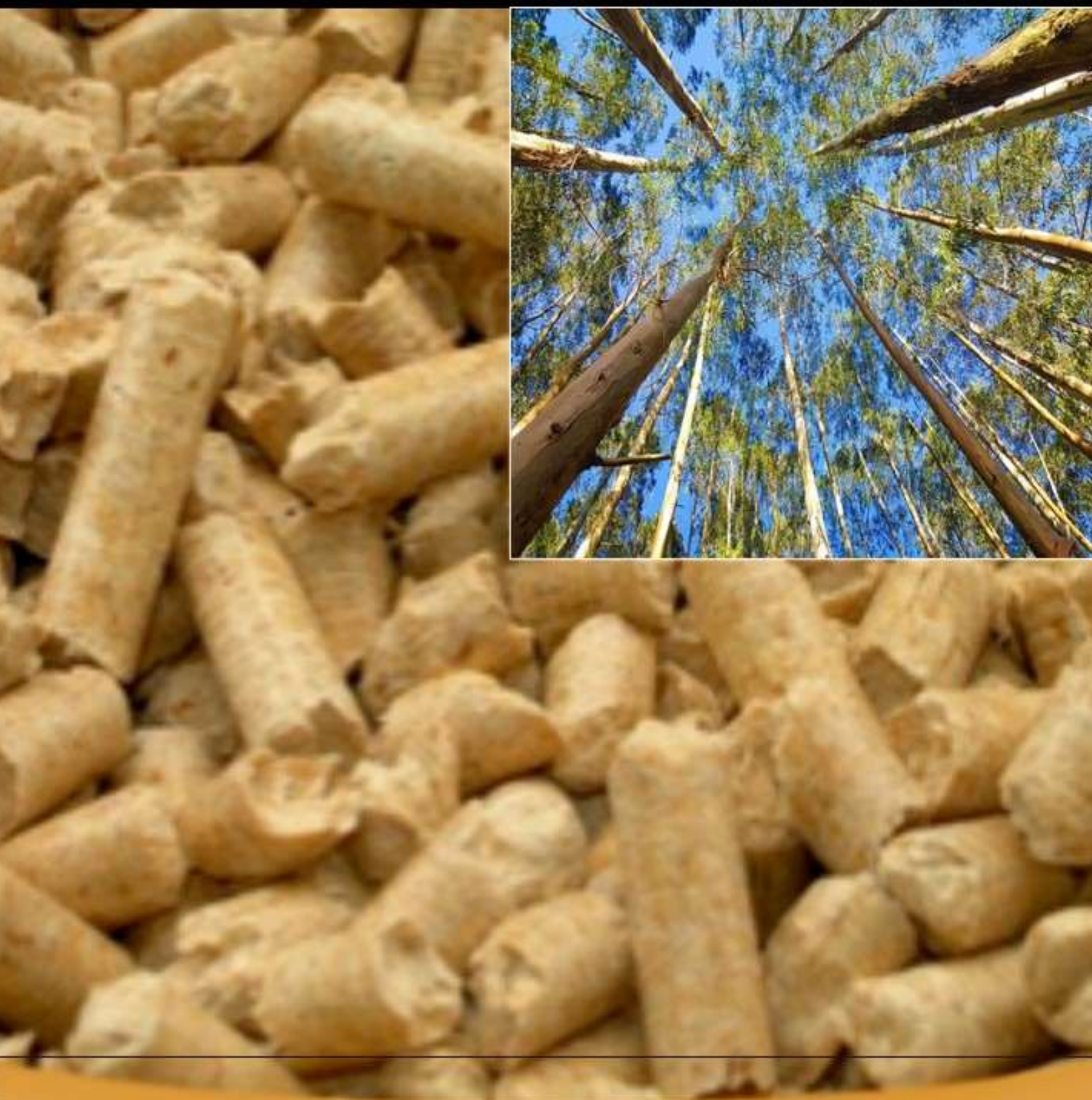


BRASIL BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL

**LIVRO TECNOLOGIA INDUSTRIAL
PELLETS MADEIRA EUCALIPTO**



EDITORA BRASIL BIOMASSA

2026

SUMÁRIO EXECUTIVO

LIVRO TECNOLOGIA INDUSTRIAL PELLETS DE EUCALIPTO

INTRODUÇÃO.....	31
i. Declarações Prospectivas	
ii. Exposição Fundamental Livro Tecnologia Industrial Pellets Eucalipto	
iii. Escopo do Livro Tecnologia Industrial Pellets Eucalipto	
iv. Gestão Sustentável de Produção Pellets de Eucalipto	
v. Aumento Consumo Pellets e a Importância do Livro	
vi. Diretrizes Gerais do Potencial de Produção de Pellets no Brasil	
vii. Composição do Livro Tecnologia Industrial Pellets Eucalipto	
viii. Metodologia de Desenvolvimento do Livro Tecnologia Industrial Pellets Eucalipto	
DIRETRIZES FUNDAMENTAIS PRODUÇÃO PELLETS EUCALIPTO.....	71
1. Premissas Fundamentais e a Importância das Florestas	
2. Pellets de madeira	
3. Mercado Global de Pellets	
4. Qualidade dos Pellets de Madeira	
4.1. Parâmetros Físicos	
4.2. Parâmetros Químicos	
5. Silvicultura de Precisão e a Cultura do Eucalipto	
6. Problemas da Biomassa da Cultura de Eucalipto	
6.1. Cloro na Composição da Biomassa do Eucalipto	
7. Cloro nos Pellets de Madeira de Eucalipto e a Norma ENplus	
7.1. Alternativas para reduzir o cloro na biomassa do eucalipto	
7.1.1. Mudança na adubação (biochar) dos cultivos florestais de eucalipto	
8. Combustão Industrial, avarias nos equipamentos e o excesso de cinzas	
9. Tratamento da Biomassa de Eucalipto para Redução do Teor de Cloro	
10. Método de Pré-tratamento por Lavagem	

- 10.1. Pré-tratamento da Térmico
- 10.2. Pré-tratamento por explosão de vapor
- 10.3. Pré-tratamento por micro-ondas
- 10.4. Pré-tratamento por água quente líquida
- 10.5. Outros tipos de pré-tratamentos da biomassa do eucalipto
- 11. Tecnologia de Lavagem do Cavaco de Eucalipto
 - 11.1. Sistema de Lavagem da Madeira de Eucalipto
 - 11.2. Pré-Hidrólise Ácida para Redução do Cloro
 - 11.3. Sistema de lavagem das partículas de eucalipto
 - 11.4. Efeito da Lavagem nas Propriedades do Cavaco de Madeira de Eucalipto.
 - 11.5. Propriedades dos líquidos residuais
 - 11.6. Propriedades do Cavaco de madeira lavado
 - 11.7. Teor de cloro nos componentes do Cavaco de madeira de Eucalipto
 - 11.8. Teor de cloro nas partículas de madeira de eucalipto após a lavagem
 - 11.9. Cloro presente no líquido residual da lavagem.
- 12. Pellets de Madeira de Eucalipto.
 - 12.1.. Qualidade dos Pellets de Madeira de Eucalipto.
 - 12.1.1. Parâmetros físicos.
 - 12.1.2. Parâmetros Químicos
- 13. Case de Sucesso Produção Pellets Biomassa Eucalipto

CAPÍTULO I FLORESTAL EUCALIPTO.....170

SEÇÃO 1 Biomassa de Origem Sustentável. Eucalipto.....170

- 1.1. Biomassa de Origem Sustentável de Eucalipto
 - 1.1.1. Manejo Florestal
 - 1.1.2. Plano de Reflorestamento
 - 1.1.3. Certificação Florestal
 - 1.1.4. Florestas com Responsabilidade
 - 1.1.5. Conservação Ambiental

1.1.6. Tendências em Silvicultura Sustentável de Eucalipto

1.1.6.1. Biomassa de Culturas Energéticas de Eucalipto

SEÇÃO 2 Biomassa Florestal. Eucalipto.....190

1.2. Biomassa

1.2.1. Biomassa Energética Florestal

1.2.1.1. Biomassa Florestal Residual de Eucalipto

1.2.1.2. Biomassa de Exploração Florestal

1.2.1.3. Biomassa Lenhosa de Eucalipto

1.2.1.4. Resíduos de Origem Florestal de Eucalipto

SEÇÃO 3 Floresta Plantada Eucalipto211

1.3. Área Plantada de Eucalipto no Brasil

1.3.1. Eucalipto e tipologia

1.3.1.1. *Eucalyptus benthamii*

1.3.1.2. *Eucalyptus grandis*

1.3.1.3. *Eucalyptus camaldulensis*

1.3.1.4. *Eucalyptus urophylla*

1.3.1.5. *Eucalyptus cloeziana*

1.3.1.6. *Eucalyptus dunnei*

1.3.1.7. *Eucalyptus saligna*

1.3.2. Produtividade e Rotação das Florestas de Eucalipto

1.3.3. Floresta Energética de Curta Rotação de Eucalipto

SEÇÃO 4 Composição da Biomassa Florestal Eucalipto.....235

1.4. Biomassa Lignocelulósica de Eucalipto

1.4.1. Celulose

1.4.2. Hemicelulose

1.4.3. Lignina

1.4.4. Análise de Composição da Biomassa de Eucalipto

1.4.5. Características físico-químicas do Eucalipto

- 1.4.5.1. Poder calorífico
- 1.4.5.2. Teor de umidade
- 1.4.5.3. Constituição Química
- 1.4.5.4. Massa específica
- 1.4.5.5. Densidade
- 1.4.5.6. Teor de minerais
- 1.4.5.7. Teor de cinzas

SEÇÃO 5 Resíduos Florestais Eucalipto261

- 1.5. Biomassa de origem florestal de eucalipto
- 1.5.1. Resíduos da colheita florestal de Eucalipto
- 1.5.1.1. Sobras de madeira, com ou sem casca
- 1.5.1.2. Galhos grossos com diâmetro acima de 2 cm
- 1.5.1.3. Galhos finos com diâmetro abaixo de 2 cm
- 1.5.1.4. Casca e copa das árvores de Eucalipto
- 1.5.1.5. Tocos altos das árvores colhidas
- 1.5.1.6. Ponteiros de fuste abaixo de diâmetro pré-estabelecido ao destope
- 1.5.1.7. Árvores finas descartadas pelo operador da máquina de colheita
- 1.5.1.8. Serragem gerada no abate da árvore e secionamento das toras
- 1.5.1.9. Raiz e folhas de Eucalipto
- 1.5.2. Características dos resíduos da colheita florestal de Eucalipto
- 1.5.3. Classificação dos resíduos florestais de Eucalipto
- 1.5.4. Aproveitamento resíduos florestais de Eucalipto para produção Pellets

SEÇÃO 6 Dados Setor Produtivo Florestal Brasileiro.....296

- 1.6. Mercado Empresas Produtoras do Setor Florestal
- 1.6.1. Empresas no Brasil que atuam no cultivo florestal de eucalipto
- 1.6.2. Empresas no Brasil que atuam no cultivo de mudas em viveiros florestais
- 1.6.3. Empresas da base florestal no Brasil. Extração de toras para celulose e para outras finalidades em florestas plantadas e de apoio à produção florestal

1.6.4. Empresas que atuam diretamente com o setor florestal no Brasil que utilizam a base florestal (resíduos florestais como tora fina, ponteira, costaneiras, cascas) para a produção de lenha e cavaco, maravalha e serragem de madeira.

1.6.5. Macrolocalização e Mercado do Setor Florestal. Brasileiro

1.6.6. Diagnóstico do Setor Florestal Brasileiro - Mercado Empresarial

1.6.6.1. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Florestal

1.6.6.2. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Florestal por Estados

1.6.6.3. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas Setor Florestal Maiores Municípios

1.6.6.4. Dados Societários das Empresas do Setor Florestal Brasileiro

1.6.6.5. Porte Empresarial das Empresas do Setor Florestal

1.6.6.6. Regime tributário das Empresas do Setor Florestal

1.6.6.7. Tempo de Abertura das Empresas do Setor Florestal

1.6.6.8. Capital Social das Empresas do Setor Florestal

1.6.6.9. Dados de Faturamento das Empresas do Setor Florestal

1.6.6.10. Dados de Trabalho das Empresas do Setor Florestal

CAPÍTULO II PROCESSO INDUSTRIAL MADEIRA EUCALIPTO.....313

SEÇÃO 1 Setor Industrial da Madeira313

2.1. Diretrizes Gerais do Setor Industrial da Madeira

2.1.1. Celulose

2.1.2. Papel

2.1.3. Painéis de Madeira e Pisos Laminados

2.1.4. Carvão Vegetal

2.1.5. Produtos Sólidos de Madeira

2.1.6. PD&I e Novos Usos

SEÇÃO 2 Resíduos do Processo Industrial da Madeira320

2.2. Resíduos Origem do Processo Industrial da Madeira

2.2.1. Tipos de Resíduos do Processo Industrial da Madeira

2.2.1.1. Cascas

2.2.1.2. Cavaco Sujo de Madeira

2.2.1.3. Cavaco Limpo de Madeira

2.2.1.4. Refilos e Destopos

2.2.1.5. Serragem ou Pó de serra

2.2.1.6. Maravalha, Cepilho ou Micro-pó

SEÇÃO 3 Serrarias e Beneficiamento da Madeira Serrada329

2.3.. Segmento industrial da Madeira Serrada

2.3.1. Microserrarias

2.3.2. Serrarias e Madeiras de Médio e Grande Porte

2.3.3. Beneficiadoras da Madeira Serrada

2.3.4. Resíduos na Indústria Madeireira e Serraria

2.3.4.1. Fragmentos de Processos diversos de Industrialização Madeireira

2.3.4.2. Resíduos do Desdobramento de Toras e de Peças de Madeira

2.3.4.3. Cavacos de Costaneiras e Refilos de Serrarias

SEÇÃO 4 Painéis, Pisos Laminados e Compensados de Madeira.....348

2.4. Segmento Industrial de Painéis. Pisos Laminados e Compensados de Madeira

2.4.1. Painéis de Madeira, MDF e Compensados

2.4.1.1. Chapas de Lâminas ou Compensado de Madeira

2.4.1.2. Compensado Serrafeado ou Blockboard

2.4.1.3. Chapas de Partículas de Madeira aAlomerada

2.4.1.4. Chapa OSB ou Chapa de Flocos

2.4.1.5. Chapas de Fibra de Madeira Isolante ou Insulationboard

2.4.1.6. Chapa de Fibra de Alta Densidade ou Hardboard

2.4.1.7. Chapa de Média Densidade

2.4.2. Laminadoras

2.4.3. Resíduos na Indústria de Painéis de Madeira , Pisos Laminados e Compensados de Madeira

2.4.3.1. Pós de Lixamento

2.4.3.2. Refilos de Painéis ou de Chapas de Madeira

SEÇÃO 5 Celulose e Papel de Madeira.....362

2.5. Segmento Industrial de Papel e Celulose

2.5.1. Resíduos Indústria de Papel e Celulose

2.5.1.1. Casca do Descascamento e Limpeza das Toras

2.5.1.2. Serragem da Classificação dos Cavacos

2.5.1.3. Cavacos sobre Dimensionados, Lascas e Fitas de Madeira com Casca

2.5.1.4. Rejeitos do Cozimento e Depuração

2.5.1.5. Madeira Descartada nos Pátios de Estocagem de Toras

SEÇÃO 6 Outros Setores Processo Madeira371

2.6.1. Segmento Industrial de Movelaria

2.6.2. Resíduos na Indústria Moveleira

2.6.2.1. Sobras de Chapas de Madeira da Fabricação de Móveis

2.6.3. Segmento Industrial de Embalagens e Pallets

2.6.3.1. Resíduos na Indústria de Embalagens e Pallets

SEÇÃO 7 Diagnóstico Setor Industrial Madeira.....379

2.7. Diagnóstico do Setor Madeira Brasil - Mercado Empresarial

2.7.1. Setor Industrial do Processamento da Madeira

2.7.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial da madeira

2.7.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial da madeira por estados

2.7.3.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial da madeira maiores municípios

2.7.3.2. Dados societários das empresas do setor industrial da madeira

2.7.3.3. Porte empresarial das empresas do setor industrial da madeira

2.7.3.4. Regime tributário das empresas do setor industrial da madeira

2.7.3.5. Tempo de abertura das empresas do setor industrial da madeira

2.7.3.6. Capital social das empresas do setor industrial da madeira

2.7.3.7. Dados de faturamento das empresas do setor industrial da madeira

2.7.3.8. Dados de trabalho das empresas do setor industrial da madeira

SEÇÃO 8 Diagnóstico Setor Industrial de Papel e Celulose.....386

2.8. Setor Industrial de Papel e Celulose

2.8.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de papel e celulose

2.8.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de papel e celulose por estados

2.8.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial de papel e celulose em maiores municípios

2.8.3.1. Dados societários das empresas do setor industrial de Papel e Celulose

2.8.3.2. Porte empresarial das empresas do setor industrial de Papel e Celulose

2.8.3.3. Regime tributário das empresas do setor industrial de Papel e Celulose

2.8.3.4. Tempo de abertura das empresas do setor industrial de Papel e Celulose

2.8.3.5. Capital social das empresas do setor industrial de Papel e Celulose

2.8.3.6. Dados de faturamento das empresas do setor industrial de Papel e Celulose

2.8.3.7. Dados de trabalho das empresas do setor industrial de Papel e Celulose

SEÇÃO 9 Diagnóstico Setor Industrial de Móveis.....394

2.9. Setor Industrial de Produção de Móveis

2.9.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de movelaria

2.9.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de movelaria por estados

2.9.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial de movelaria maiores municípios

2.9.3.1. Dados societários das empresas do setor industrial de movelaria

2.9.3.2. Porte empresarial das empresas do setor industrial de movelaria

2.9.3.3. Regime tributário das empresas do setor industrial de movelaria

2.9.3.4. Tempo de abertura das empresas do setor industrial de movelaria

2.9.3.5. Capital social das empresas do setor industrial de movelaria

2.9.3.6. Dados de faturamento das empresas do setor industrial de movelaria

2.9.3.7. Dados de trabalho das empresas do setor industrial de movelaria

SEÇÃO 10 Diagnóstico Setor Industrial de Carvão Vegetal.....401

2.10. Setor Industrial de Produção Carvão Vegetal

2.10.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de carvão vegetal

2.10.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de carvão vegetal por estados

2.10.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial de carvão vegetal maiores municípios

SEÇÃO 11 Diagnóstico Setor Industrial de Biomassa de Madeira.....405

2.11. Setor Industrial de Produção Biomassa de Madeira

2.11.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de biomassa

2.11.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de biomassa por estados

2.11.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial de biomassa maiores municípios

SEÇÃO 12 Diagnóstico Setor Industrial de Cavaco de Madeira.....410

2.12. Setor Industrial de Produção Cavaco de Madeira

2.12.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de cavaco de madeira

2.12.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de cavaco por estados

2.12.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial de cavaco maiores municípios

SEÇÃO 13 Diagnóstico Setor Industrial de Serragem de Madeira.....415

2.13. Setor Industrial de Produção Serragem de Madeira

2.13.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de serragem de madeira

2.13.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de serragem por estados

2.13.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial de serragem maiores municípios

SEÇÃO 14 Diagnóstico Setor Industrial de Maravalha de Madeira.....419

2.14. Setor Industrial de Produção Maravalha de Madeira

2.14.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de maravalha de madeira

2.14.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de maravalha por estados

2.14.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial de maravalha maiores municípios

SEÇÃO 15 Diagnóstico Setor Industrial de Pellets de Madeira.....423

2.15. Setor Industrial de Produção Pellets de Madeira

2.15.1. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de pellets de madeira

2.15.2. Macrolocalização e Quantitativo de empresas do setor industrial de pellets por estados

2.15.3. Macrolocalização e Quantitativo de empresas setor industrial de pellets maiores municípios

CAPÍTULO III TECNOLOGIA PRODUÇÃO PELLETS EUCALIPTO.....429

SEÇÃO 1 Rotas de Conversão de Biomassa. Eucalipto.429

3.1. Rotas de Conversão da Biomassa Eucalipto

3.1.1 Pré-Tratamento e Preparação da Biomassa de Eucalipto

3.1.2. Pré-tratamento da Térmico

3.1.2.1 Pré-tratamento por explosão de vapor

3.1.2.2 Pré-tratamento por micro-ondas

3.1.2.3 Pré-tratamento por água quente líquida.

3.1.2.4 Outros tipos de pré-tratamentos da biomassa do eucalipto

3.1.3. Tratamento por Lavagem

3.1.3.1. Tecnologia de Lavagem

3.1 3.2. Efeito da Lavagem nas Propriedades	
3.1.3.3. Lavagem da Madeira de Eucalipto	
3.1.1.4. Sistema de lavagem das partículas de eucalipto	
3.1.1.5. Propriedades dos líquidos residuais	
3.1.1.6. Propriedades da madeira lavada	
3.1.1.7. Teor de cloro nos componentes da biomassa de Eucalipto	
3.1.1.8. Teor de cloro nas partículas de madeira de eucalipto após a lavagem	
3.1.1.9. Cloro presente no líquido residual da lavagem	
3.1.2 Secagem da Biomassa de Eucalipto	
3.1.2 1. Secadores de Tambores Rotativo	
3.1.2.2. Secadores de Pás de Biomassa	
3.1.2.3. Secadores de Leito Fluidizado de biomassa	
3.1.2.4. Secador de Esteira de Biomassa	
3.1.2.5. Secadores de Bandeja	
3.1.2.6. Secadores Flash.	
3.1.2.7. Secadores de Vapor Superaquecido	
3.1.2.8. Secadores de Cascata	
3.1.2.9. Principais Componentes de um Secador de Biomassa.	
3.1.2.10. Critérios de Seleção de Secador de Biomassa	
3.1.3 Moagem da Biomassa de Eucalipto	
3.1.4 Processos de Peletização da Biomassa de Eucalipto	
SEÇÃO 2 Tecnologia Industrial 4.0 Modular Pellets Eucalipto.	491
3.2. Indústria 4.0 Modular de Produção Pellets de Eucalipto	
3.2.1. Modularização Industrial de Pellets de Eucalipto	
3.2.2. Diretrizes Gerais da Tecnologia Modular e Compacta de Produção de Pellets	
3.2.3. Sistema Modular de Produção de Pellets Eucalipto – Linha de Equipamentos	
3.2.3.1. Facilidade de operação funcional	
3.2.3.2. Facilitação da gestão de produção industrial e de qualidade dos pellets	
3.2.3.3. Controle na gestão de manutenção da produção pellets	

- 3.2.3.4. Controle na gestão de estoque e logística da produção pellets
- 3.2.3.5. Gestão de produção pela inovadora tecnologia compacta e modular
- 3.2.3.6. Gestão energética com a tecnologia compacta e modular
- 3.2.3.7. Inovadora tecnologia industrial de produção de pellets
- 3.2.3.8. Tecnologia industrial com uma linha de crédito internacional no Brasil
- 3.2.4. Linha de Equipamentos Tecnologia Compacta e Modular de Pellets
- 3.2.5. Linha de Crédito Internacional dos Equipamentos Produção Pellets

SEÇÃO 3 Atividades Preliminares Florestal Madeira Eucalipto.506

- 3.3.Fases da Colheita Florestal de Eucalipto
 - 3.3.a. Colheita e Extração de Eucalyptus
 - 3.3.b. Colheita, Recolhimento e Transporte de Tora de qualquer diâmetro e Lenha nas áreas florestais sem pré-processamento.
 - 3.3.c. Avaliação dos Resíduos da Colheita Florestal
 - 3.3.d. Extração da Biomassa e dos Resíduos Florestais
 - 3.3.e. Processo de Picagem de Toras Curtas
 - 3.3.f. Preparação de Biomassa em Pátios Intermediários
 - 3.3.g. Estoque da Biomassa e de Resíduos Florestais
 - 3.3.h. Secagem Natural
 - 3.3.i. Preparação de Cavacos na Unidade de Produção de Pellets
- 3.3.1. Linha de Equipamentos Extração Florestal Eucalipto
 - 3.3.1.1 Corte Florestal de Eucalipto
 - 3.3.1.2. Descascamento das Toras de Eucalipto
 - 3.3.1.3. Transporte a Curta Distância
 - 3.3.1.4. Carregamento das Toras de Eucalipto
 - 3.3.1.5. Transporte a Unidade Industrial de Produção de Pellets
 - 3.3.1.6. Descarregamento na Unidade Industrial
 - 3.3.1.7. Fragmentação dos Resíduos Florestais para Geração Energia Térmica
 - 3.3.1.8. Picadores da Tora na Unidade Industrial de Produção de Pellets
 - 3.3.1.9. Estoque de Cavacos na Unidade Industrial de Produção de Pellets

SEÇÃO 4 Termo Abertura Unidade Produção Pellets Eucalipto.	535
3.4 Termo de Abertura da Unidade Industrial de Produção de Pellets Eucalipto	
3.4.1. Análise de Localização da Planta de Pellets de Eucalipto	
3.4.2. Layout da Planta Industrial	
3.4.3. Fluxo de Produção de Pellets de Eucalipto	
3.4.4. Dimensionamento da Unidade de Pellets de Eucalipto	
3.4.5. Atividades e Área Prevista no Empreendimento de Produção de pellets	
3.4.6. Matéria-prima Florestal e da Madeira de Eucalipto	
SEÇÃO 5 Sistema Recepção Matéria-prima Eucalipto.	553
3.5 Descrição do Processo Industrial de Produção de Pellets Eucalipto	
3.5.1.Recepção, Estocagem e Movimentação da Matéria-prima.	
3.5.2. Pátio de Recepção de Matéria-prima de Eucalipto	
3.5.3. Linha de Equipamentos de Recepção de Matéria-prima	
3.5.3.1. Grua Fixa	
3.5.3.2. Transportador tipo Correntes (Mesas de Toras)	
3.5.3.3. Transportador de Correia para Toras	
3.5.3.4. Transportador Mecânico – Mesa de Rolos	
3.5.3.5. Processador de Toras a Disco	
3.5.3.6. Transportador Mecânico – Rosca	
3.5.3.7. Abrigo dos Picadores	
3.5.3.8. Transportador Mecânico Contínuos tipo Correia	
3.5.3.9. Sistema Lavador de Toras	
3.5.3.10. Transportador Mecânico Tpo Tremonha com Correntes	
SEÇÃO 6 Sistema Preparação da Matéria-prima Eucalipto.	581
3.6. Descrição do Sistema de Preparação da Matéria-prima	
3.6.1. Linha de Equipamentos Preparação da Matéria-prima	
3.6.1.1. Transportador de Rosca	
3.6.1.2. Tremonha de Recepção de Cavacos/serragem de Madeira	

- 3.6.1.3. Caixa de Distribuição
- 3.6.1.4. Extração com Roscas
- 3.6.1.5. Caixa de Engrenagem Oleodinâmica
- 3.6.1.6. Ciclone de Alta Frequência e Tangenciais
- 3.6.1.7. Válvulas Rotativas de Descarga da Moega de Abastecimento
- 3.6.1.8. Elevador de Canecas (caçamba)
- 3.6.1.9. Repicador de Cavaco de Madeira de Eucalipto
- 3.6.1.10. Peneira de Eixos Paralelos
- 3.6.1.11. Peneira Oscilatória - Classificação de Cavacos/serragem de Madeira
- 3.6.1.12. Sistema de Vibração Circular de Separação da Matéria-prima
- 3.6.1.13. Sistema de Separação de Materiais Ferrosos
- 3.6.1.14. Estrutura de Suporte de Alimentação
- 3.6.1.15. Tremonha de Alimentação para Sistema de Secagem
- 3.6.1.16. Esteira Transportadora para Abastecimento da Fornalha Industrial

SEÇÃO 7 Sistema Secagem da Matéria-prima Eucalipto.609

- 3.7. Descrição do Sistema de Secagem da Matéria-prima
 - 3.7.1. Linha de Equipamentos Secagem da Matéria-prima
 - 3.7.1.1. Transporte Pneumático de Cavaco Úmido
 - 3.7.1.2. Conjunto de tubulação de Transporte Pneumático
 - 3.7.1.3. Transporte de Abastecimento da Moega Alimentação da Fornalha
 - 3.7.1.4. Soprador Tri-Lobular tipo Roots
 - 3.7.1.5. Válvula Rotativa
 - 3.7.1.6. Conjunto de tubulação de Transporte Pneumático
 - 3.7.1.7. Moega de Abastecimento da Fornalha
 - 3.7.1.8. Válvula Rotativa Descarga Moega Abastecimento Fornalha
 - 3.7.1.9. Fornalha Pirolítica – Geração de Energia Térmica
 - 3.7.1.10. Silo de Abastecimento de Cavaco Úmido
 - 3.7.1.11. Esteira Transportadora para Alimentação dos Secadores

- 3.7.1.12. Secador Tubular Tipo Tambor Rotativo
- 3.7.1.13. Dosador Volumétrico de Cavaco/Serragem
- 3.7.1.14. Ciclones Tangenciais
- 3.7.1.15. Eclusas – Válvula Rotativa
- 3.7.1.16. Helicoides para Coleta
- 3.7.1.17. Ventilador de Recirculação de Gases e Vapores
- 3.7.1.18. Ventilador Exaustor de Gases/Vapores
- 3.7.1.19. Dumper de Regulagem de Vazão de Gases recirculados
- 3.7.1.20. Conjunto de dutos de exaustão de Gases e Vapores
- 3.7.1.21. Dutos de Gases de Combustão / Vapores (Contaminados)
- 3.7.1.22. Dutos de gas depurado (limpo)
- 3.7.1.23. Dutos de Recirculação de Gases / Vapores
- 3.7.1.24. Sistemas de detecção de Faísca / Incêndio com Injeção automática de Gás Extintor
- 3.7.1.25. Estruturas suporte / acesso com escadas e plataformas
- 3.7.1.26. Isolamento Térmico
- 3.7.1.27. Transporte Pneumático de Matéria-prima seca
- 3.7.1.28. Silo de Abastecimento de Matéria-prima seca

SEÇÃO 8 Sistema Moagem da Matéria-prima Eucalipto.639

- 3.8. Descrição do Sistema de Moagem da Matéria-prima
 - 3.8.1. Uniformização da Matéria-Prima
 - 3.8.2. Linha de Equipamentos Moagem da Matéria-prima
 - 3.8.2.1. Tubo de sucção para moinho de martelos completo com separador de pedras de ar
 - 3.8.2.2. Alimentador Rotativo Magnético
 - 3.8.2.3. Moinho de martelos
 - 3.8.2.4. Tubos de transporte dos produtos moídos após moinho de martelos
 - 3.8.2.5. Caixa de Expansão
 - 3.8.2.6. Filtro
 - 3.8.2.7. Ventilador

3.8.2.8. Amortecedores de vibração para ventilador.

3.8.2.9. Ciclone

3.8.2.10. Válvula rotativa

3.8.2.11. Transportador de Rosca Tubular

3.8.2.12. Elevador de Canecas

3.8.2.13. Pré-condicionador

3.8.2.14. Rosca Alimentadora

3.8.2.15. Escaninho de serviço para prensa de pellets

3.8.2.1.6 Silo de Abastecimento ao Processo de Peletização

SEÇÃO 9 Sistema Peletização da Matéria-prima Eucalipto.655

3.9. Descrição do Sistema de Peletização da Matéria-prima

3.9.1. Linha de Equipamentos Peletização Industrial

3.9.1.1. Alimentador de Parafuso

3.9.1.2. Acoplamento Elástico

3.9.1.3. Caixa de Engrenagens

3.9.1.4. Caixa de Velocidade

3.9.1.5. Condicionador

3.9.1.6. Alimentador de força para moinho de pellets

3.9.1.7. Peletizadora Industrial

3.9.1.8. Sistema de lubrificação automática para moinho de pellets

3.9.1.9. Bomba de lubrificação

3.9.1.10. Distribuidor progressivo

3.9.1.11. Conexão rotativa para sistema de lubrificação

3.9.1.1.2 Painel elétrico para bomba de lubrificação

3.9.1.13. Centrifeder

3.9.1.14. Sistema de guincho para auxilio de retirada da matriz

3.9.1.15. Sistema redutor de pressão

SEÇÃO 10 Sistema Resfriamento Pellets Eucalipto.665

- 3.10. Descrição do Sistema de Resfriamento Industrial Pellets
- 3.10.1. Linha de Equipamentos Resfriamento Industrial Pellets Eucalipto
 - 3.10.1.1. Resfriador Vertical
 - 3.10.1.2. Transportador de arrasto tipo redler para retirada dos Pellets dos Resfriadores
 - 3.10.1.3. Elevador de Canecas para retirada dos Pellets dos Resfriadores
 - 3.10.1.4. Transportador dos Elevadores para Alimentação da Peneira
 - 3.10.1.5. Peneira Vibratória
 - 3.10.1.6. Ciclone
 - 3.10.1.7. Válvula Rotativa
 - 3.10.1.8. Ventilador
 - 3.10.1.9. Painel de Controle

SEÇÃO 11 Sistema Expedição e Embalagem Pellets Eucalipto.673

- 3.11. Descrição do Sistema de Embalagem dos Pellets Eucalipto
 - 3.11.1. Linha de Equipamentos Expedição e Embalagem
 - 3.11.1.1. Silo de Expedição de Pellets
 - 3.11.1.2. Sistema de Expedição dos Pellets á Granel
 - 3.11.1.3. Comportas Automáticas Hidráulicas Oscilantes
 - 3.11.1.4. Caçamba de Pesagem Móvel
 - 3.11.1.5. Comportas Pneumáticas de Isolação
 - 3.11.1.6. Dispositivos Telescópicos para Carga de Caminhões a Granel
 - 3.11.1.7. Sistema de Ensacamento dos Pellets por Big Bags
 - 3.11.1.8. Sistema de Embalagem Industrial e Distribuição
 - 3.11.1.9. Ensacadora Vertical com Bobina Plana
 - 3.11.1.10. Paletizadora Automática

SEÇÃO 12 Sistema Elétricos e Automação Industrial.....685

- 3.12. Descrição do Sistema Elétrico e de Automação
 - 3.12.1. Linha de Equipamentos Elétricos e de Automação Industrial

- 3.12.1.1 Conjunto de Tubulação
- 3.12.1.2 Painel de Proteção Elétrica
- 3.12.1.3 Painel Elétrico/Iluminação e Aterramento
- 3.12.1.4 Sistema de Distribuição de Energia
- 3.12.1.5 Sistema de Automação Industrial
- 3.12.1.6 Sistema de Geração e Distribuição de Ar Comprimido e Controle de Vapor
- 3.12.1.7 Estruturas de Sustentação, Manutenção e Acesso

CAPÍTULO IV PELLETS ESPECIFICAÇÕES E CERTIFICAÇÃO.....701

SEÇÃO 1 Pellets Conceituação e Vantagens.....701

4.1. Origem dos Pellets

4.1.1. Definições Gerais

4.1.2. Eficiência Técnica e Industrial

4.1.3. Combustível Altamente Energético

4.1.4. Fonte de Energia Limpa e Renovável

4.1.5. Pellets Carbono Neutro

4.1.6. Pellets e Sustentabilidade

4.1.7. COP 26 Biomassa Peletizada

4.1.8. Diretrizes Gerais das Vantagens na Produção e uso de Pellets

4.1.9. Pellets para a Descarbonização Industrial

4.1.10. Bioeconomia e Baixo Carbono no uso de Pellets

4.1.11. Economia de escala na produção de Pellets

4.1.12. Economia Circular e Pellets

4.1.13. Logística Reversa na Produção de Pellets

SEÇÃO 2 Características dos Pellets de Madeira.....721

4.2. Características dos Pellets de Madeira

4.2.1 Dimensão dos Pellets

4.2.2. Teor de Umidade

- 4.2.3. Teor de Cinza
- 4.2.4. Densidade aparente
- 4.2.5. Durabilidade Mecânica
- 4.2.6. Poder Calorífico
- 4.2.7. Teor de finos
- 4.2.8. Teor de voláteis
- 4.2.9. Fusibilidade das cinzas
- 4.2.10. Classes de qualidade dos Pellets

SEÇÃO 3 Pellets Inovação Tecnológica.....729

- 4.3 Pellets Inovação Tecnológica
- 4.3.1. Inovação Tecnológica para a Redução das Emissões GEE
- 4.3.2. Inovação Tecnológica no Processo Industrial
- 4.3.3. Inovação Tecnológica no Controle de Emissões de GEE na unidade industrial
- 4.3.4. Produzir Pellets é uma Inovação Tecnológica e Industrial

SEÇÃO 4 Regras de Certificação Internacional Pellets.....734

- 4.4. Certificação Internacional de Pellets
- 4.4.1. Regras de Certificação Internacional
- 4.4.2. Norma europeia EN14961- 2 e a Certificação Enplus
- 4.4.2.1. Classes de Qualidade
- 4.4.2.2. Análise da Norma Europeia EN 14961-1 e 2
- 4.4.2.3. Recepção de Matérias-Primas
- 4.4.2.4. Controle de Processo
- 4.4.2.5. Controle dos Pellets Produzidos
- 4.4.2.6. Armazenagem de Pellets
- 4.4.2.7. Manutenção e Qualidade
- 4.4.2.8. Reclamações de Clientes
- 4.4.3. Normatização e Especificações Técnicas

4.4.3.1. Norma Alemã (DINplus)	
4.4.3.2. Norma Européia (ENplus).	
4.4.3.3 Norma Francesa (NF))	
4.4.3.4 Norma Norte-americana (PFI)	
4.4.4. Norma Brasileira	
4.4.4.1.NBR 17030 – Pellets – Terminologia e método de ensaios	
4.4.4.2.NBR 17013-1 –Pellets –Requisitos e classificação 1: Madeira	

CAPÍTULO V MERCADO BRASILEIRO PELLETS.....	768
--	-----

SEÇÃO 1 Mercado Brasileiro Produção Pellets.....	768
--	-----

5.1. Mercado Brasileiro de Pellets	
5.1.1. Identificação do Mercado	
5.1.2. Diagnóstico do Segmento de Produção Pellets	

CAPÍTULO VI MERCADO INTERNACIONAL PELLETS.....	801
--	-----

SEÇÃO 1 Cenário Internacional Energético.....	801
---	-----

6.1. Crise Energética Mundial.	
6.1.1. Crise Energética Europa	
6.1.2 Visão Geral do Mercado de Pellets	
6.1.3. Crescimento do Mercado	
6.1.4 Competitividade de Custos	
6.1.5. Maior Confiabilidade do Consumidor com Certificação	

SEÇÃO 2 Mercado Global Pellets.....	810
-------------------------------------	-----

6.2. Tamanho do Mercado Global de Pellets	
6.2.1. Mercado Internacional de Pellets.	
6.2.2. Diretrizes do Consumo Mundial de Pellets.	
6.2.3. Demanda Mundial de Consumo de Pellets.	
6.2.4. Metas globais para descarbonização industrial	

6.2.5. Cenário de Comercio Mundial de Pellets	
6.2.5.1. Cenário de Alto Consumo Mundial de Pellets	
6.2.6. Expansão do Mercado Internacional de Pellets	
6.2.7. Expansão Consumo Pellets Substituto Carvão Caldeira Industrial.	
6.2.8. Perspectivas dos Mercados de Pellets	
6.2.9. Impulsionadores do Mercado de Pellets	
6.2.10. Procura global por Energias Renováveis	
6.2.11. Fatores para Aumento do Consumo Pellets	
6.2.12. Tendências e Desenvolvimentos Recentes	
6.2.12.1. Tendência Mercado Europeu de Consumo de Pellets	
6.2.12.1. Tendência Mercado Asiático de Consumo de Pellets	
6.2.13. Pellets como uma Commodity Internacional	
SEÇÃO 3 Mercado América do Norte Pellets.....	841
6.3. Mercado de Pellets na América do Norte.	
6.3.1. Tendências do Mercado de Pellets de Madeira na América do Norte	
6.3.2. Mercado de Pellets nos Estados Unidos	
6.3.3. Exportação de Pellets dos Estados Unidos	
6.3.4. Dados do Setor Industrial de Pellets nos Estados Unidos	
6.3.5. Dados do Setor Industrial de Pellets no Canadá	
6.3.5.1. Regulamentos de Combustível Limpo	
6.3.5.2. Programa de tecnologia limpa agrícola	
6.3.5.3. Fundo para Combustíveis Limpos	
6.3.5.4. Fundo para a Economia de Baixo Carbono	
6.3.5.5. Estratégia de Hidrogênio Verde e Bioenergia de Quebec	
6.3.5.6. Plano de Ação para Biomassa Florestal de Ontário.	
6.3.5.7. Sustentabilidade.	
6.3.6. Dados do Setor Industrial de Pellets no México	
SEÇÃO 4 Mercado Europeu Pellets.....	862

- 6.4. Mercado de Pellets na União Europeia.
- 6.4.1. Dados Gerais do Mercado de Pellets na União Europeia.
- 6.4.2. Diretrizes do Mercado de Consumo da União Europeia.
- 6.4.3 Fatores do Aumento de Consumo de pellets na União Europeia.
- 6.4.4. Política e Programas
- 6.4.5. Desenvolvimento do mercado de pellets de madeira na Europa.
- 6.4.6. Política de Biomassa da União Europeia
- 6.4.7. Brexit
- 6.4.8. Diretiva de Energias Renováveis da União Europeia
- 6.4.9. Absorção de energias renováveis na União Europeia
- 6.4.10. Critérios de Sustentabilidade
- 6.4.11. Evolução do mercado de pellets na União Europeia
- 6.4.12. Produção, oferta e procura da União Europeia
- 6.4.13. Consumo de Pellets na Europa.
- 6.4.13.1. Utilização Pellets na Europa
- 6.4.13.2. Uso Residencial de Pellets na Europa.
- 6.4.13.3. Uso Industrial de Pellets na Europa
- 6.4.14. Países Importadores de Pellet na União Europeia
- 6.4.14.1. Reino Unido
- 6.4.14.2. Itália
- 6.4.14.3. Holanda
- 6.4.14.4. Dinamarca
- 6.4.14.5. Bélgica

BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA.....908

Livro Tecnologia Industrial Pellets Eucalipto

Catálogo na Fonte Brasil.

Brasil Biomassa e Energia Renovável. Curitiba. Paraná. 2026

Conteúdo: 1. Análise da biomassa do setor florestal e do processo da madeira de eucalipto como matéria-prima para a produção de Pellets no Brasil 2. Metodologia de Tratamento da Biomassa de Eucalipto para Redução do Teor de Cloro 3. Processo Industrial de Produção de Pellets de Eucalipto 4. Composição da Biomassa Florestal Eucalipto 5. Resíduos Florestais e do Processo Industrial da Madeira de Eucalipto 6. Rotas de Conversão de Biomassa. Eucalipto 7. Tecnologia Industrial 4.0 Modular Pellets Eucalipto 8. Tecnologia Industrial 4.0 Produção Pellets Eucalipto. 9. Pellets Inovação Tecnológica. 10. Regras de Certificação Internacional Pellets 11. Mercado Brasileiro Produção e Consumo Pellets 12. Setores Consumidores de Pellets 13. Mercado Global Pellets 14. Mercado América do Norte Pellets 15. Mercado Europeu Pellets

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

© 2026 ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável

Edição 2026 Total 1.012 páginas.

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

PREFÁCIO

Em nome da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável e dos numerosos colaboradores deste livro técnico e industrial de apoio para as empresas com interesse na produção de Pellets, tenho o prazer de apresentar o Livro Tecnologia Industrial de Pellets de Eucalipto que tem por objetivo uma avaliação pormenorizada do setor florestal e do processo da madeira de eucalipto na produção de pellets.

Os pellets de madeira são uma forma de energia que pode ser vista como uma alternativa aos combustíveis fósseis, contribuindo assim para a redução das emissões de gases com efeito de estufa. Por outras palavras, os pellets de madeira podem ser considerados uma solução que contribui para a mitigação das alterações climáticas. A utilização de pellets de madeira tem crescido significativamente nos últimos anos, surgindo diferentes mercados, como Brasil, tanto do ponto de vista da produção como do consumo.

A indústria dos pellets de madeira no Brasil iniciou o seu desenvolvimento há cerca de 15 anos, com as empresas instaladas no país a dedicarem-se inicialmente quase exclusivamente à produção de pellets de madeira para exportação para os mercados da Europa. No entanto, ao longo dos anos, o mercado interno, inicialmente considerado insignificante, começou a desenvolver-se com alto consumo na avicultura, atingindo recentemente uma quota de consumo considerável na produção nacional.

Este livro apresenta uma análise do mercado brasileiro e internacional de pellets de madeira recorrendo a dados recolhidos sobre o setor, e especificamente sobre produtores e consumidores internacionais .

A informação foi recolhida através de inquéritos apresentados diretamente a consumidores e produtores e através de entrevistas a outros stakeholders do setor. A partir da análise das informações, foi possível entender a dinâmica do mercado, sua evolução atual e suas perspectivas para os próximos anos, uma vez que ele já pode ser considerado maduro e consolidado.

O desafio do setor to para atender o setor energético nacional e para o mercado internacional. O pellets é uma solução sustentável e multifuncional para geração de energia limpa zero carbono e de apoio as mudanças climáticas.

Em face do aumento das temperaturas globais, eventos climáticos extremos e a necessidade de novas fontes de energia, o pellets oferece uma solução interseccional para questões em torno de uma fonte energética e de um biocombustível para descarbonização industrial.

A crescente demanda de energia em todo o mundo é resultado de desenvolvimentos tecnológicos. Muitos países estão preocupados com a sustentabilidade e o impacto ambiental do uso de combustíveis fósseis. O consumo global de energia deve aumentar em 2,8% em 2025 devido à recuperação da economia da crise pandêmica.

À medida que o mundo se desenvolve, os combustíveis fósseis estão se esgotando rapidamente devido ao aumento da demanda por energia.

Portanto, os biocombustíveis são necessários para substituir o uso de combustíveis fósseis. É amplamente reconhecido que o uso de biomassa peletizada para produção de energia fornece múltiplos benefícios ambientais que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas.

A partir do entendimento de que é necessário reduzir ou eliminar os impactos ambientais negativos dos processos e produtos de diversos setores, aliando isso à melhoria social e econômica, a biomassa de eucalipto passou a ser considerada uma fonte potencial de matéria-prima industrial para a produção de pellets ou biochar.

Dentre as fontes de biomassa, destaca-se aquela proveniente de plantações florestais como o eucalipto. Estas ocupam uma área de 7,8 milhões de hectares, sendo 72,7 % desse total ocupadas por espécies de eucalipto.

O conhecimento da quantidade e qualidade da biomassa florestal possibilita a realização de avaliações para o manejo sustentável nos diferentes ecossistemas.

As estimativas de biomassa florestal constituem em informações imprescindíveis para diversos fins, entre os quais, destacam-se a análise de produção e produtividade dos povoamentos, conversão da madeira em energia ou outros produtos como os pellets, ciclagem e balanço de nutrientes no solo e estudos de absorção e fixação de carbono.

Além do fuste da árvore, em muitas situações, também, passou-se a utilizar a biomassa dos resíduos da colheita florestal, principalmente para fins energéticos e na produção de pellets.

São considerados como resíduos florestais da colheita todos aqueles materiais resultantes da exploração da floresta e que não tem utilização definida, tais como casca, galhos, folhas, ponteiro, árvores muito finas, doentes ou mortas, assim como tocos e raízes que são fontes promissoras.

A biomassa dos resíduos florestais pode ser utilizada em diferentes vias de aproveitamento para geração de energia e para a produção de pellets ou biochar. Os tocos e raízes de plantio florestais, sejam do gênero *Pinus* ou *Eucalyptus*, trazem ao setor florestal uma excelente oportunidade de geração de energia e na produção de pellets com um possível aumento da viabilidade econômica de empreendimentos, principalmente se esta matéria prima for considerada resíduo de um plantio florestal. Pode-se agregar ainda mais quando observado que o aproveitamento dos tocos e raízes proporciona a limpeza de área para renovação dos plantios, facilitando as operações da silvicultura e trazendo benefícios econômicos com a produção de pellets.

A biomassa peletizada é um material renovável que é considerado neutro em carbono, uma vez que durante a combustão emite o CO₂ absorvido da atmosfera durante o crescimento da biomassa, ajudando assim a neutralizar o efeito estufa. Pellets de biomassa são a conversão de materiais de biomassa em uma forma padrão de combustível energético zero carbono.

O teor de cloro é o principal problema na produção de pelletes de eucalipto e apresentamos uma série de alternativas para a redução do cloro. No caso da madeira e produção de pellets de biomassa de eucalipto, o Brasil apresenta condições edafoclimáticas favoráveis e precipitação de água.

Proveniente dos oceanos com alta evaporação, com concentrações molares de íons inorgânicos dissolvidos na chuva de até 85 %, contendo o elemento cloro em suas altas taxas de (NaCl), além de outros compostos inorgânicos que se depositam no solo, sendo absorvidas nas biomassas em seu processo de crescimento, conseqüentemente também na madeira do *Eucalyptus* spp.

Nesse livro temos uma avaliação industrial de produção de pellets de eucalipto e da metodologia de tratamento da biomassa de eucalipto para redução do teor de cloro para a produção de pellets de qualidade internacional.

Uma questão a ser abordada no Livro é a quantidade de matéria-prima florestal e da madeira de eucalipto para a produção de pellets. Assim sendo, o Livro pretende abordar uma questão fundamental de disponibilidade de biomassa e o seu acesso comercial para a produção de pellets em todo o território nacional.

Este Livro é o esforço dos profissionais da Brasil Biomassa. Trabalhamos com informações científicas confiáveis e este Livro é o primeiro documento para ajudar as empresas e os profissionais para a produção de pellets com a madeira de eucalipto.

Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável

