

BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA

TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIOCARBONO

2024



TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIOCARBONO

O setor industrial de siderurgia e cimentos com a produção de biocarbono (substituto do carvão e coque) também deve crescer significativamente nos próximos anos, pois o biocarbono é um produto promissor para combustão, e que pode ser produzido por pirólise usando fontes de energia renováveis. O tamanho do mercado global de pirólise e gaseificação de biomassa foi avaliado em US\$ 12,9 bilhões e espera-se que se expanda a uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 4,4% de 2024 a 2028, de acordo com um relatório da Grand View Research.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL
INSTITUTO BRASILEIRO PELLETS BIOMASSA BRIQUETES
BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Sede Administrativa Brasil Av. Candido Hartmann, 570 24 andar Conj. 243 80730-440
Champagnat Curitiba Paraná Celular 41 996473481 WhatsApp 41 998173023

E-mail diretoria@brasilbiomassa.com.br Brasil Biomassa www.brasilbiomassa.com.br

SUMÁRIO EXECUTIVO

DECLARAÇÕES PROSPECTIVAS	21
DIRETRIZES GERAIS SUPRIMENTO DE BIOMASSA SUSTENTÁVEL.....	23
a. Biomassa para reduções emissões dos gases efeitos estufa	
b. Fontes renováveis de energia.	
c. Reduzindo a dependência de combustíveis fósseis	
d. Variáveis da Biomassa em comparação aos combustíveis fósseis	
e. Redução emissões biomassa em substituição carvão	
f. Contabilidade de carbono	
f1. Contabilidade de carbono no setor florestal	
f2. Emissões e reduções de carbono da cadeia de suprimento	
g. Compensação de carbono	
g1. Carbono negativo	
h. Biomassa para Descarbonização industrial	
i. Alternativa renovável às fontes tradicionais de combustível	
j. Gerenciamento de suprimentos de biomassa	
k. Biomassa de origem sustentável	
k1. Manejo florestal	
k2. Plano de reflorestamento	
k3. Certificação florestal	
k4. Florestas com responsabilidade	
k5. Conservação ambiental	
k6. Tendências em Silvicultura Sustentável	
l. Requisitos Fornecimento Biomassa Suprimento Energético	
l1. Diretrizes de abastecimento de biomassa	
l2. Cadeia de Suprimento de Biomassa	
l3. Custo da Cadeia de Suprimento de Biomassa	

- m. Gerenciamento da cadeia de suprimentos
 - m1. Abordagem da Cadeia de Suprimento de Biomassa
 - m2. Modelo de sistema de fornecimento.
- n. Sistema de fornecimento de Biomassa
 - n1. Demanda por biomassa
 - n2. Uso da biomassa florestal
 - n3. Biomassa para geração de energia

INTRODUÇÃO.....50

Escopo do Estudo sobre a Tecnologia Industrial Biocarbono

Premissas Preliminares

Objetivos do Estudo Técnico

Abordagem do Trabalho

Premissas do mercado

Metodologia de Desenvolvimento

Equipe Responsável

Processo de Qualidade da Brasil Biomassa

Credenciais da Brasil Biomassa

Projetos Desenvolvidos e Clientes da Brasil Biomassa

I. MATÉRIA-PRIMA BIOMASSA FLORESTAL E MADEIRA.....75

1.1. Biomassa

1.1.1. Biomassa energética florestal

1.1.1.1. Biomassa Florestal Residual

1.1.1.2. Biomassa de Exploração Florestal

1.1.1.3. Biomassa Lenhosa

1.1.1.4. Resíduos de origem florestal

1.1.2. Biomassa energética agrícola

1.1.3. Rejeitos urbanos

SUMÁRIO EXECUTIVO

- 1.1.4. Florestas energéticas e industriais
- 1.2. Tipos de biomassa
- 1.3. Energia da biomassa
- 1.4. Benefícios estratégicos e econômicos da biomassa
- 1.5. Benefícios sociais da biomassa
- 1.6. Benefícios ambientais da biomassa
- 1.7. Características físico-químicas de diferentes biomassas
 - 1.7.1. Poder calorífico
 - 1.7.2. Teor de umidade
 - 1.7.3. Constituição Química
 - 1.7.4 Massa específica
 - 1.7.5 Densidade
 - 1.7.6 Teor de minerais
 - 1.7.7 Teor de cinzas
- 1.8. Tecnologia de conversão da biomassa em energia
 - 1.8.1. Biocombustíveis líquidos
 - 1.8.2. Biocombustíveis gasosos
 - 1.8.3. Biocombustíveis sólidos
- 1.9. Conversão Energética da Biomassa
 - 1.9.1. Conversão termoquímica
- 1.10. Tecnologias de geração termelétrica a partir da Biomassa
- 1.11. Uso energético da Biomassa Florestal e Industrial
 - 1.11.1. Ecoeficiência
 - 1.11.2. Resíduos biomassa lenhosa no contexto mundial
- 1.12. Tipos de resíduos de origem florestal
 - 1.12.1. Casca
 - 1.12.2. Cavaco de madeira com casca
 - 1.12.3. Serragem verde
 - 1.12.4. Costaneiras

- 1.12.5. Ponteira de eucalipto
- 1.12.6. Raiz
- 1.13. Características dos resíduos da colheita florestal
- 1.14. Classificação dos resíduos florestais
- 1.15. Aproveitamento energético dos resíduos florestais
- 1.15.1. Aspectos econômicos de Produção de Eucalipto para Energia
- 1.16. Tecnologia da biomassa florestal
- 1.16.1. Fases da colheita e equipamentos em uso
- 1.16.1.1 Corte
- 1.16.1.2. Descascamento
- 1.16.1.3. Transporte a curta distância
- 1.16.1.4. Carregamento
- 1.16.1.5. Transporte às fontes consumidoras
- 1.16.1.6. Descarregamento
- 1.16.2. Cavaqueamento
- 1.16.3. Fragmentação dos resíduos florestais
- 1.16.4. Picadores
- 1.16.5. Trituradores
- 1.16.6. Estoque de cavacos
- 1.16.7. Enfardamento
- 1.16.8. Compactação de biomassa florestal em veículos de transporte
- 1.16.8.1. Desbastes
- 1.16.9. Uso energético dos resíduos florestais: casca, ponteira, tocos e raízes de eucalipto
- 1.17. Impactos ambientais da geração de energia a partir da biomassa florestal
- 1.17.1. Exportação de nutrientes
- 1.18. Moderna tecnologia de aproveitamento da biomassa florestal
- 1.18.1. Centro de recolhimento e de processamento dos resíduos florestais
- 1.18.2. Recolhimento e transporte de biomassa nas áreas florestais sem pré-processamento
- 1.18.3. Processamento da biomassa na unidade florestal

SUMÁRIO EXECUTIVO

- 1.18.4. Carregamento e transporte
- 1.18.5. Parque de pré-tratamento
- 1.18.6. Enfardamento da biomassa
- 1.18.7. Aproveitamento da árvore descartada
- 1.19. Metodologia de cálculo dos resíduos florestais
- 1.20. Resíduos de origem do processo industrial da madeira
- 1.21. Tipos de resíduos do processo industrial da madeira
 - 1.21.1. Cascas
 - 1.21.2. Cavaco sujo de madeira
 - 1.21.3. Cavaco limpo de madeira
 - 1.21.4. Refilos e destopos
 - 1.21.5. Serragem ou pó de serra
 - 1.21.6. Maravalha, cepilho ou micro-pó
- 1.22. Segmento industrial
 - 1.22.1. Microserrarias
 - 1.22.2. Serrarias de médio e grande porte
 - 1.22.3. Beneficiadoras da Madeira Serrada
 - 1.22.4. Laminadoras
 - 1.22.5. Fábricas de painéis
- 1.23. Resíduos na indústria madeireira e serraria
 - 1.23.1. Fragmentos de processos diversos de industrialização madeireira
 - 1.23.2. Resíduos do setor de desdobramento de toras e de peças de madeira
 - 1.23.3. Cavacos de costaneiras e refilos de serrarias
- 1.24. Resíduos na indústria de celulose e papel
 - 1.24.1. Casca do descascamento e limpeza das toras
 - 1.24.2. Serragem da classificação dos cavacos
 - 1.24.3. Cavacos sobre dimensionados, lascas e fitas de madeira contendo casca
 - 1.24.4. Rejeitos do cozimento e depuração
 - 1.24.5. Madeira descartada nos pátios de estocagem de toras
 - 1.24.6. Lodos das estações de tratamento de efluentes

1.24.7. Lodos da fabricação do papel	
1.25. Resíduos na Indústria de painéis de madeira	
1.25.1. Pós de lixamento	
1.25.2. Refilos de painéis ou de chapas de madeira	
1.25.3. Painéis MDP	
1.25.4. Chapas de lâminas ou Compensado de lâminas de madeira	
1.25.5. Compensado sarrafeado ou Blockboard	
1.25.6. Chapas de partículas de madeira aglomerada	
1.25.7. Chapa OSB ou chapa de flocos	
1.25.8. Chapas de fibra de madeira isolante ou Insulationboard	
1.25.9. Chapa de fibra de alta densidade ou hardboard	
1.25.10. Chapa de média densidade	
1.26. Resíduos na indústria moveleira	
1.26.1. Sobras de chapas de madeira da fabricação de móveis	
1.27. Resíduos da construção civil	
1.28. Resíduos de arborização urbana e poda de árvores	
1.29. Resíduos de embalagens de madeira	
1.30. Resíduos de supressão florestal	
II BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA.....	200
2.1. Celulose	
2.2. Hemicelulose	
2.3. Lignina	
2.4. Análise de Composição da Biomassa	
2.4.1. Composição elementar	
2.4.2. Composição imediata (cinzas, materiais voláteis e carbono fixo)	
2.4.3. Composição química elementar	
2.5. Rotas de Conversão da Biomassa	
2.5.1. Pré-tratamento da Biomassa	
2.5.2. Secagem da Biomassa	

2.5.3 Moagem da Biomassa

2.6. Processos de Conversão da Biomassa

2.6.1. Conversão Termoquímica

2.6.2. Combustão

2.6.3. Liquefação

2.6.4. Gaseificação

III BIOCARBONO ENERGÉTICO.....230

3.1 Processos de conversão térmica

3.2 Pirólise

3.2.1. Pirólise Lenta

3.3 Pirólise Rápida

3.3.1 Reatores para a pirólise rápida

3.3.1.1 Reator de leito fluidizado

3.3.1.2 Leito fluidizado circulante

3.3.1.3 Pirolisador de cone rotativo

3.3.1.4 Reator ablativo

3.3.1.5 Reator rosca sem fim

3.3.2 Rendimentos de bio-óleo em reatores de pirólise rápida

3.4. Pirólise rápida de biomassa em reator de leito fluidizado

3.4.1 Fluidodinâmica do leito fluidizado

3.4.1.1 Influência das propriedades das partículas

3.4.1.2 Regimes de fluidização

3.4.1.3 Slugging e tendência de agregação das partículas

3.4.1.4 Qualidade da fluidização

3.4.1.5 Mistura e segregação de misturas binárias

3.4.1.6 Algumas correlações para a previsão da velocidade de mínima fluidização

3.4.2 Reatores de leito fluidizado aplicados à pirólise rápida

3.4.3 Reações secundárias em reatores de leito fluidizado

3.4.3.1 Mecanismos de reações na pirólise rápida

3.5. Produtos da pirólise rápida

3.5.1. Bio-óleo

3.5.1.1. Propriedades do bio-óleo

3.5.1.2 Características do bio-óleo

3.5.1.3 Teor de água no bio-óleo

3.5.1.4 Densidade do bio-óleo

3.5.1.5 Teor de sólidos

3.5.1.6 Teor de oxigênio

3.5.1.7 Poder calorífico

3.5.2 Aplicações do bio-óleo

3.5.3 Upgrading do bio-óleo

3.5.4. Gases da carbonização

3.5.4.1. Gás natural sintético

3.6. Biocarvão/Biocarbono

3.6.1. Aspectos gerais de produção do biocarbono

3.6.1.1. Tecnologia biogreen

3.6.1.1.1. Propriedades reológicas e características de fluxo da matéria-prima

3.6.1.1.2. Sistema industrial

3.6.1.1.3. Sistema de secagem

3.6.1.1.4. Sistema de pirólise

3.6.1.1.5. Câmara de pirólise

3.6.1.1.6. Sistema de refrigeração

3.6.1.1.7. Sistema de transporte

3.6.1.2. Tecnologia de Pirólise em Contêineres

3.6.2. Biocarbono combustível energético para minimizar os gases de efeito estufa

3.6.3. Biocarbono como substituto dos combustíveis fósseis

3.6.4. Biocarbono, bio-óleo e gás sintético ao caminho de uma economia neutra em carbono

3.6.5. Valorização da biomassa com a tecnologia de pirólise

3.6.5.1. Biocarbono para produção de calor / vapor

SUMÁRIO EXECUTIVO

- 3.6.5.2 Produção de biocombustíveis e combustíveis sólidos
- 3.6.5.3. Produção de Bio-óleo de alta qualidade
- 3.6.5.4. Produção de Ácido Pirolenhoso
- 3.6.5.5. Gases sintéticos renováveis
- 3.6.5.6. Valorização de lodo de esgoto
- 3.6.5.7. Lodo para aquecimento
- 3.6.5.8. Geração de energia com uso de plásticos
- 3.6.5.9. Plásticos para aquecimento em substituição de combustível convencional em caldeiras
- 3.6.5.10. Resíduos urbanos como fonte de aquecimento
- 3.6.5.11. Resíduos plásticos para a produção de hidrogênio
- 3.6.5.12. Resíduos plásticos e urbano para a produção de metano
- 3.6.5.13. Uso energético da borracha de pneus
- 3.6.5.14. Processos químicos
- 3.6.5.15. Tratamento térmico de produtos químicos
- 3.6.5.16. Valorização da madeira tratada
- 3.6.5.17. Regeneração de carvão ativado
- 3.6.5.18. Recuperação de alumínio
- 3.6.5.19. Valorização de plantas aquáticas e algas
- 3.6.5.20. Tratamento do lodo químico e da celulose
- 3.6.6. Biocarbono para descarbonização industrial
- 3.6.7. Biocarbono como substituto carvão
- 3.6.8. Vantagens e benefícios do biocarbono
 - 3.6.8.1. Aumento do valor energético da biomassa
 - 3.6.8.2. Menor conteúdo de umidade
 - 3.6.8.3. Combustão limpa
 - 3.6.8.4. Redução das emissões dos GEE
 - 3.6.8.5. Fácil implementação
 - 3.6.8.6. Maior compatibilidade ambiental
 - 3.6.8.7. Uso energético como combustível zero carbono para as siderúrgicas
 - 3.6.8.8. Uso energético como combustível zero carbono para as cimenteiras

3.6.8.9. Matéria-prima para produção carvão ativado	
3.6.8.10. Biocarbono utilizado na produção de briquete	
3.6.9. Biocarbono como fonte de geração de energia elétrica	
3.7. Biocarbono ativado	
3.7.1. Propriedades texturais do biocarbono ativado: área superficial e porosidade	
3.7.2. Ativação do biocarbono	
3.7.2.1. Ativação química e física	
3.7.2.2. Impregnação em solução	
3.7.2.3. Agentes de ativação	
3.7.2.4. Comportamento energético	
3.8. Tecnologia de pirólise de alta temperatura	
3.8.1. Processo industrial de biocarbono	
3.8.2. Estágio final de produção de biocarbono	
IV PIRÓLISE DA CASCA DE EUCALIPTO.....	350
4.1. Biomassa da casca de eucalipto	
4.2. Tipos de casca de eucalipto	
4.3. Volume de casca na extração florestal	
4.4. Casca do descascamento e limpeza das toras na indústria	
4.5. Determinação do peso dos resíduos (cascas) descartados do processo	
4.5.1. Peso das cascas de Eucalyptus, descartados do processo	
4.5.2. Cálculo do aproveitamento das cascas como matéria-prima para a produção de biocarvão	
4.5.2.1. Geração média de cascas	
4.5.3. Caracterização de biomassa lignocelulósica (variáveis físico-químicas)	
4.5.3.1. Parâmetros de análise estrutural (Celulose, Hemicelulose e Lignina)	
4.5.3.1.1. Celulose	
4.5.3.1.2. Hemicelulose	
4.5.3.1.3. Lignina	

SUMÁRIO EXECUTIVO

- 4.5.3.2. Parâmetros de análise proximada: Umidade, cinzas, material volátil e carbono fixo
 - 4.5.3.2.1. Teor de umidade da biomassa da casca de eucalipto
 - 4.5.3.2.2. Teor de cinzas da biomassa da casca de eucalipto
 - 4.5.3.2.3. Teor de material volátil
- 4.5.3.3. Parâmetros de análise elementar
- 4.5.3.4. Caracterização por análise térmica
- 4.5.3.5. Principais limitações inerentes à biomassa lignocelulósica
 - 4.5.3.5.1. Pré-tratamento de biomassa lignocelulósica
 - 4.5.3.5.2. Secagem
 - 4.5.3.5.3. Moagem
 - 4.5.3.5.4. Densificação
- 4.5.4. Composição físico-química da casca de eucalipto
- 4.5.5. Caracterização da casca de eucalipto
- 4.6. Pirólise da Casca de Eucalipto
 - 4.6.1. Modelos Cinéticos da pirólise
 - 4.6.2. Pirólise da casca de eucalipto em leito fixo
 - 4.6.2.1. Regimes de fluidização
 - 4.6.2.2. Reatores de leito fluidizado aplicados à pirólise rápida da casca de eucalipto
 - 4.6.2.3. Reações secundárias em reatores de leito fluidizado
- 4.7. Produtos da pirólise rápida da casca de eucalipto
 - 4.7.1. Bio-óleo
 - 4.7.2. Gases da carbonização
 - 4.7.2.1. Gás natural sintético – Syngas
 - 4.7.3. Biocarvão da casca de eucalipto
- 4.8. Conclusões

V PIRÓLISE DA BIOMASSA DO BAMBU.....400

5.1 Bambu

5.1.1 Histórico do Bambu

- 5.1.2 Considerações gerais do Bambu
- 5.1.3. Vantagens e desvantagens dos Bambus
 - 5.1.3.1. Vantagens
 - 5.1.3.2. Desvantagens
- 5.2. Espécies e tipos de Bambus
 - 5.2.1 Espécies de bambu no Brasil
 - 5.2.1.1. Olyreae
 - 5.2.1.2. Olyra latifolia
 - 5.2.1.3. Raddia
 - 5.2.1.4. Outros gêneros de Bambu
 - 5.2.2. Bambuseae
 - 5.2.2.1. Merostachys
 - 5.2.2.2. Chusquea
 - 5.2.2.3. Guadua
 - 5.2.2.4. Aulonemia
 - 5.2.2.5. Outras espécies
 - 5.2.3 Espécies prioritárias
 - 5.2.3.1 Dendrocalamus latiflorus ou Bambusa mitis
 - 5.2.3.2. Dendrocalamus giganteus
 - 5.2.3.3. Dendrocalamus strictus
 - 5.2.3.4. Dendrocalamus asper
 - 5.2.3.5. Guadua angustifólia, ou taquaruçu
 - 5.2.3.6. Guadua chacoensis
 - 5.2.3.7. Taquara
 - 5.2.3.7.1. Bambusa taquara e Bambusa vulgaris
 - 5.2.4. Plantio adensado de Bambusa vulgaris
- 5.3. Características estruturais e mecânicas dos Bambus
 - 5.3.1 Variações dimensionais
- 5.4. Características de desenvolvimento dos Bambus
 - 5.4.1. Velocidade de crescimento

SUMÁRIO EXECUTIVO

- 5.4.2. Forma de crescimento
- 5.4.3. Maturidade
- 5.5. Cultivo do Bambu - produção e tratamento pós corte
 - 5.5.1 Produção comercial do Bambu
 - 5.5.2. Tratamento dos colmos colhidos
- 5.6 Valores gerais das características físicas e mecânicas
- 5.7. Características morfológicas e físicas e propriedades mecânicas dos Bambus
 - 5.7.1. Rápido crescimento
 - 5.7.2. Alta produtividade
 - 5.7.3. Resistência mecânica das fibras do Bambu
 - 5.7.4. Resistência a tração
 - 5.7.5. Resistência a compressão
 - 5.7.6. Tensão de cisalhamento
 - 5.7.7. Leveza
 - 5.7.8. Flexibilidade
 - 5.7.9. Material alternativo e ecologicamente correto
- 5.8. Propriedades física e química do Bambu
 - 5.8.1. Poder calorífico
 - 5.8.2. Teor de umidade
 - 5.8.3. Constituição Química
 - 5.8.4 Massa Específica
 - 5.8.5 Densidade
 - 5.8.6 Teor de Minerais
 - 5.8.7 Teor de Cinzas
 - 5.8.8. Variações dimensionais
- 5.9. Características gerais dos Bambus
 - 5.9.1. Rizomas dos Bambus
 - 5.9.1.1. Tipo leptomorfo ou alastrante
 - 5.9.1.2. Tipos paquimorfo, entouceirante ou moita
 - 5.9.2. Colmos dos Bambus
 - 5.9.3. Folhas caulinares

5.9.4. Frutos

5.9.5. Raízes

5.9.6. Galhos dos Bambus

5.9.7. Folhagens dos Bambus

5.9.8. Floração dos Bambus

5.9.9. Outras características

VI TECNOLOGIA PIRÓLISE DO BAMBU.....480

6.1 Pirólise para a produção de energia

6.1.1 Aplicações da pirólise lenta

6.1.2. Influência das características da biomassa no rendimento e qualidade dos produtos da pirólise do Bambu

6.1.2.1 Composição química

6.1.2.2 Propriedades Morfológicas

6.1.3 Parâmetros operacionais que influenciam o processo de pirólise do Bambu

6.1.3.1. Temperatura de reação

6.1.3.2. Tempo de residência

6.1.3.3. Taxa de aquecimento

6.1.3.4. Tipo de atmosfera

6.1.3.5. Pressão

6.1.4. Avaliação das qualidades dos produtos sólido e líquido da pirólise do Bambu

6.1.4.1 Composição imediata

6.1.4.2 Composição elementar

6.1.4.3 Potencial hidrogeniônico, pH

6.1.4.4 Poder calorífico, PCS e PCI

6.1.4.5 Densidade energética

6.1.4.6 Análises termogravimétricas

6.1.5. Propriedades morfológicas do produto sólido do biocarvão de bambu

6.1.5.1. Área superficial específica

6.1.5.2. Distribuição e volume de poros

SUMÁRIO EXECUTIVO

6.1.5.3. Propriedades morfológicas mediante microscopia eletrônica de varredura (MEV).

6.1.6. Aplicações de bambu em processos de termoconversão

6.1.7. Conclusões

VII PIRÓLISE DA PALHA E DO SABUGO DO MILHO.....550

7.1. Pirólise da Palha e Sabugo de milho

7.1.1 Processos de conversão térmica

7.1.2 Pirólise do Milho

7.1.3 Pirólise rápida da biomassa do milho

7.1.4 Produtos da pirólise rápida da biomassa do milho

7.1.4.1. Biocarvão da biomassa do milho

7.1.4.2. Gases não condensáveis da pirólise da biomassa do milho

7.1.4.3. Bio-óleo da pirólise da biomassa do milho

7.1.5. Efeito dos parâmetros de reação na pirólise rápida de biomassa do milho

7.1.6. Efeito da temperatura de reação

7.1.7. Efeito da taxa de aquecimento

7.1.8. Efeito do tempo de residência e vazão de gás inerte de arraste

7.1.9. Efeito do tamanho da partícula de biomassa do milho

7.1.10. Efeito da composição da biomassa do milho

7.1.11. Efeito da adição de catalisadores

7.1.12. Efeito do uso de sólidos inertes em um leito fluidizado

7.1.13 Análise Térmica da Pirólise da Biomassa do Milho

7.1.13.1. Termogravimetria (TG) e Termogravimetria Derivada (DTG)

7.1.13.2. Modelos cinéticos de degradação térmica

7.1.13.3. Modelos de reação global e de energia de ativação distribuída

7.1.13.4. Modelo de reações paralelas e independentes

7.1.14. Procedimento técnico da pirólise da biomassa do milho

7.1.14.1. Matéria-prima utilizada

7.1.14.2. Palha e Sabugo de milho

7.1.14.3. Catalisadores

7.1.14.4. Caracterização da biomassa da palha e sabugo do milho

7.1.14.5. Densidade do Sabugo do milho

7.1.14.5.1. Densidade aparente

7.1.14.5.2. Densidade real

7.1.14.5.3. Densidade bulk

7.1.14.5.4. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

7.1.14.5.5. Poder calorífico

7.1.14.5.6. Análise imediata

7.1.14.5.7. Teor de umidade

7.1.14.5.8. Teor de voláteis

7.1.14.5.9. Teor de cinzas

7.1.14.5.10. Carbono fixo

7.1.14.6. Análise elementar da palha e do sabugo do milho

7.1.14.7. Composição química das fibras lignocelulósicas

7.1.14.8. Análises termogravimétricas

7.1.14.9. Pirólise analítica da palha e sabugo do milho

7.1.14.9.1. Micropirólise acoplada a GC/MS

7.1.14.9.2. Micropirólise catalítica

7.1.14.9.3. Planejamento de experimentos (Fatorial 3k)

7.1.14.10. Pirólise rápida em leito fluidizado borbulhante da palha e sabugo do milho

7.1.14.10.1. Unidade experimental Pirólise rápida em leito fluidizado borbulhante da palha e sabugo do milho

7.1.14.11. Procedimento experimental da pirólise da palha e sabugo do milho

7.1.14.11.1. Caracterização do bio-óleo

7.1.14.11.1.1. Teor de água

7.1.14.11.1.2. Viscosidade

7.1.14.11.1.3. Poder calorífico

7.1.14.11.1.4. Análise elementar

7.1.14.11.1.5. pH

7.1.14.11.1.6. Identificação dos compostos via GC/MS

7.1.14.11.2. Caracterização do biocarvão

SUMÁRIO EXECUTIVO

7.1.14.11.2.1. Densidade

7.1.14.11.2.2. Microscopia eletrônica de varredura

7.1.14.11.2.3. Análise elementar

7.1.14.11.2.4. Análise termogravimétrica

7.1.14.12. Resultado Final da Pirólise da Palha e do Sabugo do Milho

7.1.14.12. Resultado Final da Pirólise da Palha e do Sabugo do Milho

7.1.14.12.1. Caracterização da biomassa do milho

7.1.14.12.2. Densidades aparente, real e bulk

7.1.14.12.3. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

7.1.14.12.4. Poder calorífico

7.1.14.12.5. Análise imediata

7.1.14.12.6. Análise elementar

7.1.14.12.7. Composição química

7.1.14.13. Análises termogravimétricas

7.1.14.13.1. Cinética de degradação térmica

7.1.14.13.2. Modelos cinéticos

7.1.14.14. Pirólise analítica da Palha e Sabugo do Milho

7.1.14.14.1. Efeito da temperatura na pirólise analítica da palha e sabugo de milho

7.1.14.14.2. Efeito da presença de catalisadores na pirólise analítica da palha e sabugo de milho

7.1.14.14.3. Análise estatística do planejamento de experimentos

7.1.14.15. Pirólise rápida em reator contínuo de leito fluidizado borbulhante

7.1.14.15.1. Ensaios na unidade experimental

7.1.14.15.2. Resultado final do bio-óleo da palha e sabugo do milho

7.1.14.15.2.1. Propriedades físico-químicas do bio-óleo

7.1.14.15.3. Resultado do resíduo sólido da pirólise: biocarvão

7.1.14.15.3.1. Caracterização do resíduo sólido - biocarvão da pirólise da palha e sabugo do milho

7.1.15. Conclusivamente

TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIOCARBONO

Catálogo na Fonte Brasil. ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável
Livro Tecnologia Industrial Biocarbono

Brasil Biomassa e Energia Renovável. Curitiba. Paraná. 2024

Conteúdo: 1. Análise da Biomassa Brasil – 2. Projeções de Produção de Biomassa – 3. Geração energia com o uso de Biocarbono - 4. Tecnologia Industrial Biocarbono - 5. Fonte alternativa de energia.

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

Todos os direitos reservados a Brasil Biomassa e Energia Renovável

Copyright by Celso Marcelo de Oliveira

Tradução e reprodução proibidas sem a autorização expressa do autor.

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

Edição eletrônica no Brasil e Portugal em versão eletrônica

© 2024 ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável .

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

TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIOCARBONO

Edição 2024 Total de páginas 550

Valor do investimento para aquisição do estudo R\$ 5.000,00

Para mais detalhes para aquisição pelo e-mail diretoriabrazilbiomassa@gmail.com

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

Desenvolvido pelo comitê Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável. Pela equipe técnica da Brasil Biomassa Consultoria Mapeamento Engenharia e Tecnologia

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



BIOCARBONO

MERCADO GLOBAL BIOCARBONO

O setor industrial de siderurgia e cimentos com a produção de biocarbono (substituto do carvão e coque) também deve crescer significativamente nos próximos anos, pois o biocarbono é um produto promissor para combustão, e que pode ser produzido por pirólise usando fontes de energia renováveis. O tamanho do mercado global de pirólise e gaseificação de biomassa foi avaliado em US\$ 12,9 bilhões e espera-se que se expanda a uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 4,4% de 2024 a 2028, de acordo com um relatório da Grand View Research.

A Brasil Biomassa é especializada no desenvolvimento de projetos sustentáveis para o setor sucroenergético para a produção de biogás e biometano (mapeamento de substratos), biocarbono, bio-óleo e syngás (descarbonização aço e cimento) e na produção biopellets (maio planta mundial de biopellets desenvolvida para Cosan Biomassa - Grupo Raizen São Paulo).
Mais detalhes consulte-nos Whats 41 998173023 Consultoria 41 996473481

O biocarbono que é um combustível neutro em carbono que pode substituir o carvão fóssil e o coque. É produzido dentro do processo de pirólise e carbonização da biomassa da cana-de-açúcar (bagaço e palha) bruta realizada em condições de temperatura e tempo de residência controlados.

O biocarbono pode oferecer uma alternativa sustentável e livre de fósseis para indústrias como a metalurgia, siderúrgica de produção de aço e as cimenteiras.

De acordo com a avaliação do ciclo de vida, a produção de 1 kg de biocarbono reduz aproximadamente 1,86 kg de emissões de CO₂e. A maioria dos impactos potenciais do biocarbono no aquecimento global são causados pelas emissões atmosféricas do processo de pirólise. No entanto, as emissões do processo de pirólise são biogênicas.

A maior parte das emissões de gases de efeito estufa de fontes fósseis são causadas pelo fornecimento de biomassa de madeira (0,0539 kg CO₂ eq) e seu transporte para a planta (0,0744 kg CO₂ eq). Mas em compensação com a biomassa (zero carbono) e o produto (biocarbono, bio-óleo e os gases quentes) temos uma redução nas emissões de carbono.

O biocarbono com uso de biomassa da cana-de-açúcar, permite que grandes usuários industriais (cimentos e siderúrgicas) troquem o carvão fóssil/gás natural/coque com emissões elevadas dos gases de efeito estufa por um novo biocombustível neutro em GEE.

BIOCARBONO BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR

A unidade de pirólise é contínua e utiliza biomassa residual da cana-de-açúcar. A técnica única de pirólise controlada permite o uso da biomassa e uma carbonização precisamente e controlada. A temperatura e o tempo de residência podem ser ajustados com precisão para que o biocarbono resultante seja de qualidade uniforme. O biocarvão é puro e de alta qualidade.

A conversão térmica da biomassa, que é feita sob o processo de condições livres de oxigênio, permite remover compostos orgânicos voláteis e componentes da celulose da matéria-prima e criar um biocombustível sólido e uniforme com características semelhantes aos do carvão fóssil.



BIOCARBONO BIOMASSA CANA-DE-AÇÚCAR

Ao contrário da biomassa bruta, o biocarbono possui maior densidade de energia, alto teor de carbono, propriedades hidrofóbicas e resistência significativa à degradação biológica. Graças a isso, o biocarbono pode oferecer uma alternativa sustentável e livre de fósseis para indústrias como a metalurgia, onde usar biomassa bruta como agente redutor em alto-forno normalmente não seria possível devido ao alto teor de umidade da biomassa, baixo carbono fixo e alto teor de matéria volátil e oxigênio. Esses combustíveis estão ganhando cada vez mais atenção nas indústrias intensivas em carbono e o lançamento de novas instalações de produção de Biocarbono para o uso de combustíveis sólidos livres de fósseis.

