

BRASIL BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL

**LIVRO TECNOLOGIA INDUSTRIAL
BIOCHAR**



EDITORA BRASIL BIOMASSA

2026

SUMÁRIO EXECUTIVO

LIVRO TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIOCHAR

INTRODUÇÃO.....	28
-----------------	----

Declarações Prospectivas

Apresentação do Livro Tecnologia Industrial Biochar

Exposição Fundamental Tecnologia Industrial Biochar

Metologia Livro Tecnologia Industrial Biochar

CAPÍTULO I DIRETRIZES FUNDAMENTAIS.....	50
---	----

Seção 1 Diretrizes Gerais de Produção de Biochar

1.1. Diretrizes Gerais

1.1.1. Tecnologia Pirólise da Biomassa

1.1.2. Tipos de pirólise para produção Biochar

1.1.3. Composição do biochar

1.1.4. Utilização de biochar para diferentes aplicações

1.1.5. Remediação de poluentes

1.1.6. Biochar à base de biomassa na adsorção de CO₂

1.1.7. Biochar à base de biomassa como aditivo em compósitos

- 1.1.8. Biochar à base de biomassa como catalisador
- 1.1.9. Biochar à base de biomassa na construção civil
- 1.1.10. Biochar à base de biomassa em corretivos de solo
- 1.1.11. Utilização de técnica analítica na caracterização de biochar

CAPÍTULO II BIOCHAR.....65

SEÇÃO 1 Crise Climática e Energética.....65

2.1. Mudanças climáticas e efeito estufa

2.1.1. Impactos das mudanças climáticas

2.1.2. Principais impactos climáticos

2.1.3. Metas climáticas e estratégias para o desenvolvimento sustentável

2.1.3.1. Redução dos gases de efeito estufa

2.1.3.2. Priorizar energias renováveis

2.1.4. Cenário Net-Zero e a importância do Biochar.

2.1.5. Biochar e o Sequestro de Carbono

2.1.5.1. Biochar para reduções emissões GEE

SEÇÃO 2 Biochar para Gestão Ambiental.....80

2.2 Biochar

2.2.1. Histórico e Importância do Biochar

2.2.2. Adoção de biochar para gestão ambiental

2.2.3. Características do Biochar

2.2.4. Propriedades do Biochar

2.2.5. Vantagens e benefícios do Uso do Biochar

2.2.5.1. Aumento do valor energético da biomassa

2.2.5.2. Menor conteúdo de umidade

2.2.5.3. Redução das emissões dos GEE

2.2.5.4. Fácil implementação

2.2.5.5. Maior compatibilidade ambiental

2.2.5.6. Biochar como corretivo do solo

2.2.5.7. Biochar como aditivo

2.2.5.8. Biochar como suplemento alimentar

2.2.5.9. Biochar e agricultura regenerativa

SEÇÃO 3 Mercado Global Biochar.....100

2.3.Antecedentes.

2.3.1. Mercado Global de Produção de Biochar

2.3.2. Tamanho do Mercado Mundial de Biochar	
2.3.3. Mercado Global de Biochar por Tecnologia.	
2.3.4. Projeções do Mundiais do Mercado de Biochar	
SEÇÃO 4 Mercado Brasileiro Biomassa.....	120
2.4. Antecedentes	
2.4.1. Biomassa contexto nacional	
2.4.2. Contextualização do potencial de biomassa no mercado brasileiro	
2.4.3. Potencial produção primária dos tipos de biomassa no Brasil	
2.4.4. Mercado brasileiro dos tipos de biomassa	
2.4.4.1. Tamanho do mercado de biomassa no Brasil	
2.4.5. Contexto atual do mercado de biomassa	
2.4.5.1. Situação do mercado dos tipos de biomassa no brasil	
2.4.5.2. Crescimento, desafios e oportunidades no setor produtivo biomassa	
SEÇÃO 5 Biomassa Sustentável para Produção Biochar.....	150
2.5. Biomassa sustentável zero carbono para produção Biochar	
2.5.1. Tendências em silvicultura sustentável	
2.5.1.1. Biomassa sustentável de biomassa para produção Biochar	

2.5.1.2. Biomassa da silvicultura convencional	
2.5.1.3. Biomassa de culturas energéticas	
2.5.1.4. Biomassa energética florestal	
2.5.1.5. Biomassa florestal residual	
2.5.1.6. Biomassa de exploração florestal	
2.5.1.7. Biomassa lenhosa e da madeira	
2.5.1.8 Resíduos de origem florestal e da madeira	
2.5.2. Florestas energéticas e industriais	
2.5.3. Biomassa da agricultura e agroindustrial	
2.5.3.1. Culturas agrícolas maior potencial de produção Biochar	
2.5.4. Biomassa do setor sucroenergético para produção Biochar	
SEÇÃO 6 Composição da Biomassa para Produção Biochar.....	200
2.6. Principais tipos de biomassas e aplicações	
2.6.1. Resíduos de biomassa lignocelulósicas	
2.6.2. Biomassa lignocelulósica para produção Biochar	
2.6.2.1. Celulose	
2.6.2.2. Hemicelulose	

2.6.2.3. Lignina

2.6.3. Caracterização de biomassa lignocelulósica (físico-químicas)

2.6.3.1. Parâmetros de análise estrutural (Celulose, Hemicelulose e Lignina)

2.6.3.2. Parâmetros de análise aproximada: Umidade, cinzas, material volátil e carbono fixo

2.6.3.3. Parâmetros de análise elementar (Teores de Carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e oxigênio)

2.6.3.4. Relações entre 3 principais tipos de caracterizações: estrutural, aproximada e elementar

2.6.3.5. Caracterização por análise térmica

2.6.3.6. Principais limitações inerentes à biomassa lignocelulósica

2.6.4. Análise de composição da biomassa

2.6.5. Características físico-químicas da biomassa

2.6.5.1. Poder calorífico

2.6.5.2. Teor de umidade

2.6.5.3. Constituição química

2.6.5.4. Massa específica

2.6.5.5. Densidade

2.6.5.6. Teor de minerais

2.6.5.7. Teor de cinzas

CAPÍTULO III TECNOLOGIA PRODUÇÃO BIOCHAR..... 240

SEÇÃO 1 Rotas de Conversão de Biomassa.....241

3.1. Rotas de Conversão da Biomassa

3.1.1 Pré-tratamento da Biomassa

3.1.2 Secagem da Biomassa

3.1.3 Moagem da Biomassa

3.1.4 Processos de Conversão da Biomassa

3.1.5 Conversão Termoquímica

3.1.6. Gaseificação

3.1.6.1.Gaseificador de leito fixo

3.1.6.2.Gaseificador updraft

3.1.6.3..Gaseificador downdraft

3.1.6.4.Gaseificador de leito fluidizado

3.1.6.5.Carbonização Hidrotérmica

3.1.6.6.Torrefação e Carbonização Flash

SEÇÃO 2 Processo de Pirólise.....275

3.2. Processos de Conversão Térmica pela Pirólise

3.2.1. Processo de degradação térmica do tipo pirólise em base seca

3.2.1.1. Fase gasosa (gás pirolítico)

3.2.1.2. Fase líquida (bio-óleo)

3.2.1.3. Fase sólida (material carbonáceo pirogênico ou biochar)

3.2.2. Classificação dos tipos de pirólise quanto ao ajuste das condições operacionais

3.2.2.1. Carbonização ou pirólise lenta

3.2.2.2. Pirólise convencional

3.2.2.3. Pirólise flash

3.2.2.4. Pirólise Rápida

3.2.2.5. Pirólise de Alta Temperatura

3.2.3. Mecanismos envolvidos no processo de pirólise em base seca

3.2.3.1. Tipos de pirólise em base seca quanto ao ajuste das condições operacionais

SEÇÃO 3 Reatores de Pirólise.....328

3.3. Reatores para Pirólise

3.3.1. Reatores sob modo de operação batelada

3.3.2. Reatores sob modo de operação contínuo

3.3.3. Planta de pirólise rápida em escala piloto

3.3.3.1. Reator de leito fluidizado

.3.3.3.1. Reator Leito fluidizado circulante

3.3.3.2. Pirolisador de cone rotativo

3.3.3.3. Reator ablativo

3.3.3.4. Reator rosca sem fim

3.3.3.5. Variáveis de processo e aspectos operacionais de reatores pirolíticos

3.3.3.6. Escala de processo dos reatores pirolíticos

3.3.3.7. Distribuição dos produtos de pirólise (gás, líquido e sólido) em função da caracterização da biomassa e do ajuste de variáveis de processo

SEÇÃO 4 Processo Pirólise Produção Biochar.....355

3.4. Pirólise para a produção de Biochar

3.4.1. Aplicações da pirólise lenta

3.4.2. Influência das características da biomassa no rendimento e qualidade do Biochar

3.4.3. Composição química

3.4.4. Propriedades Morfológicas

3.4.5. Parâmetros operacionais que influenciam o processo de pirólise

3.4.6. Temperatura de reação

3.4.6.1. Tempo de residência

3.4.6.2. Taxa de aquecimento

3.4.6.3. Tipo de atmosfera e Pressão

3.4.6.4. Avaliação das qualidades dos produtos sólido e líquido da pirólise

SEÇÃO 5 Tecnologia Biogreen.....390

3.5.1. Tecnologia Biogreen

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

3.5.1.2. Sistema Industrial

3.5.1.3. Sistema de secagem

3.5.1.4. Sistema de Pirólise

3.5.1.5. Câmara de Pirólise

3.5.1.6. Sistema de Refrigeração

3.5.1.7. Sistema de transporte

3.5.1.8. Tecnologia de Pirólise em Contêineres

CAPÍTULO IV BIOCHAR PIROLENHOSO VINAGRE.....410

SEÇÃO 1 Bio-óleo.....411

4.1. Bio-óleo

4.1.1. Propriedades do bio-óleo

4.1.2. Características do bio-óleo

4.1.3. Teor de água no bio-óleo

4.1.4. Densidade do bio-óleo

4.1.5. Teor de sólidos

4.1.6. Teor de oxigênio

4.1.7. Poder calorífico

4.1.8. Aplicações do bio-óleo

4.1.9. Upgrading do bio-óleo

SEÇÃO 2 Gás sintético.....430

4.2. Gases da carbonização

4.2.1. Gás natural sintético – Syngas

SEÇÃO 3 Extrato Pirolenhoso440

4.3. Extrato Pirolenhoso

4.3.1. Utilizações do Extrato Pirolenhoso e derivados.

4.3.2. Utilizações do Extrato Pirolenhoso na Agricultura

4.3.3. Produção do Extrato Pirolenhoso

4.3.4. Decantação

4.3.5. Destilação do Extrato Pirolenhoso

4.3.6. Vinagre da Madeira

SEÇÃO 4 Biochar.....460

4.4. Biochar

4.4.1. Aspectos gerais de produção do Biochar

4.4.2. Fatores de influência: Biochar

4.4.2.1. Parâmetros de caracterização da biomassa

4.4.2.2. Parâmetros de processo de Biochar

4.4.3. Parâmetro de influência mais relevante na caracterização

4.4.3.1. Temperatura

4.4.4. Biochar numa economia neutra em carbono

SEÇÃO 5 Propriedades do Biochar.....490

4.5. Propriedades do biochar

4.5.1. Composição química

4.5.2. Distribuição das partículas por tamanho

4.5.3. Poeira do biochar

4.5.4. Capacidade de troca catiónica e pH

4.5.5. Estabilidade e decomposição do biochar depois de incorporado

4.5.6. Efeitos do biochar nas propriedades do solo

4.5.6.1. Composto Orgânico

4.5.6.2. Potássio no Solo e na Planta

4.5.6.3 Lixiviação de Nutrientes

4.5.7. Retenção de água e nutrientes

4.5.8. CTC e pH

4.5.9. Influência do biochar nas emissões de GEE no solo

SEÇÃO 6 Biochar Ativado.....520

4.6.1. Biochar ativado

4.6.1.1. Propriedades texturais do Biochar ativado

4.6.1.2. Ativação do Biochar

4.6.1.3. Ativação química e física

4.6.1.4. Impregnação em solução

4.6.1.5. Agentes de ativação

4.6.1.6. Comportamento energético

4.6.2. Estágio final de produção de Biochar

4.6.3. Rendimento dos combustíveis energéticos

4.6.3.1. Rendimento de Biochar

4.6.3.2. Rendimento de bio-óleo

4.6.3.3. Rendimento de gás

4.6.4. Caracterização da fração de Biochar

4.6.5. Estabilidade de Biochar e relação com aplicação sequestro de carbono

SEÇÃO 7 SWOT Biochar.....550

4.7. Análise da matriz

4.7.1. Diagnóstico do uso do Biochar na Agricultura e Pecuária SWOT

4.7.1.1. SWOT pontos fortes

4.7.1.1.1. Pontos fortes origem empresarial

4.7.1.1.2. Pontos fortes internacional	
4.7.1.1.3. Pontos fortes nacional	
4.7.1.1.4. Pontos fortes municipal	
4.7.1.2. Pontos fracos	
4.7.1.3. SWOT oportunidades	
4.7.1.3.1. Oportunidade origem empresarial	
4.7.1.3.2. Oportunidade origem internacional	
4.7.1.3.3. Oportunidade origem nacional	
4.7.1.4. SWOT ameaças	
4.7.1.5. Plano de gestão de risco	
4.7.1.6. Identificação dos riscos	
4.7.1.7. Quantificação do risco	
4.7.1.8. Desenvolvimento das respostas aos riscos	
4.7.1.9. Controle das respostas aos riscos	
4.7.1.10. Análise de mercado	

CAPÍTULO V MERCADO BIOCHAR.....	600
SEÇÃO 1 Diretrizes Gerais.....	601

5.1.3. Biochar contexto nacional

5.1.4. Contextualização do potencial de biochar no mercado brasileiro

5.1.5. Potencial produção primária de biochar no Brasil

SEÇÃO 2 Mercado Brasileiro Biochar.....615

5.2. Mercado Brasileiro de Biochar

5.2.1. Tamanho do mercado de Biochar no Brasil

5.2.2. Contexto atual do mercado de Biochar

5.2.3. Projeções do Mercado Brasileiro de Biochar

5.2.4. Identificação do mercado de Biochar

5.2.5. Diagnóstico do Segmento de produção de Biochar

5.2.6. Canais de pesquisa utilizados

5.2.7. Perfil das empresas produtoras de Biochar

5.2.8. Mercado de Concorrência

5.2.9. Importância do uso da Biochar no mercado nacional

5.2.10. Crescimento, desafios e oportunidades no mercado de Biochar

5.2.11. Oportunidades para adoção do Biochar.

5.2.12. Participação do mercado de Biochar

5.2.13. Segmentação do Mercado

5.2.14. Divisão do mercado por aplicação

SEÇÃO 3 Utilização Biochar. - Mercado.....650

5.3. Setores de aplicações do Biochar

5.3.1. Biochar na Pecuária

5.3.1.1. Agente de silagem

5.3.1.2. Aditivo/suplemento alimentar dos animais

5.3.1.3. Aditivo para cama de animais (avicultura-frango)

5.3.1.4. Tratamento de chorume

5.3.1.5. Compostagem de esterco

5.3.2. Biochar na Agricultura(tratamento de solos)

5.3.2.1. Adubo ou Fertilizante de carbono

5.3.2.2. Aditivo de composto

5.3.2.3. Substituto de turfa em solo para vasos

5.3.2.4. Proteção de plantas

5.3.2.5. Fertilizante compensatório para oligoelementos

5.3.2.6. Aditivo e remediação de solos

5.3.2.7. Substratos de solo

5.3.2.8. Filtrar pesticidas e fertilizantes

5.3.3. Biochar no setor de Construção

5.3.3.1. Isolamento térmico

5.3.3.2. Descontaminação do ar

5.3.3.3. Descontaminação das fundações de terra

5.3.3.4. Regulação da umidade

5.3.3.5. Proteção contra a radiação eletromagnética

5.3.4. Biochar para tratamento de água

5.3.4.1. Tratamento de água de lagoas

5.3.4.2. Tratamento de água na piscicultura

5.3.5. Biochar na produção de Biogás e Hidrogênio

5.3.5.1. Aditivo (fermentação) de biomassa para produção biogás

5.3.5.2. Tratamento de lama (laticínios) para produção de biogás

5.3.6. Biochar para tratamento de águas residuais

5.3.6.1. Filtro de carvão ativo

5.3.6.2. Aditivo de pré-lavagem

5.3.6.3. Sanitários de compostagem

5.3.7. Biochar para tratamento da água potável

5.3.7.1. Microfiltros

5.3.8. Biochar para uso industrial

5.3.8.1. Filtros de exaustão

5.3.8.2. Controle de emissões

5.3.8.3. Filtros de ar ambiente

5.3.8.4. Materiais industriais

5.3.8.5. Fibras de carbono

5.3.8.6. Material plástico e polímeros

5.3.8.7. Eletrônica em semicondutores

5.3.8.8. Material para baterias

5.3.8.9. Metalurgia como redutor de metais

5.3.8.10. Cosméticos na confecção de sabonetes

5.3.8.11. Material para cremes para a pele

5.3.8.12. Aditivos terapêuticos para banho

5.3.8.13. Tintas e corantes

5.3.8.14. Tintas industriais

5.3.8.15. Produção de energia

5.3.8.16. Aditivo para a produção de pellets

5.3.9. Biochar para uso Medicinal

5.3.9.1. Medicação para desintoxicação

5.3.9.2. Transportador de princípios ativos farmacêuticos

5.3.9.3. Cataplasma para picadas de insetos

5.3.10. Utilização Biochar no setor têxtil

5.3.10.1. Aditivo de tecido para roupas funcionais

5.3.10.2. Isolamento térmico para roupas funcionais

5.3.10.3. Desodorante para sapatos

5.3.11. Utilização Biochar no Bem-estar

5.3.11.1. Enchimento para colchões e travesseiros

5.3.11.2. Escudo contra radiação eletromagnética em fornos de micro-ondas

5.3.11. Utilização Biochar na alimentação

5.3.11.1. Conservação de alimentos

SEÇÃO 4 Cadeia Suprimento Biochar.....720

5.4. Cadeia de suprimentos e benefícios do Biochar

5.4.1. Benefícios e demanda de Biochar

5.4.2. Benefícios privados: Melhoria da produtividade agrícola e do funcionamento do solo

5.4.2.1. PH do solo e capacidade de troca catiônica

5.4.2.2. Fornecimento e retenção de nutrientes

5.4.2.3. Fornecimento de nutrientes

5.4.2.4. Retenção de nutrientes

5.4.2.5. Ciclagem de nutrientes

5.4.2.6. Co-compostagem; benefícios para a produção de composto

5.4.2.7. Melhorar a retenção de água e a capacidade de retenção de água

5.4.3. Benefícios sociais: Mitigação das alterações climáticas

5.4.3.1 Tecnologia potencial de armazenamento de carbono

5.4.3.2 Mudanças no uso do solo e compensações de combustíveis fósseis

5.4.3.3 Desafios na obtenção dos benefícios do biochar

5.4.4. Análise de oferta

5.4.4.1. Custo principais elementos da cadeia de abastecimento da pirólise

5.4.4.2. Aquisição de matéria-prima

5.4.4.3. Transporte de matéria-prima

5.4.4.4. Pré-tratamento da matéria-prima

5.4.4.5. Custo da pirólise — construção e operação

5.4.4.6. Pirólise simples

5.4.4.7. Pirólise avançada

5.4.4.8. Estado atual da indústria do biochar

5.4.5. Futuro do Biochar

5.4.5.1. Análise biorregional e correspondência espacial

5.4.5.2. Integração do biochar com a gestão florestal

5.4.5.3. Investimento público, extensão e educação

5.4.5.4. Integração do biochar com iniciativas de saúde do solo

5.4.5.5. Testes e padronização

SEÇÃO 5 Biochar e o Mercado de Crédito de Carbono.....760

5.5. Mercado de Carbono

5.5.1. Mercado Regulado

5.5.2. Mercado Voluntário

5.5.3. Tipos de créditos de carbono

- 5.5.4. Estruturas operacionais do mercado
- 5.5.5. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
- 5.5.6. Características das Reduções Certificadas de Emissão
- 5.5.7. Geração de Crédito de Carbono
- 5.5.8. Metodologia utilizada
- 5.5.9. Estimativa de Emissões Reduzidas e Absorções de CO₂
- 5.5.10. Geração de créditos de carbono
- 5.5.11. Teor de carbono total
- 5.5.12. Emissão de CO₂
- 5.5.13.. Biochar e Mecanismo de Mercado de Carbono
 - 5.5.13.1. Biochar: Uma Tecnologia de Emissões Negativas
 - 5.5.13.2. Sequestro de carbono
 - 5.5.13.3. Uso do biochar antes do seu armazenamento permanente no reservatório de carbono do solo
 - 5.5.13.4. Mercado de remoção de carbono
 - 5.5.13.5. Estudos de caso e projetos
 - 5.5.13.6. Conclusões

SEÇÃO 6 Descritivo Mercado – Preços do Biochar.....800

5.6. Preços do Biochar e subprodutos no Mercado Internacional

5.6.1. Metodologia da coleta dos preços de Biochar e dos subprodutos

5.6.2. Dados dos preços dos produtores de Biochar no Brasil

5.6.3. Procedimentos de compra e venda de Biochar

5.6.4. Preço praticado no mercado brasileiro de Biochar

5.6.5. Preço/variedade de matéria-prima

5.6.6. Preço/segmento

5.6.6.1. Fertilizantes

5.6.6.2. Composto orgânico

5.6.6.3. Adubo organomineral

5.6.7. Volumes produzidos no Mercado Brasileiro

SEÇÃO 7 Dinâmica do Mercado Brasileiro de Biochar.....830

5.7.1. Desenvolvimento do Mercado de Biochar

5.7.2. Demanda Fertilizantes do Setor Agrícola

5.7.3. Aumento de aplicações de biochar para crescimento e desenvolvimento agrícola

5.7.4. Restrições do uso do Biochar

5.7.5. Análise da cadeia de valor da indústria	
5.7.6. Análise de classificação de mercado	
5.7.7. Estratégias adotadas pelos principais players	
SEÇÃO 8 Oportunidades de Mercado Biochar e Tendências Futuras.....	850
5.8.1. Urbanização e industrialização	
5.8.2. Aumento da demanda por fontes de energia renováveis	
5.8.3. Capacidade do Biochar na Captura de Carbono	
5.8.4. Oportunidades para o mercado de Biochar no Futuro	
5.8.5. Crescimento da Agricultura Orgânica	
5.8.6. Biochar de cama de frango	
5.8.6.1. Propriedades químicas do biochar de cama de frango	
SEÇÃO 9 Certificação Internacional Biochar	900
5.9.1. Certificação da “International Biochar Initiative”	
5.9.2. Certificação da “European Biochar Certificate”	
BRASIL BIOMASSA CONSULTORIA ENGENHARIA TECNOLOGIA.....	910

Livro Tecnologia Industrial Biochar

Catálogo na Fonte Brasil.

Brasil Biomassa e Energia Renovável. Curitiba. Paraná. 2026

Conteúdo: 1. Análise dos tipos de biomassa (florestal/madeira, agricultura e sucroenergético) como matéria-prima para a produção de Biochar no Brasil 2. Projeções de produção e de disponibilidade dos tipos de biomassa no Brasil para produção de Biochar. 3. Biochar como adubo ecológico para a 4. Tecnologia Industrial de Pirólise para produção Biochar, bio-óleo, gás sintético, extrato pirolenhoso e vinagre de madeira 5. Análise detalhada do mercado de produção e consumo de Biochar. 6. Custo de produção e os preços de Biochar e produtos adicionais 7. Requisitos ambientais, certificações e permissões. 8. Impacto e projeções de uso de fertilizantes e adubos e a oportunidade de mercado de Biochar 9. Aproveitamento sustentável (bioeconomia e economia circular) dos Resíduos da Biomassa. 10. Certificações Internacionais do Biochar 11. Biochar da Biomassa e Crédito de Carbono.

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

© 2026 ABIB Brasil Biomassa e Energia Renovável

Edição 2026 Total 980 páginas.

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



DECLARAÇÕES PROSPECTIVAS

Este Livro Tecnologia Industrial Biochar contém certas declarações prospectivas que dizem respeito a eventos futuros ou desempenho futuro do mercado de produção e consumo de biomassa para a produção de biochar. Estas declarações prospectivas são baseadas em previsões e estudos técnicos e dados de mercado das principais entidades internacionais sobre as expectativas de desenvolvimento e da estrutura do Livro.

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

DIRETORIA EXECUTIVA



Apresentação do Livro Tecnologia Industrial Biochar

Em nome da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável e dos numerosos colaboradores que ajudaram no desenvolvimento do primeiro Livro Tecnologia Industrial Biochar que tem por objetivo uma avaliação pormenorizada para a produção de um produto sustentável (Biochar) para o setor no Brasil.

O Brasil está sob pressão para melhorar sua produtividade agrícola para acompanhar as demandas de uma população crescente com dietas cada vez mais intensivas em recursos. Essa melhoria de produtividade deve ocorrer em um cenário de metas de redução de intensidade de carbono.

Novas abordagens agrícolas, incluindo todas as chamadas agriculturas orgânicas, foram criadas para diminuir e eliminar os impactos negativos dos fertilizantes sintéticos nos solos e nas plantas e, por meio deles, na saúde humana e no meio ambiente. O desafio do setor da agricultura vai exigir uma enorme quantidade de adubos e fertilizantes e o biochar ecológico zero carbono pode ser uma solução ao setor.

Desde o início do século XXI, a produção e utilização de biochar para fins agrícolas e ambientais se tornaram um foco de pesquisa internacional em função do sequestro de carbono.

O biochar é aplicado para diminuir a adversidade e os riscos ambientais dos fertilizantes químicos. Foi comprovado que o biochar melhora a fertilidade do solo, reduz a necessidade de fertilizantes minerais, aumenta os rendimentos e a qualidade das colheitas e protege as águas subterrâneas e a atmosfera da poluição, incluindo a contaminação por óleo. Esta substância sólida rica em carbono tem sido investigada principalmente desde sua descoberta na bacia amazônica em Terra Preta, e é referida como um modelo para agricultura sustentável.

Atualmente, os métodos comuns para preparação de biochar incluem pirólise, carbonização hidrotérmica e carbonização por micro-ondas. Entre estes, a pirólise se destaca por sua simplicidade, eficiência e respeito ao meio ambiente, desfrutando assim de ampla aplicação na produção de biochar.

A carbonização hidrotérmica, caracterizada pela sua facilidade de operação e capacidade de produzir de biochar com uma estrutura de poros abundante e alta área de superfície específica, está ganhando destaque por seus benefícios ambientais. Além disso, o método de carbonização por micro-ondas oferece vantagens como aquecimento uniforme, rapidez e baixo consumo de energia.

O biochar, caracterizado por alta estabilidade e uma estrutura de poros bem definida, possui grupos funcionais de superfície que o tornam um adsorvente excepcional, particularmente no tratamento de águas residuais contaminadas com metais pesados .

Biochar é um material sólido rico em carbono e sintetizado por carbonização hidrotérmica ou por pirólise lenta de biomassa. Esses processos produzem biochar com uma natureza alcalina notável que é favorável ao tratamento de solos ácidos.

A aplicação de biochar como meio de remediação e fortalecimento do solo tem sido estudada na última década devido à sua eficiência e custo-benefício.

Esse processo rompe moléculas da biomassa e reorganiza as ligações químicas para formar o biochar, como também outros compostos concentrados em carbono, por exemplo os bio-óleos, extrato pirolenhoso e vinagre da madeira e gases de síntese que podem ser reaproveitados para fins energéticos.

O biochar se diferencia do carvão vegetal principalmente devido à sua aplicação como corretivo de solos agrícolas capaz de aumentar a produtividade e reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE) provenientes da biomassa que, de outra forma, se decomporia rapidamente (IPCC 2022).

O biocarvão (biochar, em inglês) é um produto sólido com elevada concentração de carbono, altamente estável e resistente à decomposição biológica. É obtido a partir da pirólise da biomassa um processo termoquímico caracterizado pelo aquecimento da matéria-prima a altas temperaturas na ausência de oxigênio.

A comunidade científica internacional, representada pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima), já constata que medidas de mitigação das mudanças climáticas focadas apenas na redução de emissões de GEE não serão suficientes para conter o aquecimento global a níveis seguros para a sociedade (aumento de até 2,5 C da temperatura média global), implicando assim na necessidade da adoção de práticas de remoção de carbono, capazes de retirar efetivamente carbono da atmosfera.

Desde 2022, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) defende que as tecnologias de remoção de dióxido de carbono (CDR) são um complemento necessário às reduções de emissões para atingir um futuro líquido zero. O biochar é uma das tecnologias de sequestro de carbono reconhecidas pelo IPCC e também é uma das soluções mais acessíveis e prontas para o mercado. A tecnologia de remoção de carbono do biochar foi responsável por 94% dos créditos de remoção de carbono entregues em 2023.

Nosso Livro avalia que os sistemas de produção de biochar (extrato pirolenhoso e vinagre da madeira) para uso na agricultura e também como uma inovadora fonte de geração de energia (biocarvão/biocarbono. Além disso, os componentes voláteis podem condensar parcialmente em uma forma líquida conhecida como bio-óleo, o extrato pirolenhoso e o vinagre de madeira. Junto com essas saídas, gases de combustão contendo CH₄, H₂, CO e CO₂ também são gerados.

Os sistemas de biochar proporcionam um uso na agricultura e pecuária, reduzindo a prática de queima de plantações e de aproveitamento de todos os tipos de resíduos como substrato para a produção de biochar.

Uma questão a ser abordada no Livro Tecnologia Industrial Biochar é a quantidade de matéria-prima que encontra disponível para a produção de biochar com acesso imediato no Brasil. Assim sendo, o estudo pretende abordar uma questão fundamental de disponibilidade de biomassa para a produção de biochar em todo o território nacional. As quantidades reais de produção e de disponibilidade dependerá da demanda do mercado e dos avanços produção de biochar e da geração e dos créditos de carbono.

A Brasil Biomassa desenvolveu uma série de projetos e plantas industriais para o aproveitamento da biomassa dos tipos de resíduos (florestal e madeira, agricultura e agroindustrial e da cana-de-açúcar) para a produção sustentável de biochar agrícola (extrato pirolenhoso e vinagre da madeira) e energético (biocarvão/biocarbono, bio-óleo e gás de síntese).

Contudo, a caracterização para a utilização do processo termoquímico é fundamental quando se lida com resíduos a fim de compreender o comportamento da conversão e eficiência ao utilizar os resíduos como combustível. Dessa forma, levando em consideração o reaproveitamento do resíduo o que contribui tanto à indústria quanto ao meio ambiente, o desenvolvimento deste Livro alavancará a análise do potencial de biomassa para a produção industrial de biochar.



Os biochars da biomassa do têm algumas propriedades físico-químicas importantes, como maior área de superfície e porosidade, baixa densidade aparente, maior capacidade de troca catiônica (CTC), pH neutro a alto e maior teor de carbono.

Essas características podem ser efetivamente utilizadas em vários campos, como adsorção e na captura de carbono, biofertilizante, agricultura regenerativa e como material de construção, transporte, fabricação de móveis, aplicações domésticas, cimento e indústria de plástico.

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



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 passou a ser considerada uma fonte potencial de matéria-prima para a produção de Biochar.

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 biochar.

Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável

Escopo do Livro Tecnologia Industrial Biochar

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.

O escopo fundamental do desenvolvimento do Livro Biochar Biomassa é de ajudar as empresas do setor agroindustrial em encontrar soluções ambientais para a produção de um biocombustível energético para sequestro de carbono e para agricultura regenerativa.

O livro retrata o aproveitamento da biomassa como fonte de produção de biochar. A biomassa feita com resíduo agroindustrial é uma ótima alternativa de destino para o resíduo e evita problemas econômicos e ambientais.

A gestão eficaz de resíduos agroindustriais desempenha um papel fundamental na mitigação de várias formas de poluição. Reconhecendo a importância de abordar esta questão, desenvolvemos o primeiro Livro de aproveitamento da biomassa para a produção de biochar. A conversão de resíduos em biochar como um meio eficiente de aproveitar a energia após a desvolatilização da biomassa.

Há interesse científico e comercial na transformação de biomassa em produtos de valor agregado, incluindo biochar, biogás e biocombustível.

Este Livro investiga vários processos de pirólise aplicáveis para converter a biomassa em materiais de carvão ativado (biochar), mostrando seu potencial para diversas aplicações em linha com os interesses atuais.

Esses métodos inovadores oferecem uma oportunidade atraente para aproveitar maior potencial energético de sobras agrícolas, abrindo caminho para a utilização sustentável e eficiente de recursos. Por meio do processo termoquímico de pirólise, a biomassa sofre decomposição térmica em temperaturas superiores a 300 °C em um ambiente livre de oxigênio.

Esse processo leva à produção de biochar, um material sólido caracterizado por sua composição rica em carbono.

Além disso, os componentes voláteis podem condensar parcialmente em uma forma líquida conhecida como bio-óleo. Junto com essas saídas, gases de combustão contendo CH₄ , H₂ , CO e CO₂ também são gerados.

A versatilidade da biomassa abre inúmeras possibilidades para sua aplicação em vários setores, fornecendo alternativas sustentáveis e ecologicamente corretas em várias indústrias.

Coletivamente, como uma agricultura regenerativa e como uma fonte renovável de energia, a biomassa representa uma cultura maravilhosa para a produção de Biochar. Tem necessidades mínimas de nutrientes, é relativamente rápido de se estabelecer. É uma fonte ótima para produzir biochar de forma mais eficiente e ecologicamente correta do que a madeira. Os rejeitos agrícolas e florestais como podem ser utilizados para a produção de biochar.

É de consciência que grande parte da biomassa gerada pelo setor da Agricultura e da Cana-de-açúcar como a palha é descartada no campo, sem o devido aproveitamento da energia contida na mesma. Portanto, a caracterização energética é um passo importante no aproveitamento desta biomassa.

Por ser advindo de uma energia limpa, o biochar, que é um material rico em carbono estável, se apresenta como uma alternativa viável para o melhoramento de características químicas, físicas e biológicas dos solos, como capacidade de retenção de água, biorremediação de água e solos contaminados por metais, além de mitigar a emissão de gases de efeito estufa em longo prazo.

Sabe-se que a possível quantidade de teor de carbono no biochar derivado de uma determinada planta depende diretamente de sua atividade metabólica (fotossíntese), por meio da qual ingere CO_2 e libera oxigênio (> 30%) de volta para a atmosfera, reduzindo assim o aquecimento global.

Nesse sentido, devido à sua taxa de crescimento inigualável, produz mais biomassa e captura mais carbono atmosférico por hectare do que qualquer outra cultura, removendo assim mais carbono do céu e adicionando-o ao solo.

Por meio da pirólise, até 50% do carbono pode ser transferido do tecido vegetal para o biochar, com os 50% restantes usados para produzir energia e combustíveis .

Comparado à composição da madeira, a biomassa tem diferentes orientações fibrilares cercadas por camadas estreitas e largas alternadas.

A parede celular secundária é composta principalmente de celulose e lignina, com ligação covalente ligando ácidos fenólicos de lignina a materiais polissacarídeos.

Por várias razões, o é uma opção superior para produção de biochar, incluindo resistência, respeito ao meio ambiente, resistência à água, custo, proteção do solo e contribuição para a qualidade do ar. Esses benefícios foram a força motriz por trás de vários usos para este material, incluindo purificação, absorvedores de ondas eletromagnéticas e purificadores de água.

Esses benefícios são influenciados pelos procedimentos de ativação e carbonização usados para fazer biochar. A biomassa é torrada a uma temperatura constante para criar biochar ativado quando o biochar é exposto ao oxigênio usando o método de pirólise.

Recentemente, os processos pirolíticos para produção de carvão vegetal ganharam atenção significativa.

Além de seu uso típico como combustível, novas aplicações surgiram no setor agrícola, onde atualmente é empregado para melhorar as propriedades físicas e químicas dos solos.

O biochar da biomassa apresenta uma ampla gama de aplicações, servindo como um adsorvente, resina de troca iônica, briquetes, cerâmica, concreto, catalisador e até mesmo auxiliando na captura de CO₂, bem como na produção de biocombustível.

Essa versatilidade posiciona o biochar como um recurso promissor para atender às necessidades globais de energia, ao mesmo tempo em que promove a sustentabilidade ambiental e econômica.

Este Livro se aprofunda em várias técnicas de pirólise para a produção de biochar, explorando sua utilidade na correção do solo, purificação de água e ar e catálise.

Características físicas e de superfície, incluindo área de superfície e grupos funcionais, influenciam significativamente sua adequação para diversas aplicações, levando ao uso de técnicas de ativação para aprimoramento.

A eficácia do biochar na remoção de poluentes de soluções aquosas supera métodos alternativos, tornando-o uma solução escalável para tratamento de águas residuais. Embora as histórias de sucesso sejam abundantes, a adoção generalizada aguarda análises de ciclo de vida e avaliações de custo aprimoradas, fortalecendo o caso do biochar como um material sustentável para o desenvolvimento de novos produtos

Para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade na produção, diversos manejos são utilizados no solo. Porém o uso excessivo destes pode gerar vários problemas, como a salinização e, posteriormente, desertificação.

Entretanto, várias práticas alternativas de manejo de solo estão sendo utilizadas em busca de otimizar a produção em quantidade e qualidade, sem o uso de fertilizantes, tais como compostagem, adubação verde, fertilizantes naturais e a adição de biochar (biomassa carbonizada através da pirólise).

Por ser advindo de uma energia limpa, o biochar, que é um material rico em carbono estável, se apresenta como uma alternativa viável para o melhoramento de características químicas, físicas e biológicas dos solos, como capacidade de retenção de água, biorremediação de água e solos contaminados por metais, além de mitigar a emissão de gases de efeito estufa em longo prazo.

Sabe-se que a possível quantidade de teor de carbono no biochar derivado de uma determinada planta depende diretamente de sua atividade metabólica (fotossíntese), por meio da qual ingere CO_2 e libera oxigênio (> 30%) de volta para a atmosfera, reduzindo assim o aquecimento global.

Além de seu uso típico como combustível, novas aplicações surgiram no setor agrícola, onde atualmente é empregado para melhorar as propriedades físicas e químicas dos solos. Esse processo rompe moléculas da biomassa e reorganiza as ligações químicas para formar o biochar, como também outros compostos concentrados em carbono, por exemplo os bio-óleos, extrato pirolenhoso e vinagre da madeira e gases de síntese que podem ser reaproveitados para fins energéticos. O biochar se diferencia do carvão vegetal principalmente devido à sua aplicação como corretivo de solos agrícolas capaz de aumentar a produtividade e reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

Os objetivos específicos desta livro são: 1) entender o impacto dos tipos de pirólise na qualidade do produto (biomassa) em termos de propriedades físicas, composição química e comportamento de armazenamento da biomassa; 2) discutir os vários reatores usados para a produção de biochar; e 3) desenvolver um modelo para projetar uma planta industrial de Biochar

O Livro identifica os principais desafios e áreas para pesquisas futuras de aproveitamento da biomassa do, como aumentar a participação em mercado de produção industrial e de superar obstáculos como o problema dos resíduos para um produção de Biochar de alta qualidade

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

O Biochar 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 Biochar.

Ao mesmo tempo, o livro envia uma mensagem clara de que aproveitamento da biomassa para desenvolver mercados industriais de alto volume e alto valor para Biochar que é um desafio essencial aos empresários brasileiros.

Metodologia do Livro Biochar da Biomassa

O aumento do consumo global de energia levou a um aumento nas emissões antropogênicas de CO₂. Para resolver isso, o biochar surgiu como uma alternativa sustentável e de baixo custo para adsorção de CO₂. A capacidade de absorção de CO₂ do adsorvente permaneceu estável e reproduzível ao longo de cinco ciclos de adsorção/dessorção de CO₂, demonstrando sua forte estabilidade de adsorção.

Trabalhamos com uma metodologia de avaliação técnica da valoração dos tipos de resíduos da biomassa como uma forma de utilização da biomassa para a produção Biochar.. Este Livro examina os elementos industriais para a produção de Biochar. Explora então os mercados atuais para obter informações sobre o potencial de expansão de mercado de produção de biochar.

O biochar é composto principalmente de carbono, normalmente variando de 65 a 90%, juntamente com oxigênio e produtos químicos aromáticos que contribuem para sua resistência contra a degradação biológica. Comparado a biomassa, o biochar exibe níveis mais baixos de hidrogênio (0,5–4,2% em peso), pois as ligações mais fracas entre seus elementos são quebradas durante a pirólise, enquanto o bagaço normalmente contém 5–7% em peso de hidrogênio. Da mesma forma, o teor de oxigênio segue uma tendência semelhante, com o biochar variando de 10 a 45% em peso, em comparação com 27–56% em peso paraa biomassa.

A preparação de biochar usando processos termoquímicos atraiu interesse significativo entre empreendedores, investidores devido às suas aplicações ambientais versáteis. A escolha da temperatura de pirólise e do tipo de biomassa pode determinar a eficácia do biochar na remoção de toxinas e poluentes do solo e da água. O biochar produzido em temperaturas de pirólise mais altas, relatado como tendo rico conteúdo de carbono, exibe propriedades aprimoradas, como porosidade, área de superfície e pH com conteúdo reduzido de carbono dissolvido.

As aplicações atuais do biochar concentram-se principalmente na sua eficácia na remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos do solo e dos sistemas de água. Quando aplicado ao solo, o biochar atua como um agente de ligação para contaminantes orgânicos pré-existentes. Exemplos de contaminantes orgânicos incluem corantes catiônicos como azul de metileno, rodamina e violeta de metileno, bem como produtos químicos industriais como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs), que abrangem fenantreno, catecol, pireno, naftaleno e antraceno.

O biochar além de ser uma opção de remoção de carbono reconhecida cientificamente, também é uma solução baseada na natureza (NBS – nature based solution) que pode proporcionar diversos benefícios ambientais, além do sequestro de carbono.

Quando aplicado na agricultura, o biochar age como uma esponja de carbono que retém água e nutrientes, atuando como um condicionador de solo capaz de gerar ganhos de produtividade e redução no uso de fertilizantes.

Para o clima, além do biochar remover permanentemente carbono da atmosfera, ele pode gerar também redução das emissões de outros GEE do solo, principalmente o óxido nitroso [N₂O] e metano [CH₄] dos fertilizantes e da decomposição da matéria orgânica do solo. Uma vez que as emissões do setor agroindustrial são de difícil abatimento e representam mais de 30% das emissões globais, o biocarvão se mostra como uma alternativa promissora para mitigação das mudanças climáticas .

A carbonização ou pirólise lenta pode ser uma alternativa promissora à queima. Tem muitas aplicações, como melhorador de solo, tratamento de águas residuais, sequestro de carbono, compostagem, supercapacitor, célula de combustível e material biocomposto.

É motivado a investigar a adequação como um material potencial para a produção de biochar e sua aplicação. A forma avançada de análise, como termogravimétrica, microscopia eletrônica de varredura, área de superfície, espectroscopia infravermelha de transformada de Fourier, espectroscopia de ressonância magnética nuclear e espectroscopia Raman, é elaborada para conhecimento profundo das características.

A hipótese é que se a palha disponível for usada para a produção de biochar, ela reduzirá a emissão de dióxido de carbono (CO_2). Em nível global, espera-se que a conversão da biomassa disponível em biochar reduza a emissão de CO_2 em 0,19 Gt por ano.

A redução na emissão de CO_2 também favorece a economia. Se 1 tonelada de biomassa por ano for convertida em biochar, 0,82 toneladas de CO_2 podem ser reduzidas por ano e, considerando o custo de emissão de R\$ 1800 por tonelada, a economia de custos seria de R\$ 1476 por ano..



Desenvolvemos dois testes industriais utilizando o aproveitamento da biomassa residual do Milho na produção de biochar, bio-óleo, extrato pirolenhoso, vinagre de madeira e de gás sintético onde comprovamos a plena viabilidade de produção do biochar ativado. Os resultados indicam que aproximadamente 1 kg de biomassa residual do Milho é necessário para produzir 0,48 kg de biochar.

O projeto industrial desenvolvido pela Brasil Biomassa foi utilizando o sistema industrial de pirólise conduzida em um ambiente livre de oxigênio produzindo aproximadamente 30% mais carvão em comparação com a pirólise rápida (12%) ou gaseificação (10%). Os resultados obtidos são consistentes e o sistema de pirólise lenta é o mais adequado para a produção de biochar.

Os dois projetos desenvolvidos utilizaram a biomassa residual e veio em demonstrar a viabilidade de produzir biochar de alta qualidade, com propriedades favoráveis e empregando um reator simples de câmara dupla.

Os resultados indicam que nos testes industriais com a biomassa fornecem parâmetros adequados para utilização de energia e produção de biochar ativado para uso como adubo no solo.

Os resultados do biochar produzido via pirólise lenta da palha e do sabugo do milho em temperaturas entre 300 e 400 °C demonstram melhorias em relação aos valores obtidos da biomassa original. Os rendimentos do biochar variaram entre 30% e 40%, com alto teor de carbono fixo, apresentando o maior valor em $79 \pm [2,51]\%$.

Portanto, a biomassa e o uso da tecnologia de pirólise lenta, facilitaram a produção de biochar de alta qualidade. Este processo produziu ainda compostos sólidos (materiais carbonáceos e o biochar ativado), componentes gasosos (gases sintéticos), frações líquidas (bio-óleos, extrato pirolenhoso e vinagre de madeira). Há um interesse crescente no uso de biochar derivado de biomassa em diversas disciplinas para enfrentar desafios ambientais significativos.

Assim sendo, utilizamos como metodologia de trabalho uma análise do cenário nacional em relação à produção de biomassa para o aproveitamento na produção de Biochar. Assim trabalhamos com uma moderna metodologia de avaliação de todas as fases industriais de produção de Biochar. Objetivo analítico primário:

Análise intersetorial : avaliação integrativa de cenários das interações entre partes da cadeia de produção e de consumo de Biochar.

Finalidade analítica secundária: Avaliação do mercado brasileiro de produção de biomassa.

Avaliação de potenciais recursos de matéria-prima de origem usando uma abordagem técnica e industrial para a produção de Biochar 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 Biochar.

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 Biochar como constam nos indicadores. As principais características do Livro são:

Apresentar as inovadoras soluções de aproveitamento dos resíduos para a produção de Biochar de qualidade internacional no país.

O Livro fornecerá informações úteis a todas as partes interessadas no setor agrícola , empresários e investidores, formuladores de políticas e o público em geral com interesse na produção ecológica e sustentável de Biochar.

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

O Livro visa implementar uma estratégia de avaliação estrutural do quantitativo (base na produção) e de disponibilidade de biomassa para a produção industrial de Biochar e uma avaliação técnica e segura da melhor tecnologia industrial de produção e dados de mercado.

O Livro identifica os principais desafios e áreas para pesquisas futuras, como aumentar a participação em mercados voluntários de carbono e superar obstáculos para escalar mercados de alta qualidade para biochar físico.

Ele também enfatiza a diversidade de tecnologias de produção e modelos de negócios dentro da indústria, defendendo uma abordagem mais inclusiva que acomode várias escalas de operação e apoie a produção em todo o território nacional.

Este Livro também mostra as muitas escalas em que o biochar é produzido, desde grandes plantas industriais que também produzem energia limpa até fornos menores que estão ajudando os agricultores a utilizar resíduos de colheitas e a mudar da queima de colheitas.

O Livro destaca a adaptabilidade dos sistemas de biochar para abordar vários desafios de mudança climática, abrangendo a remoção de carbono.

O Livro faz uma análise apurada em nível nacional das oportunidades de aproveitamento dos tipos de biomassa para a produção de biochar como um novo fertilizante ecológico.

As questões-chave que motivam a presente Livro são identificar e analisar o potencial de aproveitamento da biomassa para o desenvolvimento de plantas de biochar, visto a necessidade do uso crescente de adubos e fertilizantes na agricultura brasileira.