento sem juros

Também pelo Whats Empresarial (41) 998173023 da ABIB Brasil Biomassa

Desenvolvido pelo comitê Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável

Pela equipe técnica da Brasil Biomassa Consultoria Mapeamento Engenharia e Tecnologia

Av. Candido Hartmann, 570 24 andar Conj. 243 Champagnat Curitiba Paraná

Fone Whats (41) 998173023 ou (41) 996473481

## DECLARAÇÕES PROSPECTIVAS



Este Relatório analítico do mapeamento de biomassa florestal e da madeira do Estado de Minas Gerais contém certas declarações prospectivas que dizem respeito a eventos futuros ou desempenho futuro do mercado brasileiro 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 Relatório analítico 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 em Minas Gerais e os players produtores.

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 Relatório.

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA**

**DIRETRIZES GERAIS SUPRIMENTO DE  
BIOMASSA SUSTENTÁVEL**

**2024**





**a. Biomassa para reduções emissões Gases do Efeito Estufa.** 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 2,6%/ano, até 2030.

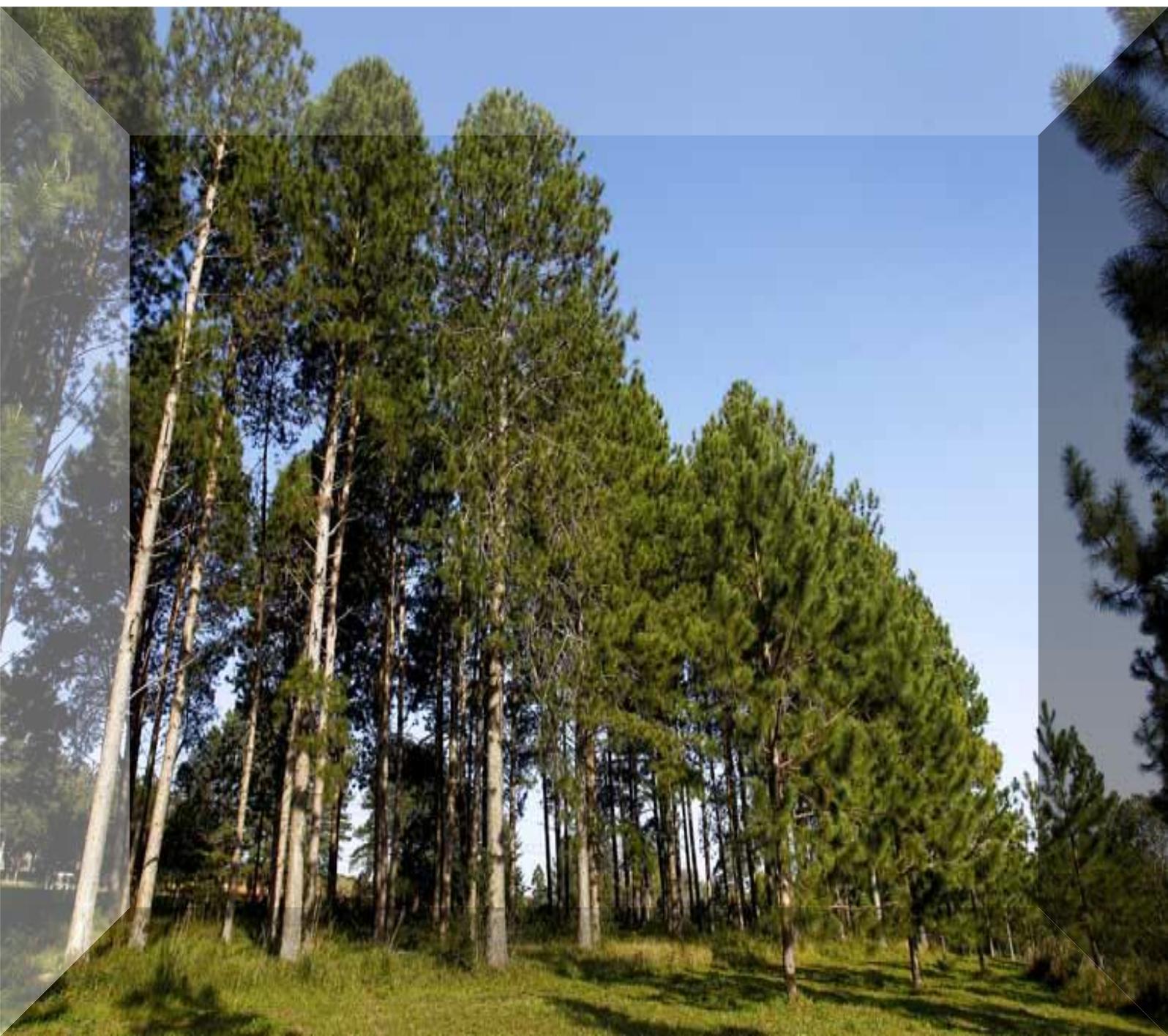
Devido à crescente procura de energia, a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) espera que os gases com efeito de estufa (GEE) aumentem 50% até 2050, e possivelmente até 750 ppm até 2100, se não forem utilizadas energias de baixo carbono.

A crescente 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 responsáveis por dois terços dos resíduos de biomassa provenientes da produção agrícola e florestal. 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). Neste sentido é que a Brasil Biomassa desenvolve o mapeamento dos tipos de biomassa para suprimento energético e para o desenvolvimento de projetos sustentáveis (pellets) zero carbono.



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

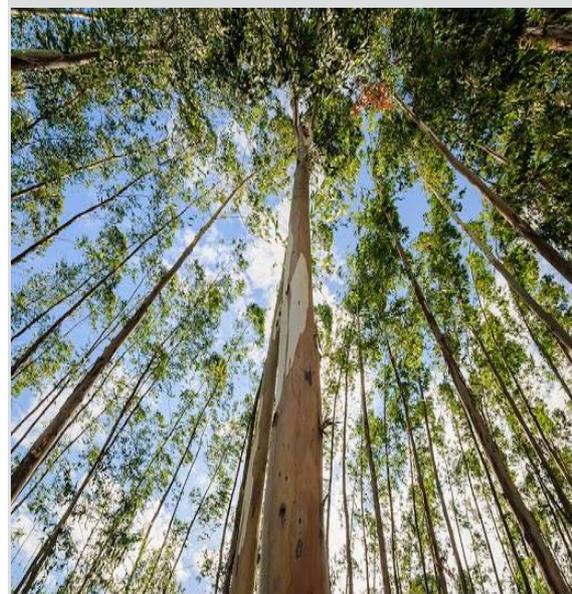
Com base em um relatório recente do Instituto Goddard da NASA para pesquisa espacial, o nível de gás CO<sub>2</sub> no ar é o mais alto dos últimos 650.000 anos. O desenvolvimento de fontes renováveis de energia surgiu claramente como uma política promissora para melhorar o frágil sistema energético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

As fontes de energia renováveis como a biomassa 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 e para desenvolvimento de plantas industriais zero carbono.

A biomassa engloba as culturas energéticas e os resíduos florestais e do processo industrial da madeira, agrícolas e do beneficiamento agroindustrial e sucroenergético. 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.

Consequentemente, é imperativo parar a tendência de uso de combustíveis fósseis e usar todos os tipos de energias renováveis como a biomassa peletizada. 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 como a biomassa peletizada.

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 peletizada 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 peletizada 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.

**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.

**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 peletizada com o carvão reduz as emissões de poluentes atmosféricos como cinzas, mercúrio, nitrogênio, enxofre e outros poluentes que são prejudiciais ao meio ambiente. 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.

**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.

**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.

**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 peletizada. 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 peletizada. 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 peletizada provavelmente resultará em emissões significativas, que podem deslocar completamente quaisquer benefícios ambientais.

**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.

**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  $CO_2$ .



A biomassa peletizada 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 ferro e 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 peletização, torrefação, pirólise, gaseificação ou liquefação.

**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.

**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 em utilizar esta fonte energética.

**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:

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.

**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.

**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.

**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

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.



**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.

**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 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.



**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.

**11. 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.

**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.

**l3. 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.

**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.

A biomassa peletizada 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

**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.



**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.** 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.

**n1. Demanda por biomassa.** A demanda comercial por combustível de madeira está aumentando rapidamente 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.

**n3. 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. Outros tipos de combustível de bioenergia são combustível da palha do milho e resíduos das indústrias de papel e celulose. As usinas de aquecimento podem usar vários desses tipos de combustível de bioenergia para satisfazer uma determinada demanda de combustível em várias usinas de aquecimento.

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.



INTRODUÇÃO

2024



# INTRODUÇÃO



**1.1. Escopo do Mapeamento de Biomassa Florestal e da Madeira.** 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. Minas Gerais 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 mapeamento da cadeia florestal e da madeira, a quantificação e disponibilidade de biomassa e o monitoramento do suprimento é fundamental para o desenvolvimento sustentável ambiental. Neste sentido, a Brasil Biomassa está desenvolvendo um minucioso mapeamento de biomassa de origem florestal e do processo industrial da madeira em Minas Gerais. Foram mapeados 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.

# INTRODUÇÃO



Diante do exposto, o presente trabalho tem como escopo principal, o levantamento do quantitativo de geração de biomassa do setor florestal e da madeira em Minas Gerais e uma estimativa do estoque de biomassa que pode ser aproveitado para a instalação segura de uma planta industrial de pellets. Para atender ao escopo dos trabalhos:

i) Realizamos um amplo estudo de mapeamento da produção e da disponibilidade de biomassa da cadeia dos produtores florestais e da indústria da madeira por mesorregiões em Minas Gerais.

ii) Modelo de negócios entre os players produtores do setor florestal e da madeira e do gerenciamento da cadeia de suprimento de biomassa.

iv) Análise o estoque de biomassa que pode ser aproveitada (produção de cavaco de madeira, serragem e maravalha) para uso na planta industrial de produção de pellets em Minas Gerais.

v) Avaliação acerca da viabilidade do uso e dos custos dos tipos de biomassa para uso industrial (avaliação dos preços de mercado e dos custos logísticos) em Minas Gerais.

# INTRODUÇÃO

**1.2.Premissas Preliminares.** A Brasil Biomassa está desenvolvendo um estudo de mercado de aproveitamento da biomassa sustentável para o desenvolvimento de dois mapeamentos dos tipos de biomassa em Minas Gerais para garantia de suprimento para uso energético,.

Com o objetivo de melhor conhecer as possibilidades de uso de florestas plantadas de pinus e eucalipto para o aproveitamento residual na planta industrial contratou a Brasil Biomassa para o levantamento do potencial e da disponibilidade de biomassa florestal e do processo industrial da madeira e de um desk study sobre as reais oportunidades para investimento.

Este estudo técnico desenvolvido pela Brasil Biomassa envolve um Mapeamento de biomassa florestal e do processo Industrial da madeira por mesorregiões em Minas Gerais.



# INTRODUÇÃO



Um estudo de mercado envolvendo explicações de ordem técnica sobre a produção e o uso da biomassa, dados do setor florestal nacional e de Minas Gerais com planilhas de mercado e preços nas regiões delimitada no estudo e o potencial e de disponibilidade de produção florestal e industrial considerando-se recursos, oferta e usos e o estudo conceitual de alternativas para o uso de biomassa.

Retratamos preliminarmente no relatório analítico para:

Conceber soluções técnicas para melhor alternativa no aproveitamento da biomassa de origem florestal e processo industrial da madeira em Minas Gerais como uma fonte energética para o projeto de produção de pellets.

Identificar e quantificar os resíduos, rejeitos e subprodutos gerados da biomassa da cultura florestal e da madeira por mesorregiões e microrregiões em Minas Gerais.

Realizar 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 ao projeto de produção de pellets.

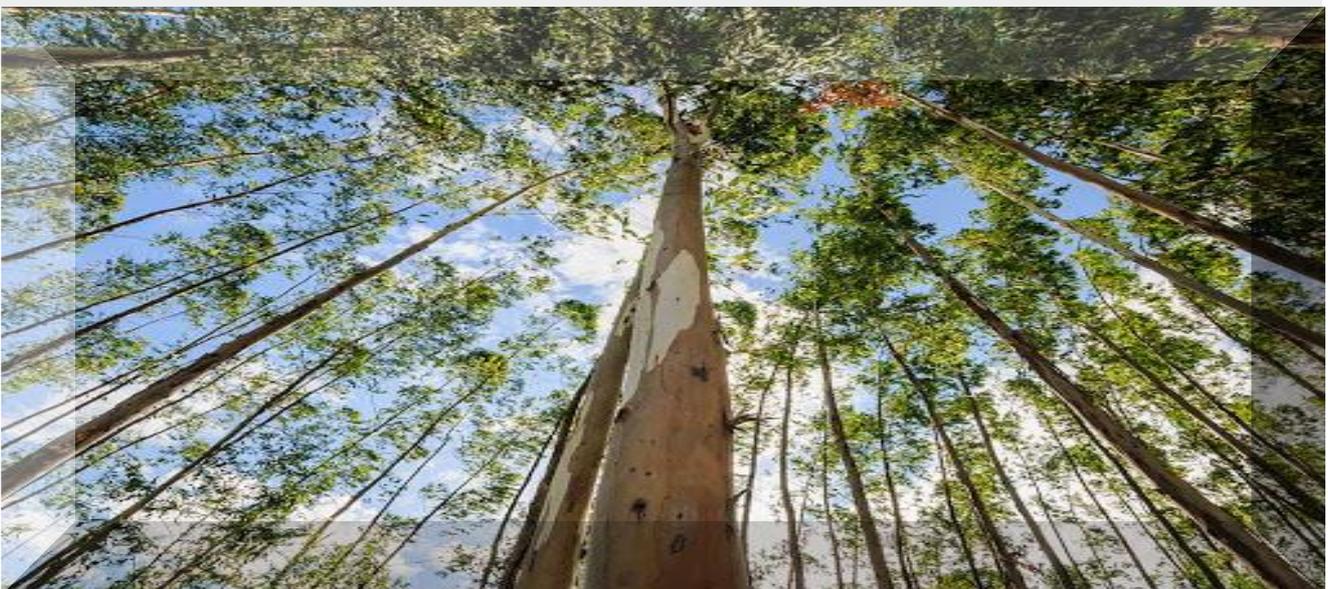
# INTRODUÇÃO

Este trabalho vai subsidiar uma avaliação dos principais produtores florestais e da madeira e com base nos dados da produção/consumo e de estimativas dos montantes de resíduos gerados para segurança do suprimento da empresa. Os resultados apresentados poderão servir de base para uma melhor avaliação da empresa para o uso sustentável e econômico.

**1.3.Objetivos do Estudo Técnico.** O objetivo geral dos trabalhos de mapeamento de biomassa para suprimento, aqui apresentados foi de subsidiar o grupo internacional com informações no sentido de ampliar seu entendimento sobre as oportunidades de aproveitamento da biomassa florestal e da madeira em Minas Gerais para garantia segura do investimento.

O objetivo específico deste mapeamento de biomassa foi quantificar e localizar por mesorregiões e microrregiões no Estado de Minas Gerais, a biomassa florestal proveniente de pinus e eucalipto, fornecimento de madeira e potencialidade da biomassa para a implantação segura (fornecimento seguro de matéria-prima para garantia de suprimento a longo prazo) da planta industrial.

O mapeamento considerou um levantamento da disponibilidade não só de biomassa florestal, mas também de resíduos do processo industrial da madeira, com suprimento de cavaco, serragem, maravalha e tora fina por ano para um período mínimo de 10 anos de operação.



# INTRODUÇÃO

Para alcançar este objetivo desenvolvemos uma avaliação com dados de produção e de disponibilidade de biomassa nas mesorregiões em Minas Gerais contendo a capacidade de produção, localização dos produtores, contato dos produtores, quantidades e tipos de biomassa.

Estas informações são tabuladas e consistidas com o objetivo de analisar/entender a dinâmica atual do negócio (demanda, forma de abastecimento). Com base nas informações de mercado estamos avaliando no presente estudo:

Principais players fornecedores e modelos de negócio. Estimativa da oferta sustentada (em raio econômico a partir das áreas delimitadas em Minas Gerais).

Identificação de áreas florestais de concorrentes (players de mercado) comprometidas com consumo próprio (conforme disponibilidade da informação).



# INTRODUÇÃO

Estimativa do volume disponível/comprometido (amostral) por tipo de biomassa de interesse para o estudo (tora fina, cavaco, maravalha, serragem e outros a serem definidos e acordados) ao longo do horizonte de análise.

Estimativa do volume, tendo como base um levantamento amostral da demanda atual e potencial, de biomassa.

Planilha com preços e custos médios (base CIF) de mercado para biomassa florestal e outras aplicáveis para fins energéticos; os preços levantados deverão separar as parcelas referentes à biomassa e ao transporte da mesma até o ponto de consumo.

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

**1.4.Abordagem do Trabalho.** A abordagem de trabalho desenvolvido do mapeamento de biomassa florestal e da madeira é delimitado dentro de uma área de abrangência geográfica de Minas Gerais. Do ponto de vista geográfico, os trabalhos tiveram como foco o Estado de Minas Gerais dividido em mesorregiões .



# INTRODUÇÃO



Retratamos novamente que o escopo do presente estudo contempla basicamente os seguintes aspectos principais para atender as necessidades do grupo internacional:

- i. Levantamento dos produtores florestais e da indústria da madeira: foco em biomassa (cavaco, serragem e maravalha)/tora (madeira);
- ii. Culturas florestais Minas Gerais: Oriundas de florestas plantadas (Eucalyptus e Pinus);
- iii. Principais atividades do setor florestal e da madeira:
  - Caracterização do perfil dos players florestas plantadas e da cadeia industrial da madeira e segmentos produtores em Minas Gerais (ênfase em produção e de disponibilidade); e
  - Análise do potencial de biomassa (quantitativo e os preços) para a implantação da unidade industrial de pellets.

Delimitamos uma forma de abordagem de trabalho com estimativa do volume de madeira de pinus por meio da correlação entre dados espectrais e características dendrométricas do povoamento. A partir de imagens obtidas pelos sensores Landsat-8 e Sentinel-2, os índices de vegetação médios em floresta planta de pinus foram obtidos e correlacionados com o volume. Para os dados do Landsat-8, o índice com a melhor correlação foi o GNDVI com 0,5195 e para o Sentinel-2, o SAVI, com 0,4968. O ajuste das equações de regressão com esses índices apresentou  $R^2$  ajustado de 0,5145 e Syx (%) de 14,74% para o Landsat-8, e 0,4673 e 15,20% para o Sentinel-2. Segundo a análise de variância, não houve diferença significativa entre o volume estimado pelo mapeamento de biomassa e por dados de Sensoriamento Remoto.

# INTRODUÇÃO

Para cumprir o trabalho desenvolvemos um mapeamento dos principais produtores de biomassa (processada) e produtores florestais com dados da localização, do quantitativo de biomassa, do comprometimento e uso comercial, do tipo de biomassa. E as suas características (PCI, densidade, custo CPT, volume de crescimento por ano) e o preço. Neste item é apresentada a abordagem geral do estudo, a área de abrangência e a metodologia utilizada na realização deste trabalho no que concerne a:

- i. Mercado e preços da biomassa florestal e da madeira;
- iii. Macrolocalização dos produtores da indústria base florestal e da madeira

**1.5. Premissas do mercado da biomassa florestal e da madeira.** As premissas do relatório analítico da produção florestal e do processo da madeira e um panorama de empresas produtoras de biomassa com quantitativo de disponibilidade e os indicadores de custos especialmente:

1. Provedores de matéria-prima (florestal e processamento industrial da madeira do tipo pinus e eucalipto para suprir as necessidades estimadas para a planta industrial de produção de pellets.
2. Localização dos principais produtores de biomassa florestal e industrial por mesorregião (microrregiões) em Minas Gerais.



# INTRODUÇÃO



**3. Disponibilidade de biomassa (biomassa florestal, industrial) com os principais produtores em Minas Gerais durante um período de dez anos para garantia do fornecimento .**

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:

**a. Considerações gerais do mercado florestal e da madeira em Minas Gerais acerca dos produtos (cavaco, serragem e maravalha) provenientes da cadeia setorial das culturas de pinus e eucalipto.**

**b. Oferta: Descrição do mercado de biomassa florestal e da madeira com oferta (disponibilidade de biomassa) no Estado de Minas Gerais. Foram coletados dados referentes aos players produtores florestais e da madeira.**

**c. Demanda: Descrição e quantificação (volume de biomassa) dos produtos comercializados em Minas Gerais no que concerne ao cavaco de madeira, serragem e maravalha para suprimento.**

**d. Preço: Precificação dos produtos levantados (cavaco, serragem e maravalha) e dos custos logísticos (preço do produto e dos valores do frete e da entrega do produto) para a viabilidade econômica..**

# INTRODUÇÃO

**1.5.1. 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 em Minas Gerais.

**1.5.2. Base de Dados do Mapeamento dos Tipos de Biomassa.** Utilizamos 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 de Minas Gerais, IBÁ. Secretaria estadual de abastecimento e agricultura e meio ambiente de Minas Gerais e do banco de dados da ABIB Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável.



# INTRODUÇÃO



A caracterização do mercado estadual de produtos madeiráveis com a cultura florestal do pinus e do eucalipto envolvendo as seguintes atividades:

- a. Levantamento de informação primária: O levantamento primário de informações foi realizado através de uma coletânea de dados de produção e dos produtores e o foco principal a identificação da oferta e da demanda por produtos madeireiros de pinus e eucalipto em Minas Gerais.
- b. Levantamento de informações secundárias: Com o intuito de complementar as informações obtidas foi realizada uma pesquisa no banco de dados da ABIB Brasil Biomassa e do Instituto Florestal e de Associações de Florestas Plantadas em Minas Gerais e dados da Secretaria Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais.
- c. Informações do Sistema DOF: Para complementação de informações de mercado, foram ainda repassadas algumas informações do sistema DOF pela SEMA passíveis de divulgação - dados de origem (oferta) e destino (demanda) de diferentes produtos (tora, madeira serrada e outros) em nível estadual (Minas Gerais).

**1.5.3. Dados de Biomassa Florestal de Minas Gerais.** Nosso estudo identificou por meio de sensoriamento remoto as áreas com florestas plantadas em Minas Gerais. A conclusão do estudo foi que a área total com florestas plantadas no estado.

# INTRODUÇÃO

**1.6. Metodologia de Desenvolvimento.** Desenvolvemos uma metodologia de avaliação técnica da valoração dos tipos de biomassa florestal e do processo da madeira e uma análise do cenário de Minas Gerais em relação à geração de resíduos (florestal e da madeira) e ao seu potencial e de disponibilidade para o suprimento.

Para determinar a produção e do quantitativo de disponibilidade da biomassa da cadeia florestal e da madeira em Minas Gerais e o posterior cálculo da geração de resíduos, foram utilizados dados da produção da silvicultura (produção de tora, lenha e de toras para outras finalidades) e posteriormente definiram-se os dados de produção e de disponibilidade por mesorregião e depois em cada uma das microrregiões. Nos aspectos metodológicos os estudos desenvolvidos podem ser estruturados em grandes grupos, a saber:

Avaliação do potencial de biomassa da silvicultura da cultura de pinus e eucalipto, que compreende a formulação de cenários sobre o setor florestal e industrial da madeira, valorando os resíduos gerados (colheita, extração e exploração florestal e do processo industrial da madeira) em cada setor e a denominação do potencial de geração de resíduos (cavaco, serragem e maravalha).



# INTRODUÇÃO



Avaliação do potencial de disponibilidade da biomassa denominando por geração total de biomassa por mesorregião e por microrregião e uma tendência do volume total de biomassa disponível nos próximos dez anos.

Avaliação da disponibilidade de biomassa com o acesso comercial em Minas Gerais 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 recolhimento e processamento de dados é uma das fases mais trabalhosa do mapeamento pois envolve um grande número de informações sobre a produção e o consumo dos tipos de biomassa florestal e da madeira.

Alguns desses dados são originários de várias fontes sob a forma de consulta, cartografia e imagens de satélite, estatísticas de produção na região e relatórios analíticos dos tipos de biomassa desenvolvidos pela Brasil Biomassa. Um aspecto importante no pré-processamento dos dados consiste na construção da base de dados colocando toda a informação sobre a mesma estrutura suporte e normalizando toda a informação.

Para avaliar os custos relacionados com os tipos de biomassa são contatados diretamente de entidades do setor, sindicatos, associação dos produtores florestais e de mercado obtendo assim um agrupamento de dados que são discriminados em planilha de preços e custos de biomassa.

# INTRODUÇÃO

Ainda temos os custos de produção e os custos de transporte que são fatores de grande influência para avaliar a viabilidade do uso da biomassa florestal e da madeira na forma de cavaco de madeira, serragem e maravalha em determinada mesorregião/microrregião em Minas Gerais.

A metodologia explora este conjunto de informação pré-processada com o desenvolvimento de mapa dos tipos de biomassa florestal e da madeira e outros resultados da viabilidade, técnica e econômica. Consiste em projetar a informação de recursos e de consumos, sobre uma plataforma geográfica comum considerando o contexto de produção industrial.

A metodologia deve ser implementada de forma que possa ser aplicável em todas as microrregiões com disponibilidade de biomassa com a nossa base de dados sobre a metodologia de cálculo dos tipos de biomassa. A elevada quantidade de parâmetros utilizada pelo modelo recomenda que seja utilizado com o objetivo de potencializar um quantitativo de biomassa.



# INTRODUÇÃO



**1.7. Equipe Responsável.** Nossa abordagem considera o elemento humano fundamental para que os objetivos sejam atendidos. Dessa forma, procuramos formar uma equipe com total expertise e domínio das áreas de levantamento técnico e de consumo e na área de biomassa florestal e da madeira para o projeto industrial de produção de pellets. O projeto é conduzido por profissionais especializados na área florestal/industrial, mercado e gestão de negócios. O projeto consultivo é conduzido por profissionais especializados em avaliação de empresas produtoras e consumidoras de biomassa, engenharia industrial e projetos, mercado nacional e gestão de negócios e assessoria financeira e finanças corporativas da Brasil Biomassa.

Coordenado pelo consultor Celso Oliveira, Consultor especializado em desenvolvimento de projetos industriais sustentáveis zero carbono e na área de biomassa, biogás, biocarbono, pellets e bioenergia. Formação em contencioso jurídico e direito empresarial internacional formado pela PUC-PR e Especialização em Bioenergia e Biomassa pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Lisboa Portugal. . Autor das Obras Energia Renovável, Wood Pellets Brasil e Biomassa e Bioenergia. Diretor Executivo da Brasil Biomassa e Energia Renovável empresa responsável pelo desenvolvimento de 159 projetos industriais no Brasil, Estados Unidos e Europa. Conferencista com mais de cento e cinco palestras em Congressos nacionais e Internacionais com destaque All About Energy, Biomass Investing Brazil, Energy Summit e América Pulp & Paper Outlook Conference. Diretor Executivo da European Energy SRL. Coordenador do Congresso Brasileiro de Biomassa e Bioenergia. Convidado pelo Governo Federal para a participação da Missão Brasil Holanda Acordo Bilateral de Bioenergia e Biomassa. Presidente da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável e Diretor Executivo do Instituto Brasileiro Pellets, Biomassa e Briquete (IBP).

# INTRODUÇÃO

**1.8. Processo de Qualidade da Brasil Biomassa.** O processo de revisão seguido na Brasil Biomassa é bastante criterioso e composto de várias etapas, nas quais profissionais qualificados, de todos os níveis hierárquicos. O projeto consultivo deste nosso trabalho, passam por revisões nos mesmos níveis que os modelos desenvolvidos e agrega-se a este processo a revisão dos sócios responsáveis pela área. Todo este processo de revisão garante que todos os trabalhos sejam executados no mais alto padrão de qualidade. É referência na criação e implementação de projetos de alta performance integrados para o setor como pode ser observado aos nossos principais clientes: Grupo BMG, Bertin Bioenergia, Biopellets Brasil, Naturasul Engenharia, Cosan Biomassa Raizen, Grupo Eike Batista, ThyssenGroup, Amendôas do Brasil, Imerys Caulin, Butiá WoodPellets, Gerdau Siderúrgica, Reunion/Tecnored/Vale, Saint Gobain, The Collemann Group, Pelican Pellets do Grupo Louducca, Adami Madeiras, Granbio Bioenergia, Valorem Florestal, Grow Florestal, Yrendague Maderas Paraguay, Larsil Florestal, Madeireira WS, Imezza Industrial, VPB Biomassa, CVC Celulose, Manchester Florestal, Granosul Brasil, Mais Energia, Lee Energy Solution USA, Building Energy da Itália e Abellon Clean Energy Índia e Canadá.

**1.9. Credenciais da Brasil Biomassa.** A Brasil Biomassa e Energia Renovável atua em todo o processo o planejamento e economia de mercado, oportunidade do desenvolvimento do novo negócio com um mapeamento florestal e industrial, estudo de viabilidade econômica e engenharia industrial e de mapeamento das fontes de fornecimento de matéria-prima.

