

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

LIVRO TECNOLOGIA INDUSTRIAL
BIO BLACK PELLETS CANA-DE-AÇÚCAR

2025

E
D
I
T
O
R
A

B
R
A
S
I
L

B
I
O
M
A
S
S
A



BIOMASSA PALHA BAGAÇO CANA-DE-AÇÚCAR
TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIO BLACK PELLETS
INOVAÇÃO ENERGIA MERCADO

SUMÁRIO EXECUTIVO

LIVRO BIO BLACK PELLETS CANA-DE-AÇÚCAR

INTRODUÇÃO.....33

Declarações Prospectivas

Apresentação do Livro Biopellets e BlackPellets

Escopo do Livro Biopellets e Blackpellets da Cana-de-açúcar

Metodologia do Livro Biopellets da Cana-de-açúcar

CAPÍTULO 1 SETOR SUCROENERGÉTICO BRASILEIRO..... 54

Seção 1 Setor Sucroenergético.....54

1.1. Panorama do setor Canavieiro Brasileiro

1.1.1. Regiões produtoras da cana-de-açúcar

1.1.2. Produtividade das lavouras de cana-de-açúcar

1.1.3. Colheita e Processamento da cana-de-açúcar

1.1.4. Importância da qualidade da cana para a eficiência industrial

Seção 2 Biomassa da Cana-de-açúcar.....77

1.2. Biomassa Lignocelulósica da Cana-de-açúcar

1.2.1. Palhiço da cana-de-açúcar

1.2.2. Bagaço da cana-de-açúcar

1.2.3. Gestão ambiental dos resíduos da cana-de-açúcar

1.2.4. Emissões atividade da cana-de-açúcar

1.2.5 Conversão biomassa da cana-de-açúcar em combustível energético	
1.5. Viabilidade na utilização dos resíduos da cana-de-açúcar	
1.2.6. Importância dos tratamentos dos resíduos da cana-de-açúcar	
1.2.7. Caracterização dos recursos dendroenergéticos da biomassa da cana-de-açúcar	
CAPÍTULO 2 DADOS GEMPRESAS CULTIVO E PRODUÇÃO CANA-DE-AÇÚCAR.....	118
SEÇÃO 1 Dados Setor Cultivo da Cana-de-açúcar.....	118
2.1. Mercado Empresas de Cultivo da Cana-de-açúcar	
2.1.1. Empresas no Brasil que atuam no cultivo da cana-de-açúcar	
2.1.2. Macrolocalização e Mercado do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	
2.1.3. Diagnóstico do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar - Mercado Empresarial	
2.1.3.1. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	
2.1.3.2. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar por Estados	
2.1.3.3. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar Maiores Municípios	
2.1.3.4. Dados Societários das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	
2.1.3.5. Porte Empresarial das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	
2.1.3.6. Regime tributário das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	
2.1.3.7. Tempo de Abertura das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	
2.1.3.8. Capital Social das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	

2.1.3.9. Dados de Faturamento das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	
2.1.3.10. Dados de Trabalho das Empresas do Setor Brasileiro Cultivo da Cana-de-açúcar	
SEÇÃO 2 Dados Setor Processamento da Cana-de-açúcar.....	132
2.2. Mercado Empresas de Processamento da Cana-de-açúcar	
2.2.1. Empresas no Brasil que atuam no Processamento da cana-de-açúcar	
2.2.2. Macrolocalização e Mercado do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar	
2.2.3. Diagnóstico do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar - Mercado Empresarial	
2.2.3.1. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar	
2.2.3.2. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar por Estados	
2.2.3.3. Macrolocalização e Quantitativo de Empresas Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar Maiores Municípios	
2.2.3.4. Dados Societários das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar	
2.2.3.5. Porte Empresarial das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar	
2.2.3.6. Regime tributário das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar	
2.2.3.7. Tempo de Abertura das Empresas do Setor Processamento da Cana-de-açúcar	
2.2.3.8. Capital Social das Empresas do Setor Processamento da Cana-de-açúcar	

2.2.3.9. Dados de Faturamento das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar

2.2.3.10. Dados de Trabalho das Empresas do Setor Brasileiro Processamento da Cana-de-açúcar

CAPÍTULO 3 TECNOLOGIA PRODUÇÃO BIOPELLETS CANA-DE-AÇÚCAR..... 145

SEÇÃO 1 Rotas de Conversão de Biomassa da Cana-de-açúcar.145

3.1. Rotas de Conversão da Biomassa da Cana-de-açúcar

3.1.a Colheita mecanizada de cana crua

3.1.b Palha da cana-de-açúcar: uma nova biomassa

3.1.c Recolhimento e processamento da palha

3.1.d Recolhimento e Processamento da Palha da Cana-de-açúcar

3.1.e Processamento da Palha Enfardada

3.1.f Sistemas de Limpeza da Cana-de-açúcar a Seco

3.1.g Queima de Palha e Bagaço

3.1.h Composição química da palha de cana

3.1.i Impactos da palha na operação das caldeiras

3.1.j Formação de depósitos e incrustações nas caldeiras de biomassa

3.1.k Sistemas de lavagem e drenagem de palha

3.1.l Uso de moendas no processamento de palha

3.1.m Estudos de Lixiviação de Palha em Escala de Bancada

3.1.n Processamento da Palha

3.1.1 Pré-Tratamento e Preparação da Biomassa de Cana-de-açúcar

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 Cana-de-açúcar
- 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 Biomassa Cana-de-açúcar
 - 3.1.1.4. Sistema de lavagem das partículas de Cana-de-açúcar
 - 3.1.1.5. Propriedades dos líquidos residuais
 - 3.1.1.6. Propriedades da Biomassa lavada
 - 3.1.1.7. Teor de cloro nos componentes da biomassa de Cana-de-açúcar
 - 3.1.1.8. Teor de cloro nas partículas da Biomassa Cana-de-açúcar após a lavagem
 - 3.1.1.9. Cloro presente no líquido residual da lavagem
- 3.1.2 Secagem da Biomassa de Cana-de-açúcar
 - 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 da Cana-de-açúcar	
3.1.4 Processos de Peletização da Biomassa da Cana-de-açúcar	
SEÇÃO 2 Tecnologia Industrial 4.0 Modular Biopellets Cana-de-açúcar.	219
3.2. Indústria 4.0 Modular de Produção Biopellets da Cana-de-açúcar	
3.2.1. Modularização Industrial de Biopellets da Cana-de-açúcar	
3.2.2. Diretrizes Gerais da Tecnologia Modular e Compacta de Produção de BioPellets	
3.2.3. Sistema Modular de Produção de Biopellets da Cana-de-açúcar – 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 Biopellets	
3.2.3.3. Controle na gestão de manutenção da produção Biopellets	
3.2.3.4. Controle na gestão de estoque e logística da produção Biopellets	
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 Biopellets	
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 BioPellets	
3.2.5. Linha de Crédito Internacional dos Equipamentos Produção BioPellets	
SEÇÃO 3 Atividades Preliminares da Cana-de-açúcar.	233
3.3.Fases da Colheita Cana-de-açúcar.	

- 3.3.1. Aproveitamento da Palha da Cana-de-açúcar
- 3.3.2. Enfardamento da Palha
- 3.3.3. Sistema de Equipamentos de Adensamento/Enfardamento da Palha
- 3.3.4. Equipamentos de Colheita
- 3.3.5. Ceifeira-debulhadora
- 3.3.6. Equipamentos de corte e de alimentação
- 3.3.7. Equipamentos de debulha
- 3.3.8. Equipamentos de separação dos grãos misturados na palha
- 3.3.9. Equipamentos de limpeza
- 3.3.10. Equipamentos de transporte e armazenamento
- 3.3.11. Equipamentos complementares
- 3.3.12. Espalhador de palha
- 3.3.13. Espalhador de moinhas
- 3.3.14. Destroçador de palha
- 3.3.15. Sistema de rasto contínuo
- 3.3.16. Ensiladoras
- 3.3.17. Equipamentos de enfardamento
- 3.3.18. Enfardadeiras
- 3.3.19. Plastificadora de fardos cilíndricos
- 3.3.20. Carregamento de fardos
- 3.3.21. Reboque auto carregador de fardos
- 3.3.22. Equipamentos de transporte
- 3.3.23. Reboques agrícolas

- 3.3.24. Reboque agrícola de dois eixos
- 3.3.25. Reboque agrícola de um eixo
- 3.3.26. Logística, Recolhimento e Transporte da palha da cana-de-açúcar
- 3.3.27. Aleirador
- 3.3.28. Enfardadora de Palha da Cana-de-açúcar
- 3.3.29. Carreta Recolhedora de Fardos da Palha da Cana-de-açúcar
- 3.3.30. Carregamento dos fardos da palha da cana-de-açúcar
- 3.3.31. Carregamento dos fardos de palha no caminhão
- 3.3.32. Sistema de Transporte do Fardo da Palha por Caminhão Bitren e Treminhão
- 3.3.33. Carreta de transporte da palha
- 3.3.34. Processamento da Palha Enfardada na Unidade
- 3.3.35. Avaliação Econômica do uso da palha enfardada
- 3.3.36. Fase da Logística de Transporte

- SEÇÃO 4 Termo Abertura Unidade Produção Biopellets Cana-de-açúcar.284
- 3.4 Termo de Abertura da Unidade Industrial de Produção de Biopellets Cana-de-açúcar
 - 3.4.1. Análise de Localização da Planta de Biopellets de Cana-de-açúcar
 - 3.4.2. Layout da Planta Industrial
 - 3.4.3. Fluxo de Produção de Biopellets de Cana-de-açúcar
 - 3.4.4. Dimensionamento da Unidade de Biopellets de Cana-de-açúcar
 - 3.4.5. Atividades e Área Prevista no Empreendimento de Produção de Biopellets
 - 3.4.6. Matéria-prima da Cana-de-açúcar

SEÇÃO 5 Sistema Recepção Biomassa Cana-de-açúcar.301

3.5 Descrição do Processo Industrial de Produção de Biopellets Cana-de-açúcar

3.5.1.Recepção, Estocagem e Movimentação da Matéria-prima.

3.5.2. Pátio de Recepção de Matéria-prima de Cana-de-açúcar

3.5.3. Linha de Equipamentos de Recepção de Matéria-prima

SEÇÃO 6 Sistema Preparação da Biomassa Cana-de-açúcar.307

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

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 da Fibra da Cana-de-açúcar

3.6.1.10. Peneira de Eixos Paralelos

3.6.1.11. Peneira Oscilatória - Classificação

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 Biomassa Cana-de-açúcar.328

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

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

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

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 gás 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 Biomassa Cana-de-açúcar.357
- 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 Biopellets	
3.8.2.1.6 Silo de Abastecimento ao Processo de Peletização	
SEÇÃO 9 Sistema Peletização da Biomassa Cana-de-açúcar.	372
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 Biopellets	
3.9.1.7. Peletizadora Industrial	
3.9.1.8. Sistema de lubrificação automática para moinho de Biopellets	
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 Biopellets Cana-de-açúcar.382

3.10. Descrição do Sistema de Resfriamento Industrial BioPellets

3.10.1. Linha de Equipamentos Resfriamento Industrial Biopellets Cana-de-açúcar

3.10.1.1. Resfriador Vertical

3.10.1.2. Transportador de arrasto tipo redler para retirada dos Biopellets dos Resfriadores

3.10.1.3. Elevador de Canecas para retirada dos Biopellets 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 BiopelletsCana-de-açúcar.390

3.11. Descrição do Sistema de Embalagem dos Biopellets Cana-de-açúcar

3.11.1. Linha de Equipamentos Expedição e Embalagem

3.11.1.1. Silo de Expedição de Biopellets

3.11.1.2. Sistema de Expedição dos Biopellets 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 Biopellets 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.....	403
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 4 TECNOLOGIA INDUSTRIAL DE TORREFAÇÃO E BLACK PELLETS.....	419
Seção 1 Torrefação da Biomassa.....	419
4.1. Introdução	
4.1.1. Biomassa da Cana-de-açúcar	
4.1.2. Torrefação da Biomassa	

- 4.1.2.1. Classificação da Torrefação
 - 4.1.2.1.1. Torrefação a seco
 - 4.1.2.1.2. Torrefação úmida
 - 4.1.2.1.3. Torrefação a vapor
- 4.1.2.2. Características químicas da torrefação
- 4.1.2.3. Características mecânicas da torrefação
- 4.1.2.4. Valor calorífico
- 4.1.2.5. Degradação biológica
- 4.1.2.6. Moabilidade e reatividade
- 4.1.2.7. Balanço de massa e energia da torrefação
- 4.1.2.8. Propriedades da Biomassa Torrificada
- 4.1.2.9. Biomassa Torrificada Zero Carbono
- 4.1.2.10. Utilização da biomassa torrificada
- 4.1.3. Pré-tratamento Térmico da Biomassa da Cana-de-açúcar pela Torrefação
 - 4.1.3.1. Características da Mudança nos Conteúdos Orgânicos durante o Processo de Torrefação
- 4.1.4. Parâmetros de Torrefação
 - 4.1.4.1. Temperatura
 - 4.1.4.2. Tempo de reação (duração)
 - 4.1.4.3. Tamanho de partícula
- 4.1.5. Vantagens da Torrefação da Biomassa da Cana-de-açúcar
 - 4.1.5.1. Biomassa Torrificada um Produto Altamente Energético
- 4.1.6. Processo de Torrefação da Biomassa da Cana-de-açúcar
 - 4.1.6.1. Variação das Propriedades da Biomassa devido à Torrefação

- 4.1.7. Processo de Torrefação e Efeito da Temperatura
- 4.1.8. Rendimento de massa e energia
- 4.1.9. Propriedades Biomassa Torrificada da Cana-de-açúcar
 - 4.1.9.1. Fator Umidade
 - 4.1.9.2. Densidade volumétrica e energética
 - 4.1.9.3. Moabilidade
 - 4.1.9.4. Propriedades Químicas
 - 4.1.9.5. Hidrofobicidade
- 4.1.10. Tecnologia dos Reatores de Torrefação
 - 4.1.10.1. Reator de leito fixo
 - 4.1.10.2. Reator de tambor rotativo
 - 4.1.10.3. Reator de micro-ondas
 - 4.1.10.4. Reator de leito fluidizado
 - 4.1.10.5. Reator de leito móvel horizontal
 - 4.1.10.6. Reator de leito móvel vertical
 - 4.1.10.7. Modelo de design Torrefier

Seção 2 Planta Industrial Torrefação da Biomassa 487

4.2. Preliminares

- 4.2.1. Estrutura da Planta Industrial de Biopellets
- 4.2.2. Descrição do processo
 - 4.2.2.1. Visão geral
 - 4.2.2.2. Área de Preparação de biomassa da cana-de-açúcar

4. 2.2.3. Processo Produtivo Biopellets Cana-de-açúcar

4.2.2.4. Estruturas de suporte

Seção 3 Mercado Global Black Pellets 513

4.3. Mercado Global Black Pellets

4.3.1. Black Pellets

4.3.2. Demanda de Mercado

4.3.2.1. Avanço do Mercado de Black Pellets

4.3.3. Dados de Mercado de Black Pellets

4.3.3.1. Análise de Impacto Geopolítico no Mercado de Black Pellets

4.3.4. Perspectiva do mercado de Black Pellets

4.3.4.1. Tendências do Mercado de Black Pellets

4.3.5. Análise do tipo de produto: Pellets de madeira e Black Pellets

4.3.5.1. Análise do tipo de matéria-prima

4.3.6. Análise de Aplicação do Segmento de Pellets

4.3.6.1. Análise de Aplicação do Mercado de Black Pellets

4.3.7. Análise do usuário final de consumo de Pellets de madeira e Black Pellets

4.3.7.1. Análise do usuário final de Black Pellets

4.3.8. Análise do Canal de Distribuição de Pellets de madeira e Black Pellets

4.3.9. Oportunidades e Ameaças do setor de Pellets

4.3.9.1. Restrições do Mercado de Black Pellets

4.3.9.2. Oportunidade do Mercado de Black Pellets

4.3.10. Perspectiva regional dos Pellets de Madeira e Black Pellets

4.3.10.1 Mercado Europeu

4.3.10.2. Mercado da América do Norte

4.3.10.3. Mercado da Ásia-Pacífico

4.3.10.4. Mercado do Oriente Médio e África

4.3.11. Perspectiva do Concorrente do Mercado de Pellets

4.3.12. Empresas do Mercado Global de Pellets de Madeira e Black Pellets

4.3.13. Principais conclusões do Mercado Global de Black Pellets

BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA.....551

Livro Black Biopellets Cana-de-açúcar

Catálogo na Fonte Brasil.

Brasil Biomassa e Energia Renovável. Curitiba. Paraná. 2025

Conteúdo: 1. Análise da biomassa da cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de Biopellets e Black Pellets. 2. Projeções de produção e de disponibilidade da biomassa da cana-de-açúcar. 3. Bio pellets como um novo combustível energético 4. Tecnologia Industrial de Produção de Biopellets e Black Pellets da cana-de-açúcar 5. Análise mercado internacional de BioBiopelletse Black Pellets. 6. Aproveitamento dos resíduos da palha e do bagaço da cana-de-açúcar. 7. Requisitos ambientais, certificações e permissões. 8. Impacto e projeções de uso de Biopellets como um novo combustível de suprimento energético. . 9. Certificações internacionais

II. Título. CDU 621.3(81)“2030” : 338.28 CDU 620.95(81) CDD333.95 (1ed.)

Todos os direitos reservados a Brasil Biomassa e Energia Renovável

Copyright by Celso Marcelo de Oliveira

Tradução e reprodução proibidas sem a autorização expressa do autor.

Nenhuma parte deste estudo pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer forma ou meio, incluindo fotocópia, gravação ou informação, ou por meio eletrônico, sem a permissão ou autorização por escrito do autor. Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Edição eletrônica no Brasil e Portugal em versão eletrônica

© 2025 ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável

Edição 2025 Total 655 páginas.

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

PREFÁCIO

Dr. Leonard Birnbaum, Chief Strategy Officer da RWE Power Energy disse: "torrefeita biomassa na forma de black pellets oferece uma grande oportunidade de negócio, não só para a RWE, mas também para os grandes players internacionais de energia."

Em nome da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável e dos numerosos colaboradores deste livro de apoio para as empresas do setor sucroenergético com interesse na produção de Biopellets e Blackpellets Biomassa Cana-de-açúcar, tenho o prazer de apresentar o Livro que tem por objetivo uma avaliação pormenorizada do setor da cana-de-açúcar na produção de um produto inovador e sustentável para o setor no Brasil.



O desafio do setor sucroenergético é o aproveitamento energético do excedente de bagaço e da palha da cana-de-açúcar e o Biopellets e o BlackPellets podem ser uma solução inovadora ao setor.

A cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e seus respectivos subprodutos.

A agroindústria sucroalcooleira nacional, diferentemente do que ocorre nos demais países, opera numa conjuntura positiva e sustentável.

Pelo conceito de bagaço entende-se apenas o caule macerado, não incluindo a palhada e os ponteiros, que representam 55% da energia acumulada no canavial. Este potencial fabuloso é pouco aproveitado, sendo, na maioria dos casos, queimado no campo.

As pontas e folhas da cana-de-açúcar que costumam ser deixadas no campo podem representar até 30% da biomassa total (FAO, 2006), considerando o volume total de biomassa produzida por unidade de área plantada.

A quantidade de resíduos decorrente da colheita da cana-de-açúcar depende de variados fatores, entre os quais: o sistema com ou sem queima da cana na pré-colheita, a altura dos ponteiros, a variedade plantada, a idade da cultura e seu estágio de corte, o clima, o solo, o uso ou não de vinhoto na fertirrigação do campo, entre outros, que exercem influência importante nas características, quantidade e qualidade da palha.

O valor médio da produção de matéria seca que estima os resíduos secos potenciais da cana-de-açúcar, denominados palha, é de 140 kg por tonelada de cana colhida, com 50% de umidade, considerando as diversas variedades de cana-de-açúcar plantadas.

A produtividade média de cana-de-açúcar no Brasil é de 85 toneladas por hectare, sendo que para cada tonelada de cana processada são gerados cerca de 140 kg de palha e 140 kg de bagaço em base seca, ou seja, 12 toneladas de palha e 12 toneladas de bagaço. A palha de cana-de-açúcar representa 15% do peso dos colmos da cana madura, ou 12% quando seca.

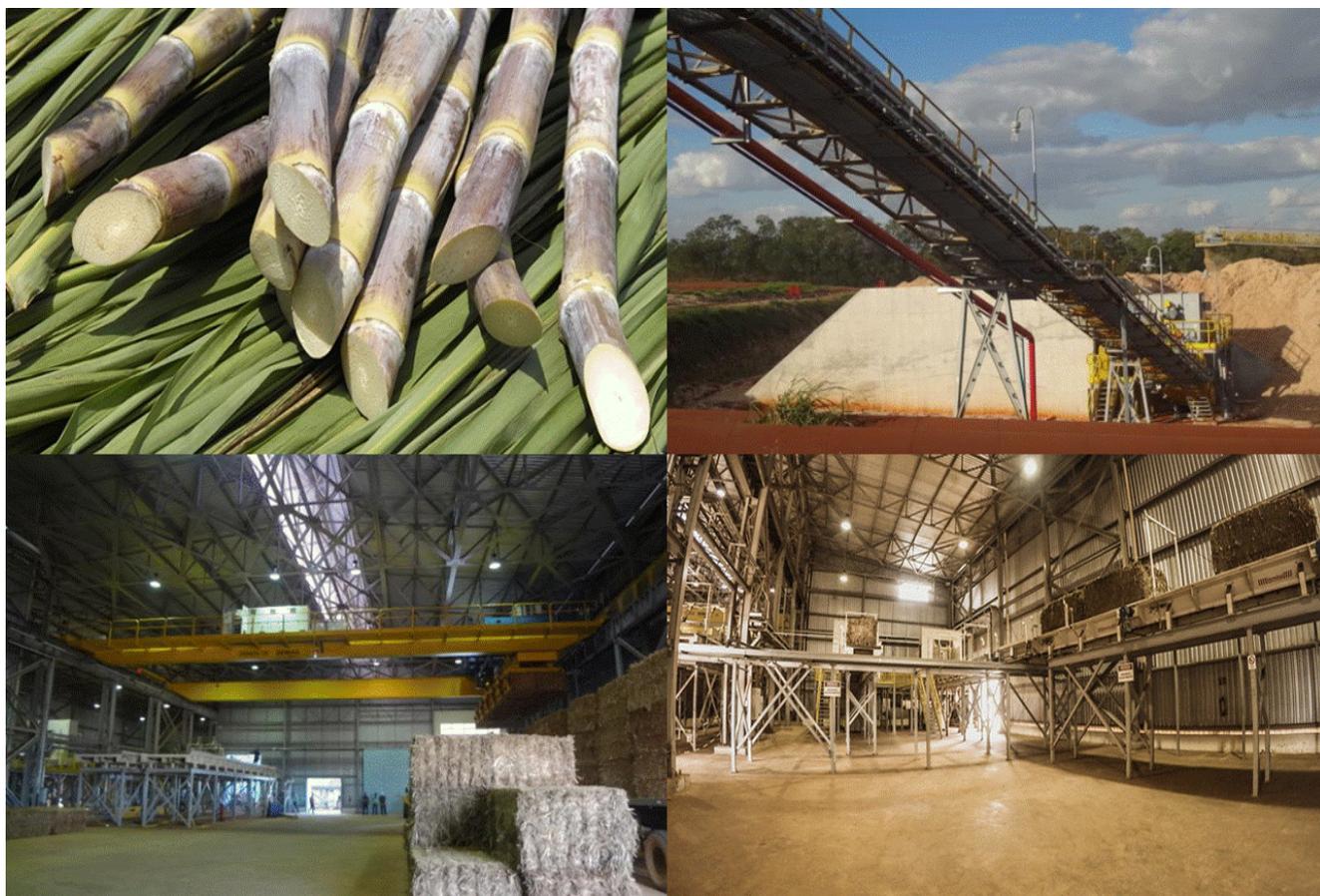
A Brasil Biomassa desenvolveu uma série de projetos e plantas industriais para o aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar. Temos um quantitativo de disponibilidade de resíduos de 327.855.000 ton./ano da palha e bagaço um poder calorífico 13,4 MJ/kg que podem ser utilizados na produção do black pellets.



A utilização mundial de pellets tem crescido significativamente nos últimos anos, surgindo diferentes mercados.

A indústria dos Biopellets com a palha e o bagaço da cana-de-açúcar no Brasil iniciou o seu desenvolvimento há cerca de 10 anos com o projeto inovador que a Brasil Biomassa implantou com sucesso para a Cosan Biomassa para o grupo Raizen em Jaú no Estado de São Paulo com uma produção de 140.000 mt/ano com aprovação (termos de qualidade e poder energético) da Drax Power Energy do Reino Unido, Dong Energy da Dinamarca e a Sumitomo Corporation do Japão.

A produção de Biopellets da cana-de-açúcar da empresa produtora em São Paulo foi integralmente exportada para os mercados da Europa e do Japão.



Este livro apresenta uma análise do mercado brasileiro e internacional de consumo de Biopellets recorrendo a dados recolhidos sobre o setor, e especificamente sobre os maiores players consumidores internacionais .

A informação foi recolhida através de inquéritos apresentados diretamente a players consumidores 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.

Em face do aumento das temperaturas globais, eventos climáticos extremos e a necessidade resultante de aproveitamento de todos os tipos de biomassa, o Biopellets oferece uma solução interseccional para questões em torno da biomassa da cana-de-açúcar para o desenvolvimento econômico.

É uma solução sustentável e multifuncional para mistigar os efeitos das mudanças climáticas e ajudar a construir resiliência em comunidades locais produtoras da cana-de-açúcar.

Desde 2022, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) defende que as tecnologias de aproveitamento da biomassa peletizada são um complemento necessário às reduções de emissões para atingir um futuro líquido zero e limitar o aquecimento global a 2°C ou menos.

O Biopellets é uma das tecnologias reconhecidas pelo IPCC e também é uma das soluções mais acessíveis e prontas para o mercado.



À medida que o mundo se desenvolve, os combustíveis fósseis estão se esgotando rapidamente devido ao aumento da demanda por energia. Portanto, os biocombustíveis (bio black pellets) 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.

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 da cana-de-açúcar passou a ser considerada uma fonte potencial de matéria-prima para a produção de Biopellets. O livro trata também da inovadora e moderna tecnologia de torrefação da biomassa da cana-de-açúcar peletizada.

Os pellets pretos que estamos desenvolvendo (projeto de implantação da primeira planta do Brasil de black pellets) e em fase de teste industrial utilizando os subprodutos à base da cana-de-açúcar (palha e bagaço).

Hoje, a tecnologia mundial de produção de black pellets está em fase avançada para explorar esses subprodutos e convertê-los em biocombustíveis energeticamente eficientes. Trabalhamos com uma tecnologia de torrefação para produzir biocombustível energético de alta qualidade a partir de matéria-prima de biomassa renovável.

Os pellets pretos é um tipo de combustível de biomassa renovável que pode substituir o carvão fóssil em usinas de energia, reduzindo significativamente as emissões de carbono.

Os grânulos pretos explodidos a vapor são mais seguros, mais econômicos e fornecem mais energia do que os grânulos de biomassa “brancos” convencionais. Trabalhamos com três tecnologias:

Tecnologia de reator de leito para a torreficação da biomassa na produção do black pellets. Este sistema inclui um silo de recepção da matéria-prima em estado bruto e com alta umidade que passa por um ciclone para separação do produto e um condensador ao filtro para separar o vapor de água (combustão). As diferentes fases da torreficação ocorrem em diferentes gamas de temperatura. A biomassa é aquecida desde a temperatura ambiente até cerca de 100°C e nessa temperatura perdem-se componentes voláteis e diminui a umidade.

Tecnologia de explosão a vapor para a produção do black pellets. O processo é baseado no uso de vapor, sem aditivos químicos como aglutinantes para o produto densificado na forma de pellets pretos, envolvendo a alimentação de matéria-prima de biomassa bruta até a saída de combustível de biomassa sólida. O pó produzido pela moagem tem uma densidade aparente relativamente alta e é de fluxo livre, o que significa que também é ideal como material de alimentação para sistemas de gaseificação de fluxo arrastado.

Tecnologias de última geração em torrefação de biomassa, como a tecnologia Blackwood, são capazes de queimar e controlar o processo de torrefação de forma que a energia liberada nas não exceda a energia necessária para a secagem e torrefação. O sistema industrial pode fazer parte integrante de uma unidade industrial de produção de black pellets ou pode ser adicionado como um módulo a uma fábrica de Biopellets da cana-de-açúcar.



Os pellets pretos são produzidos a partir de biomassa residual com alto teor de lignina.. Não contêm quaisquer aditivos. O material é seco e prensado, da mesma forma que os pellets brancos, em pequenos pellets cilíndricos.

O alto poder calorífico dos black pellets é atribuível ao teor naturalmente alto de lignina na biomassa residual. Produção eficiente de energia a um preço atrativo.

Os black pellets ou pellets pretos são um biocombustível verde energético e sustentável que complementa a biomassa regular e substitui o carvão em instalações industriais e usinas de cogeração.

Os pequenos grânulos cilíndricos pretos têm um alto valor calorífico (maior de 24 GJ/tonelada) devido ao alto teor natural de lignina e uma alta densidade aparente (740 kg/m³) .

Portanto, a biomassa da cana-de-açúcar pode ser utilizada em diferentes vias de aproveitamento para geração de energia e para a produção de Biopellets ou black pellets. Uma excelente oportunidade de geração de energia e na produção de Biopellets com um possível aumento da viabilidade econômica de empreendimentos sucroenergéticos, principalmente se esta matéria prima for considerada resíduo como a palha.

Pode-se agregar ainda mais quando observado que o aproveitamento do excedente de bagaço e a palha da cana-de-açúcar, facilitando as operações de cultivo e recolhimento e benefícios econômicos com a produção de biopellets.

Este livro avalia que os sistemas de produção de Biopellets que podem gerar energia e, quando apropriado, devem recuperar e usar o calor do processamento. Os sistemas de Biopellets proporcionam um uso na palha e do bagaço, reduzindo a prática de queima de plantações, (palha) oferecem desenvolvimento econômico com recursos que, de outra forma, seriam desperdiçados na natureza, agregando com um resultado econômico ao setor.



Uma questão a ser abordada no Livro é a quantidade de matéria-prima que encontra-se disponível para a produção de Biopellets com acesso imediato no Brasil

Assim sendo, o Livro pretende em abordar uma questão fundamental de disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar e o seu acesso comercial para a produção de Biopellets em todo o território nacional.

As quantidades reais de produção e de disponibilidade dependerá da demanda do mercado e dos avanços técnicos e da política de produção de Biopellets.



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 do setor sucroenergético e os profissionais para a produção de Biopellets.

Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável



INTRODUÇÃO



DECLARAÇÕES PROSPECTIVAS

Este Livro Tecnologia Industrial Biopellets Cana-de-açúcar contém certas declarações prospectivas que dizem respeito a eventos futuros ou desempenho futuro do mercado de Biopelletse. Estas declarações prospectivas são baseadas em previsões e estudos técnicos e dados de mercado das principais entidades internacionais sobre as expectativas de desenvolvimento e de expansão do mercado de produção Biopelletse biopellets.

Objetiva-se com o Livro Tecnologia Industrial Biopellets da Cana-de-açúcar em gerar expectativas dentro de uma tendência de mercado. Se as expectativas geradas e premissas revelarem-se incorretas por mudança de fatores e de mercado, então os resultados reais podem diferir materialmente da informação prospectiva contida neste documento. Além disso, declarações prospectivas, por sua natureza, envolvem riscos e incertezas que poderiam causar os resultados reais difiram materialmente daqueles contemplados no relatório. Assim utilizamos as declarações prospectivas de informações como apenas uma advertência no desenvolvimento do Livro

DIRETORIA EXECUTIVA

Apresentação do Livro Biopellets

A demanda global de energia, medida pelo consumo final total, está aumentando a uma taxa acelerada, impulsionada pelos avanços na eficiência energética. O consumo de combustíveis fósseis deve cair de 65% em 2026 para 20–50% em 2050.

A redução no uso de hidrocarbonetos de aproximadamente 80% para entre 20 e 55%, o rápido aumento da energia renovável de 10% para 35–65%, o aumento da participação da energia elétrica de 20% para 33–50% e o aumento do uso de hidrogênio de baixo carbono para 13–21% são alguns dos fatores que influenciam o futuro da energia global.

Existem problemas ambientais sérios, como emissões de gases de efeito estufa e aquecimento global, que têm consequências prejudiciais. Muitas nações implementaram políticas em resposta à crescente questão das emissões de carbono. Por exemplo, a União Europeia, pioneira na luta mundial contra as alterações climáticas, sugeriu a implementação de um mecanismo piloto de ajustamento de fronteira de carbono.

O mecanismo, destinado a impor impostos adicionais sobre os itens importados que entram na UE com base nas suas emissões de carbono, foi introduzido no período de 2023–2026 e implementado formalmente em 2027.

O aumento da produção agrícola para apoiar a população mundial em rápido crescimento resultou numa quantidade significativa de resíduos. A gestão imprópria ou inadequada necessita da implementação de estratégias de utilização e valorização de ponta, sendo o planeamento eficaz o aspeto mais importante da gestão atual e futura dos resíduos.

O conceito de desperdício zero, que envolve a conversão de resíduos da cana-de-açúcar em energia, é uma abordagem muito amiga do ambiente. Reduz a quantidade de resíduos (palha) que devem ser eliminados, ao mesmo tempo que aumenta os rendimentos dos agricultores, permitindo-lhes vender os resíduos da produção como matérias-primas para a produção de energia alternativa e na produção de biopellets.

O processo de produção de energia de biomassa peletizada da cana-de-açúcar também ajuda a reduzir as emissões de gases de efeito estufa porque as plantas absorvem dióxido de carbono da atmosfera e o armazenam nos tecidos vegetais, resultando em um ciclo de carbono não proliferativo de gases de efeito estufa na atmosfera. Além disso, o uso de energia de biomassa reduz a dependência de combustíveis fósseis, que são a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa .

O setor sucroenergético é crucial para as economias de muitos países como o Brasil. A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) estima que a produção de cana-de-açúcar na safra 2024/2025 seja de 689,8 milhões de toneladas.

A safra 2023/2024 da cana-de-açúcar foi a maior da história, com 654,43 milhões de toneladas de cana-de-açúcar processadas. A produção de etanol também foi recorde, com 35,61 bilhões de litros, um aumento de 15% em relação à safra anterior.

De acordo com o levantamento da Companhia, a área de colheita da cana apresentou crescimento de 4,1%, passando de 8,33 milhões de hectares para 8,67 milhões de hectares. O crescimento deve-se ao aumento de áreas em expansão e renovação, sendo que a colheita na Região Centro-Sul, já iniciada, passa a se intensificar a partir de maio.

Na Região Sudeste, onde se concentra a maior produção de cana-de-açúcar do país (64,6%), estima-se uma produção de 442,74 milhões de toneladas, uma retração de 5,6% frente à safra 2023/24, com a maior redução observada em São Paulo, de 28,32 milhões de toneladas, devido ao contraste com o excelente resultado da safra passada. O Centro-Oeste, segunda região que mais produz cana-de-açúcar, tem a estimativa, para esta safra, de 145,69 milhões de toneladas destinadas ao setor sucroenergético.

Para o Nordeste, indica-se uma produção de 56,65 milhões de toneladas, semelhante à obtida na safra anterior, com lavouras em fase de crescimento e provável início da colheita a partir de agosto. Já nas Regiões Sul e Norte do país, a expectativa é que produzam, respectivamente, 37 milhões de toneladas e 3,78 milhões de toneladas.

Quando comparada com a safra 2023/24, com exceção da Região Norte, e os estados de Mato Grosso e São Paulo, apesar do maior direcionamento da cana-de-açúcar para a produção do adoçante em relação ao etanol, observa-se crescimento na produção de açúcar. O mercado favorável justifica esse valor, colocando, a atual safra, como a maior produção de açúcar..

A colheita da cana-de-açúcar é uma fase vital, que pode ser realizada manualmente cortando a cana-de-açúcar ou mecanicamente cortando simultaneamente a cana e removendo as folhas. A cana-de-açúcar pode ser colhida sem queimar os caules, e a cana-de-açúcar limpa é então transferida para a fábrica para processamento. Outros elementos incluem folhas secas, folhas verdes e brotos, conhecidos como palha de cana-de-açúcar ou restos de cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e seus respectivos subprodutos.

A agroindústria sucroalcooleira nacional, diferentemente do que ocorre nos demais países, opera numa conjuntura positiva e sustentável. Os agricultores frequentemente queimam folhas de cana-de-açúcar para se livrar da palha que permanece em pilhas após a colheita. A queima da palha causa poluição do ar (poeira PM2,5, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e ozônio), o que pode levar a uma variedade de problemas de saúde.

Um obstáculo significativo à sua utilização completa para aplicações de energia térmica é a baixa densidade aparente do material, que requer maquinário substancial e trabalho humano para coleta, manuseio, transporte e armazenamento. Além disso, a biomassa bruta possui qualidades inerentes que limitam seu potencial de uso, como maior teor de umidade e fragmentação da fonte .

Recentemente desenvolvemos para a Cosan Biomassa do Grupo Raizen a maior planta mundial de peletização da biomassa da cana-de-açúcar em São Paulo. Esta tecnologia demonstrou produzir bioBiopellets com tamanho e estrutura uniformes, melhorando assim a qualidade da matéria-prima, incluindo densidade aparente e durabilidade, dependendo da matéria-prima e do teor de umidade usados na produção de biopellets.

Esta tendência é apoiada pelo número crescente de usinas de produção de bioBiopellets da cana-de-açúcar no Brasil, Estados Unidos e na Austrália. Os bioBiopellets de biomassa da cana-de-açúcar comprimida aumentaram a densidade aparente de 200 kg/m³ para ≥ 600 kg/m³ .

O processo típico de peletização de biomassa da cana-de-açúcar envolve coleta de matéria-prima, secagem, redução do tamanho de partículas, pré-tratamento, condições de peletização, densificação e armazenamento. Outro tópico deste livro é utilizar a torrefação para a produção de black pellets, ou seja para melhorar as qualidades da biomassa bruta da cana-de-açúcar, adquirir um produto com maior densidade melhor moagem e menor teor de umidade.

Novo interesse está sendo demonstrado no mercado de black pellets, tanto torrefados quanto a vapor. . Esse desenvolvimento foi apoiado pelo surgimento de novos mercados de biomassa peletizada na Ásia e pelo amadurecimento do mercado na Europa.

No passado, as tecnologias de Black pellets lutaram para ganhar espaço no mercado. Mas agora há pelo menos sete plantas em escala comercial. Outros oito projetos estão planejados ou estão buscando licenças. Esse pipeline de projetos equivale a 2 Mt de capacidade anual.



Os desenvolvedores de tecnologias de Black pellets podem apontar para as poderosas vantagens competitivas de seus combustíveis de biomassa refinados.

Isso inclui - mas não está limitado a - a economia de custos logísticos e a economia de gases de efeito estufa que resultam da maior densidade energética de seus pellets.

A Associação Mundial de Bioenergia, enfatizou que os Pellets têm potencial para substituir o carvão em instalações de geração de energia. Com o desenvolvimento da tecnologia nos últimos anos, os Biopellets passaram por uma atualização térmica através de vários processos, como torrefação, carbonização hidrotérmica e explosão de vapor. A atualização térmica permite que os Biopellets funcionem como combustível com propriedades de carvão. Espera-se que a região da Ásia-Pacífico com o maior número de usinas a carvão seja uma oportunidade para o crescimento do mercado em um futuro próximo.



A Agência Internacional de Energia distinguiu a biomassa peletizada como um dos sete 'pilares-chave' da descarbonização e tecnologia que deve ser escalonada para ajudar a cumprir o Net-Zero global.

A biomassa peletizada sustentável (Biopellets) é reconhecida como essencial para o cumprimento das metas climáticas pelas principais autoridades incluindo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, o Comitê de Mudanças Climáticas (CCC) do Reino Unido e a IEA. A declaração foi assinada por alguns dos maiores produtores, usuários e manipuladores de Biopellets de madeira do mundo - Associated British Ports (ABP), Drax Group, Eco2, Enviva, Fram Renewable Fuels, Graanul Invest, Great Resources Co. Ltd, Lynemouth Power Ltd , Pellet México Bioenergia, PD Ports e Port of Tyne, Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa REA e a US Industrial Pellet Association (USIPA).

Portanto, produzir e utilizar Biopellets com a Biomassa da Cana-de-açúcar é uma ótima opção para geração de energia sustentável, limpa e renovável como alternativa energética para descarbonização industrial.. O uso da biomassa peletizada de resíduos da cana-de-açúcar é fundamental 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 CO2 como a substituição de combustíveis fósseis como o carvão, GLP, coque e gás natural por energias de baixo carbono, como Biopellets que 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, é o propósito da empresa de Biopellets quando o assunto é sustentabilidade.

Devemos acelerar a transição para um mundo neutro em carbono, por meio do consumo reduzido de energia e de soluções mais sustentáveis e eficientes. No Brasil, enxergamos um potencial enorme do pellets para descarbonizar, por exemplo, o setor industrial, que hoje é responsável por 20% das emissões de CO2 no país.

A Drax Power Energy é um grande exemplo de consumo de pellets.. A Drax Group desenvolveu testes industriais de combustão de pellets com a biomassa da cana-de-açúcar. Em 2022 importou mais de 60 mil toneladas de Biopellets da Cosan Biomassa. A empresa também relatou progresso com o uso do Biopellets como uma futura fonte de energia.



Os desenvolvedores ainda enfrentam desafios enquanto buscam conquistar um espaço para si no mercado de biomassa. No entanto, há muitas oportunidades para Biopellets também: como um substituto do carvão na geração de energia em escala; como um substituto para combustíveis fósseis em aquecimento distrital e CHP; como uma alternativa aos pellets em cadeias de suprimentos longas, complexas ou caras, e como uma fonte de calor de processo renovável.



Este livro investiga esses desafios e oportunidades para fornecedores de combustível de biomassa e utilidades, bem como para muitos negócios auxiliares com exposição aos mercados de biomassa, incluindo proprietários de matéria-prima, fornecedores de equipamentos, empresas de transporte e operadores portuários, instituições financeiras e outros investidores.

Quem deve ler este livro?

Este livro será uma leitura essencial para todas as empresas que consideram as oportunidades no mercado de Biopelletse de Black pellets.

Perguntas respondidas...

- » Qual é o tamanho do mercado de Biopellets?
- » Quais são os principais desafios e oportunidades para o mercado?
- » Quais são as principais diferenças entre Biopellets torrefados e explodidos a vapor?
- » Quem são os principais desenvolvedores de projetos de fornecimento em escala comercial?
- » Quais tecnologias estão disponíveis para e os potenciais fornecedores?
- » Onde estão as prováveis fontes de demanda?
- » Há fornecimento suficiente de pellets para atender à demanda potencial?
- » Os Biopellets podem ajudar os geradores a reduzir as emissões de GEE em comparação com os outros tipos de pellets?
- » Quais são os fatores que influenciam a economia da cadeia de fornecimento dos Biopellets?

A torrefação, um processo de pré-tratamento térmico, está ganhando atenção, pois melhora as propriedades físicas e a composição química da biomassa para reciclagem.

Durante a torrefação, a biomassa é aquecida lentamente em um ambiente inerte ou com déficit de oxigênio a uma temperatura máxima de 300 °C. O processo de torrefação cria um produto sólido uniforme com menor umidade e maior conteúdo de energia do que a biomassa bruta.

Durante a torrefação, a umidade e alguns compostos orgânicos voláteis volatilizam-se da biomassa. Dependendo da estequiometria e de outras condições, espécies de gases não condensáveis, incluindo CO e CO₂, são formados.



Escopo do Livro Biopellets Cana-de-açúcar

O escopo fundamental do desenvolvimento do Livro Tecnologia Industrial Biopellets da Cana-de-açúcar é de ajudar as empresas do setor sucroenergético em encontrar soluções ambientais com a palha da cana-de-açúcar para a produção de um biocombustível energético;

O Livro confirma crescimento robusto do consumo mundial de pellets e oportunidades emergentes no setor da cana-de-açúcar. Biopellets é uma forma estável de carbono negativo e um produto altamente energético..

Surgiu como uma tecnologia líder para geração de energia térmica residencial e industrial, ostentando uma alternativa energética e sustentável que pode ajudar na redução de até 15% das emissões globais. .

Os objetivos específicos desta livro são: 1) entender o impacto da torrefação na qualidade do produto (cana-de-açúcar) em termos de propriedades físicas, composição química e comportamento de armazenamento da biomassa; 2) discutir os vários reatores usados para torrefação de biomassa; e 3) desenvolver um modelo para projetar um torrefador de leito móvel, considerando cálculos fundamentais de transferência de calor e massa.

A torrefação melhora as propriedades físicas, composição química e propriedades de energia e armazenamento da biomassa.

A torrefação de biomassa peletizada a 300 °C aumenta o conteúdo de energia em cerca de 30% em comparação com a biomassa bruta.

Por exemplo, quando torrefada, o valor calorífico da biomassa aumenta de cerca de 18–19 MJ/kg para cerca de 20–24 MJ/kg.

O material torrefado tem um teor de umidade de cerca de 1–3% em base úmida (wb). A perda do grupo hidroxila durante a torrefação torna a biomassa hidrofóbica.

A natureza quebradiça da biomassa torrefada torna mais fácil moê-la. As reações de desvolatilização e carbonização alteram a composição próxima e final. O teor de carbono aumenta, enquanto o teor de hidrogênio, oxigênio e nitrogênio da biomassa diminui.

Apesar de suas propriedades superiores, a comercialização da tecnologia de torrefação é lenta devido aos desafios associados ao design do reator e à qualidade do produto final.

Os diferentes tipos de reatores que são normalmente usados para torrefação de biomassa são o leito fixo, tambor rotativo, micro-ondas, leito fluidizado e leito móvel horizontal e vertical. O reator de leito móvel ganhou popularidade entre os diferentes designs de reatores de torrefação, pois é fácil de operar e dimensionar.

Além disso, ajuda a produzir um produto torrefado uniforme.

Neste livro, diferentes conceitos de torrefação de leito móvel e reciclagem de gás são conceituados para avaliar as características, vantagens e desvantagens de vários conceitos de design e operação.

Avaliamos no livro a rápida expansão do setor de pellets é acompanhada por um forte otimismo da indústria brasileira, produtora de pellets. E pellets projetando que as receitas subam para quase US\$ 150 milhões até 2026, de US\$ 40 milhões em 2024

O Livro identifica os principais desafios e áreas para pesquisas futuras de aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar, como aumentar a participação em mercado de produção industrial e de superar obstáculos como o problema do cloro na palha da cana-de-açúcar (apresentamos duas soluções) para um produção de Biopellets de alta qualidade

Ele também enfatiza a diversidade de tecnologias de produção de Bio e Black Pellets e modelos de negócios dentro da indústria, defendendo uma abordagem mais inclusiva que acomode várias escalas de operação e apoie a produção de Biopellets.

O Biopellets é um sistema inovador de geração de energia limpa e este livro confirma a interconexão da demanda de mercado nacional e internacional benefícios e usos físicos do Biopellets.

Este Livro também mostra as muitas escalas em que o BioBiopellets é produzido, no mercado internacional desde grandes plantas industriais que também produzem energia limpa.

À medida que ela emerge como uma solução energética para descarbonização industrial. Ao mesmo tempo, o livro envia uma mensagem clara de que aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar para desenvolver mercados industriais de alto volume e alto valor para Biopellets que é um desafio essencial aos empresários brasileiros.

O Livro faz uma análise apurada em nível nacional das oportunidades de aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar para a produção de Biopellets como um novocombustível energético..

As questões-chave que motivam a presente Livro são identificar e analisar o potencial de aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar para o desenvolvimento de plantas de Bio Black pellets, a segurança na produção com um produto de qualidade internacional e a geração de novos negócios para as empresas do setor sucroenergético.

O Livro visa implementar uma estratégia de avaliação estrutural do quantitativo (base na produção) e de disponibilidade de biomassa da cana-de-açúcar para a produção industrial de Bio Black Biopellets e uma avaliação técnica e segura da melhor tecnologia industrial de produção e dados de mercado de Biopellets para exportação e suprimento energético e o consumo direto para combustão (calor/vapor) em caldeira industrial, para as plantas de cogeração de energia.

Este Livro retrata o potencial mercado de produção de Bio Black pellets da Biomassa da Cana-de-açúcar.

Resume os resultados do trabalho técnico da Brasil Biomassa Consultoria e de quarenta e dois parceiros internacionais especializados no mercado de Pellets para uma perspectiva de produção e de consumo de BioBiopellets (comportando o mercado brasileiro). O livro fornece uma análise do mercado de Biopellets por aplicação e geografia, delimitando ainda os players consumidores de Biopellets.



O livro concentra-se nas tendências atuais do mercado, oportunidades, potenciais futuros do mercado e concorrência. Fornece dados do mercado brasileiro das empresas consumidoras, destacando as tendências tecnológicas do mercado.

O modelo apresentado neste livro inclui um conjunto de equações para cálculos básicos para configurar as dimensões do reator de torrefação, como diâmetro e altura do torrefador de leito móvel para diferentes capacidades com base nas velocidades de sólidos e gases alvo e calculadas, tempos de residência e temperaturas.

Metodologia do Livro Bio BlackPellets

Trabalhamos com uma metodologia de avaliação técnica da valoração dos tipos de resíduos da biomassa do cultivo da cana-de-açúcar e do processo industrial das usinas de etanol como uma forma de utilização da biomassa para a produção Bio Blackpellets..

Este Livro examina os elementos industriais para a produção de Biopellets. Explora então os mercados atuais para obter informações sobre o potencial de expansão de mercado de produção de biopellets..

Utilizamos como metodologia de trabalho uma análise do cenário nacional em relação à produção da cana-de-açúcar para o aproveitamento na produção de Biopellets. Assim trabalhamos com uma moderna metodologia de avaliação de todas as fases industriais de produção de Biopellets e adicionalmente na produção de Blackpellets. Objetivo analítico primário:

Análise intersetorial : avaliação integrativa de cenários das interações entre partes da cadeia de produção e de consumo de Biopellets como um combustível energético.

Finalidade analítica secundária: Avaliação do mercado brasileiro de produção da cana-de-açúcar e o potencial de geração de resíduos da palha e do bagaço.

Avaliação de potenciais recursos de matéria-prima de origem da cana-de-açúcar usando uma abordagem técnica e industrial para a produção de Biopellets de alta qualidade.

A metodologia e a terminologia empregadas por essas diferentes fontes são semelhantes acerca do potencial de desenvolvimento do setor industrial de produção de Biopellets em função da elevada demanda futura mundial por uma fonte de energia limpa e renovável. Acreditamos que essas informações e as projeções de consumo provêm de fontes confiáveis, e para tanto fizemos a diligência e pesquisa técnica considerada necessária.

É um cenário de assunção razoável dentro de um panorama de crescimento econômico sustentável e elevado consumo energético por Biopellets como constam nos indicadores. As principais características do Livro são:

Apresentar as inovadoras soluções de aproveitamento dos resíduos da cana-de-açúcar para a produção de Biopellets de qualidade internacional no país. O Livro fornecerá informações úteis a todas as partes interessadas no setor sucroenergético, empresários e investidores, formuladores de políticas e o público em geral com interesse na produção ecológica e sustentável de Bio Black pellets.