

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS**

**CARVÃO VEGETAL: DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES
TECNOLÓGICOS A PARTIR DA ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE
PATENTES**

André Luís Castelo Branco Leite

**São Carlos
2013**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

CARVÃO VEGETAL: DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES
TECNOLÓGICOS A PARTIR DA ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE
PATENTES

André Luís Castelo Branco Leite

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Engenharia de Materiais
como requisito parcial à obtenção do
título de MESTRE EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

Orientador: Prof. Dr. José Angelo Rodrigues Gregolin
Co-orientador: Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria
Agência Financiadora: CAPES

São Carlos
2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

L533cv

Leite, André Luís Castelo Branco.

Carvão vegetal : desenvolvimento de indicadores tecnológicos a partir da análise de documentos de patentes / André Luís Castelo Branco Leite. -- São Carlos : UFSCar, 2013.

145 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Engenharia de materiais. 2. Carvão vegetal. 3. Análise de patentes. 4. Bibliometria. 5. Indicadores de tecnologia. I. Título.

CDD: 620.11 (20^a)

Dedico este trabalho aos meus professores e colegas de trabalho, aos meus orientadores, aos meus amigos e familiares e, em especial, aos meus pais, Djalma e Maria da Conceição, às minhas irmãs, Maira e Clarice, e a minha amada esposa Denise.

VITEA DO CANDIDATO

Engenheiro de Materiais pela UFSCar (2006)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO DE
ANDRÉ LUÍS CASTELO BRANCO LEITE
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO
CARLOS, EM 30 DE AGOSTO DE 2013

BANCA EXAMINADORA:



PROF. DR JOSÉ ANGELO RODRIGUES GREGOLIN
ORIENTADOR
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS



DR. LUIZ FERNANDO DE MOURA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



PROF. DR. CLAUDEMIRO BOLFINI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

AGRADECIMENTOS

Ao **Universo**, à **Terra**, à **Natureza**, todos sinônimos do que nos seres humanos entendemos por **Deus**, pela oportunidade de estar vivo e desfrutando das maravilhas que é viver.

Aos professores e amigos **José Angelo Rodrigues Gregolin** e **Leandro Innocentini Lopes de Faria** pela orientação e experiência, que tanto contribuíram para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao professor e amigo **Oscar Balancin** e ao amigo e colega de trabalho **Douglas Henrique Milanez** pela amizade e vital contribuição para realização deste trabalho.

Aos **professores e colegas do NIT/Materiais** pela excelente convivência e suporte durante esse maravilhoso tempo em que passamos juntos.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais**, em especial aos profissionais da secretaria do programa, pelo suporte e formação de excelência que proporciona.

Aos professores **Eduardo Winter** e **José Otávio Brito** por contribuir com o desenvolvimento deste trabalho.

A **Capes** pelo fomento e realização desta pesquisa.

A meus pais, **Djalma e Maria da Conceição**, alicerces da minha vida, pelo amor incondicional e por me ensinarem a ser quem eu sou.

A minhas irmãs, **Maira e Clarice**, lindas mulheres, pela amizade, admiração, amor e respeito.

A minha esposa, **Denise**, minha mulher, meu amor, por somar nossas vidas e trilhar ao meu lado o início, o fim e o meio.

Aos **amigos e familiares**, por compartilharem suas vidas comigo e me proporcionarem momentos perfeitos.

RESUMO

O carvão vegetal é uma importante fonte renovável de energia e de matéria-prima para diversas aplicações. O constante aumento da demanda mundial para o estabelecimento do desenvolvimento sustentável coloca o carvão vegetal numa posição de destaque, o que torna relevante o monitoramento tecnológico na área como subsídio ao planejamento e tomada de decisão. Na presente pesquisa, foi realizado o mapeamento dos avanços tecnológicos relacionados ao carvão vegetal por meio do desenvolvimento de indicadores baseados na análise de documentos de patentes. A evolução do patenteamento em carvão vegetal mostrou-se concentrada no período de 2001 a 2010, com envolvimento principalmente do Japão, Coreia do Sul, China, EUA e Alemanha. Os principais domínios de desenvolvimento tecnológico em carvão vegetal foram Química – Materiais e Procedimentos Industriais, com ênfase nos subdomínios Química de Base, Consumo das Famílias, Procedimentos Técnicos e Materiais – Metalurgia. Os principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal são empresas, especialmente, de origem asiática. No Brasil, o desenvolvimento tecnológico em carvão vegetal se mostrou bem inferior ao dos principais centros. No caso do subdomínio Materiais – Metalurgia, Japão, Coreia do Sul e China são os países mais proeminentes e a maioria dos documentos de patentes em carvão vegetal estão concentrados em 10 assuntos tecnológicos. Para esse subdomínio, os principais titulares são empresas japonesas e sul coreanas. Os resultados mostraram que uma parcela significativa dos documentos de patentes em carvão vegetal está relacionada a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, e que para essa categorização também há proeminência do Japão, Coreia do Sul e China, bem como a concentração dos documentos em 10 assuntos tecnológicos. Dentre as patentes associadas à categorização, apenas uma parcela muito pequena é de caráter trilateral, ou seja, foi depositada nos EUA, EPO e Japão. Esses documentos são referentes a sistemas, métodos e equipamentos de carbonização para produção de carvão vegetal, carvão ativado e tratamento de resíduos ou lixo.

CHARCOAL: DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL INDICATORS THROUGH PATENTS DOCUMENTS ANALYSIS

ABSTRACT

Charcoal is an important renewable source of energy and feedstock for several applications. The constant increasing of global demand for the establishment of sustainable development puts charcoal in a prominent position, which makes it important to monitor technological advances in the area as an input to the planning and decision making. In the present study, the mapping of the technological advances into charcoal was carried out by the development of indicators based on the patents documents analysis. The patenting evolution was concentrated in the period from 2001 to 2010 with major involvement of Japan, South Korea, China, USA and Germany. The main technological domains related to charcoal were Chemistry – Materials and Industrial Procedures with emphasis shown by the subdomains Basic Chemistry, Family Consumption, Technical Procedures and Materials – Metallurgy. The main assignees of the documents are companies from North America, Europe and, especially from Asia. The Brazilian technological development into charcoal was substantially inferior when compared to the major assignees countries. In the case of the subdomain Materials – Metallurgy, Japan, South Korea and China are the most prominent countries and most of the documents are concentrated in 10 subject areas. For this subdomain, the main assignees are Japanese and South Korean companies. The results showed that a significant amount of the patents documents on charcoal are related to apparatus, device, equipment and machine, and for this categorization there is also the Japanese, South Korean and Chinese prominence as well as the concentration of the documents in 10 subject areas. Among the patents related to equipment and so on, only a very few amount are triadic, in other words, were filed in US, EPO and Japan. These triadic patents are related to carbonization systems, methods and equipment for charcoal and activated charcoal production and waste and garbage treatment.

PUBLICAÇÕES

LEITE, A.L.C.B.; MILANEZ, D.H.; FARIA, L.I.L.; GREGOLIN, J.A.R. Indicadores tecnológicos em carvão vegetal a partir da análise de documentos de patentes. In: Revista *Árvore*. Submetido em 15 de Julho de 2013.

LEITE, A. L. C. B.; MILANEZ, D. H.; FARIA, L. I. L.; GREGOLIN, J. A. R. Assessment of technological development into charcoal through patent analysis. In: 6th International Congress on the Science and Technology of Ironmaking, 42nd ABM Ironmaking Seminar and 13th ABM Iron Ore Symposium, 2012, Rio de Janeiro. Proceedings..., 2012. p. 1623-1632.

MILANEZ, D. H.; LEITE, A. L. C. B.; SCOPEL, F.; FARIA, L. I. L.; GREGOLIN, J. A. R. Estudo prospectivo dos processos de obtenção de nanomateriais. In: 67° Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 2012, Rio de Janeiro. Anais do 67° Congresso Anual da ABM, 2012. p. 3333-3343.

ÍNDICE DE ASSUNTOS

BANCA EXAMINADORA	i
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
PUBLICAÇÕES.....	ix
ÍNDICE DE ASSUNTOS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
SÍMBOLOS E ABREVIACÕES	xxiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
3 O CARVÃO VEGETAL E SUA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA A PARTIR DA ANÁLISE DE PATENTES	5
3.1 Produção e mercado mundial do carvão vegetal	5
3.2 Produção e mercado do carvão vegetal no Brasil	10
3.3 Matérias-primas para produção do carvão vegetal	17
3.4 Principais componentes químicos e estruturais das matérias-primas do carvão vegetal	18
3.4.1 Composição geral	18
3.4.2 Celulose	20
3.4.3 Hemiceluloses (polioses)	22
3.4.4 Lignina.....	23
3.5 Processos de produção do carvão vegetal	25
3.6 Propriedades do carvão vegetal.....	30
3.7 Tecnologias de produção do carvão vegetal.....	33
3.8 Aplicações do carvão vegetal.....	37
3.9 Carvão vegetal e sustentabilidade	38
3.10 Prospecção tecnológica a partir de documentos de patentes.....	40
3.10.1 Importância da prospecção tecnológica.....	40

3.10.2 Conteúdo dos documentos de patentes	41
3.10.3 Análise de documentos de patentes para prospecção tecnológica	44
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	47
4.1 Procedimentos gerais.....	47
4.2 Recuperação de registros bibliográficos de documentos de patentes em carvão vegetal	49
4.3 Processamento e tratamento dos dados bibliográficos de patentes obtidos a partir da base de dados DII	51
4.3.1 Pré-tratamento e importação dos registros bibliográficos de patentes	51
4.3.2 Estratificação dos documentos de patentes: evolução temporal e distribuição geográfica.....	52
4.3.3 Categorização em domínios e subdomínios tecnológicos e assuntos tecnológicos das patentes	53
4.3.4 Obtenção e análise dos titulares dos documentos de patentes.....	55
4.3.5 Análise do patenteamento brasileiro	55
4.3.6 Análise do patenteamento no subdomínio Materiais e Metalurgia	55
4.3.7 Análise do patenteamento relacionado a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas.....	56
4.3.8 Seleção e análise do conteúdo de patentes triádicas.....	57
4.4 Equipamentos e softwares empregados no trabalho.....	58
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1 Patenteamento mundial em carvão vegetal.....	59
5.1.1 Evolução e distribuição geográfica dos documentos de patentes em carvão vegetal no mundo	59
5.1.2 Principais domínios e subdomínios tecnológicos em carvão vegetal no mundo	68
5.1.3 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal com base na classificação internacional de patentes (CIP).....	73
5.1.4 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no mundo	76
5.2 Patenteamento em carvão vegetal no Brasil	79
5.2.1 Evolução dos documentos de patentes em carvão vegetal no Brasil.....	79
5.2.2 Principais subdomínios tecnológicos em carvão vegetal no Brasil.....	80

5.2.3 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal no Brasil com base classificação internacional de patentes (CIP)	81
5.2.4 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no Brasil	83
5.3 Patenteamento em carvão vegetal no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia	84
5.3.1 Evolução e distribuição geográfica dos documentos de patentes em carvão vegetal para o subdomínio Materiais – Metalurgia	84
5.3.2 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia com base classificação internacional de patentes (CIP)	88
5.3.3 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia	90
5.4 Documentos de patentes em carvão vegetal relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas	92
5.4.1 Evolução temporal e distribuição geográfica	92
5.4.2 Principais titulares e principais assuntos tecnológicos	96
5.4.3 Patentes triádicas relativas à destilação destrutiva de substâncias carbonáceas (CIP C10B)	100
5.5 Discussão geral dos resultados	104
6 CONCLUSÃO	111
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	115
8 REFERÊNCIAS	117
APÊNDICE A – Detalhamento do patenteamento mundial em carvão vegetal	127
APÊNDICE B – Detalhamento do patenteamento em carvão vegetal no Brasil	130
APÊNDICE C – Detalhamento do patenteamento em carvão vegetal no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia	137
APÊNDICE D – Detalhamento do patenteamento em carvão vegetal na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas	141

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 Produção de carvão vegetal por continente em milhões de toneladas.....	6
Tabela 3.2 Principais países importadores de carvão vegetal de 2009 a 2011.....	8
Tabela 3.3 Principais países exportadores de carvão vegetal de 2009 a 2011.....	9
Tabela 3.4 Produção e valor do carvão vegetal da silvicultura para os principais estados e regiões produtores do Brasil em 2010.....	11
Tabela 3.5 Produção e valor do carvão vegetal do extrativismo para os principais estados e regiões produtores do Brasil em 2010.....	12
Tabela 3.6 Consumo final de energia por tipo de fonte em milhares de toneladas equivalentes de petróleo (tep).....	15
Tabela 3.7 Produção de carvão vegetal e de papel e celulose a partir da lenha em milhares de toneladas.....	15
Tabela 3.8 Tipos de matéria-prima (biomassa) para produção de carvão vegetal.....	17
Tabela 3.9 Composição química típica da madeira em relação a sua massa seca.....	18
Tabela 3.10 Composições típicas dos principais componentes de diferentes tipos de biomassa.....	19
Tabela 3.11 Fases do fenômeno de conversão de biomassa em carvão vegetal.....	28
Tabela 3.12 Características do carvão vegetal produzido com diferentes temperaturas de carbonização.....	30
Tabela 4.1 Listagem das palavras-chaves aplicadas na busca de documentos de patentes em carvão vegetal na DII.....	49
Tabela 4.2 – Relacionamento entre códigos CIP e os Domínios e Subdomínios Tecnológicos propostos pelo OST.....	54

Tabela 4.3 Listagem das palavras-chaves aplicadas na busca de documentos de patentes em carvão vegetal relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas.....	56
Tabela 5.1 Distribuição geográfica dos depósitos dos documentos de patentes originados nos cinco principais países patenteadores em carvão vegetal e no Brasil (2001-2010).....	66
Tabela 5.2 Número de documentos de patentes por domínio tecnológico e crescimento entre 2001 e 2010.....	68
Tabela 5.3 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais subdomínios tecnológicos entre 2001 e 2010.....	70
Tabela 5.4 Principais assuntos tecnológicos associados ao carvão vegetal (códigos CIP de 4 dígitos) entre 2001 e 2010.....	73
Tabela 5.5 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal no Brasil (códigos CIP de 4 dígitos) entre 2001 e 2010.....	81
Tabela 5.6 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal originados no Brasil entre 2001 e 2010.....	82
Tabela 5.7 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal relacionado ao subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010.....	88
Tabela 5.8 Principais titulares brasileiros de documentos de patentes em carvão vegetal relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 e 2010.....	96
Tabela 5.9 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal associados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 e 2010.....	97
Tabela A1 Evolução, por década, do patenteamento mundial em carvão vegetal dos quinze principais países de origem do documento (1952 e 2010).....	129
Tabela A2 Evolução do número anual de documentos de patentes em carvão vegetal nos subdomínios tecnológicos (2001-2010).....	131
Tabela A3 Principais subdomínios tecnológicos de depósitos dos documentos de patentes em carvão vegetal dos dez principais titulares entre 2001 e 2010.....	132
Tabela B1 Evolução anual do patenteamento brasileiro em carvão vegetal nos subdomínios tecnológicos para o período de 2001 a 2010.....	134

Tabela B2 Evolução anual do patenteamento brasileiro em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos (códigos CIP de 4 dígitos) para o período de 2001 a 2010.....	135
Tabela C1 Evolução do patenteamento em carvão vegetal para os quinze principais países patentadores no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010.....	137
Tabela C2 Evolução do patenteamento anual em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos relacionados ao subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 a 2010.....	139
Tabela C3 Principais assuntos tecnológicos de depósitos dos documentos de patentes em carvão vegetal dos dez principais titulares no subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010.....	140
Tabela D1 Evolução do patenteamento em carvão vegetal para os quinze principais países patentadores na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 e 2010.....	141
Tabela D2 Principais assuntos tecnológicos de depósitos dos documentos de patentes em carvão vegetal dos dez principais titulares na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 e 2010.....	143
Tabela D3 Evolução do patenteamento anual em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos relacionados à categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 a 2010.....	144
Tabela D4 Patentes triádicas em carvão vegetal relacionadas a aparato, dispositivo, equipamento e máquina entre 2001 a 2010.....	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Crescimento da produção mundial de carvão vegetal em milhões de toneladas no período de 1961 a 2010 em intervalos de 5 anos.....	5
Figura 3.2 Produção de carvão vegetal em milhões de toneladas dos principais países produtores no ano de 2011.....	7
Figura 3.3 Participação dos principais países produtores de carvão vegetal na produção mundial em 2011.....	8
Figura 3.4 Evolução da produção brasileira de carvão vegetal em milhões de toneladas de 2001 a 2010.....	10
Figura 3.5 Evolução da produção de carvão vegetal (em milhões de metros cúbicos) segundo a origem da madeira.	13
Figura 3.6 Evolução na participação do consumo de carvão vegetal por setor de 2001 a 2010.	14
Figura 3.7 Evolução do preço médio do metro cúbico de carvão vegetal de 2001 a 2010.	16
Figura 3.8 Principais componentes dos materiais de origem vegetal ou biomassa utilizada na produção de carvão vegetal.....	19
Figura 3.9 Estrutura da celulose: (a) parte central da cadeia molecular, (b) grupos terminais redutores e não redutores e (c) estrutura química da celulose.....	20
Figura 3.10 Esquema simplificado das microfibrilas, fibrilas e fibras celulósicas.....	21
Figura 3.11 Fórmulas do açúcares componentes das hemiceluloses.....	22
Figura 3.12 Estrutura da molécula de lignina.....	23
Figura 3.13 Estrutura dos precursores primários da lignina.....	24
Figura 3.14 Rendimento em carvão vegetal em função do teor de lignina e outros componentes das plantas.	25
Figura 3.15 Principais produtos do processo de carbonização da madeira.	26
Figura 3.16 Efeito da temperatura nas propriedades do carvão vegetal.....	30
Figura 3.17 Densidade aparente do carvão vegetal em função da densidade básica da madeira.....	31

Figura 3.18 Rendimento gravimétrico e teor de carbono fixo do carvão vegetal em função do teor de lignina.	32
Figura 3.19 Fornos típicos de produção de carvão vegetal com fonte de calor interno ou combustão parcial.....	34
Figura 3.20 Fornos com fonte de calor externa.....	35
Figura 3.21 Sistemas de retorta com fonte externa de calor para produção de carvão vegetal.	36
Figura 3.22 Exemplo de página frontal de patente relacionada a carvão vegetal.....	43
Figura 4.1 Fluxograma simplificado do procedimento para gestão de informação e elaboração de indicadores bibliométricos a partir de patentes. ..	48
Figura 5.1 Evolução mundial do número de documentos de patentes em carvão vegetal por década no período de 1952 a 2010.	59
Figura 5.2 Evolução mundial anual do patenteamento em carvão vegetal entre 2001 e 2010.....	60
Figura 5.3 Número de documentos de patentes em carvão vegetal por continente de 2001 a 2010.	62
Figura 5.4 Principais países patentadores de tecnologias em carvão vegetal no mundo entre 1952 e 2010.....	63
Figura 5.5 Principais países patentadores de tecnologias em carvão vegetal no mundo entre 2001 e 2010.....	65
Figura 5.6 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal para os cinco principais países patentadores entre 2001 e 2010.....	66
Figura 5.7 Relação entre o número de documentos de patentes em carvão vegetal depositados pelos dez principais países em escritórios de patentes dentro e fora do país de origem (2001-2010).	68
Figura 5.8 Número de documentos de patentes por domínio tecnológico para os períodos de 1952-2010 e 2001-2010.....	69
Figura 5.9 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais subdomínios tecnológicos no período de 2001 a 2010.	70
Figura 5.10 Rede de coocorrência entre os 10 principais subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes.....	73

Figura 5.11 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais assuntos tecnológicos no período de 2001 a 2010.....	754
Figura 5.12 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal entre 1952 e 2010.	76
Figura 5.13 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal entre 2001 e 2010.	77
Figura 5.14 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal originados no Brasil entre 2001 e 2010.	80
Figura 5.15 Número de documentos de patentes originados no Brasil para os principais subdomínios em carvão vegetal entre 2001 e 2010.	81
Figura 5.16 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal associado ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia por década no período de 1961 a 2010.	85
Figura 5.17 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal associado ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia no período de 2001 a 2010.	86
Figura 5.18 Número de documentos de patentes em carvão vegetal relacionado ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia por continente de 2001 a 2010.	87
Figura 5.19 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais países patenteadores no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia entre 2001 a 2010.	88
Figura 5.20 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010.	91
Figura 5.21 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas por década no período de 1964 a 2010.	93
Figura 5.22 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas no período de 2001 a 2010.	94

Figura 5.23 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais países patenteadores na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 a 2010.....	95
Figura 5.24 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas para o período de 2001 a 2010.	97

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

ABM – Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração

AIST - Instituto Japonês de Ciência e Tecnologia Industrial Avançada

AMS - Associação Mineira de Silvicultura

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

C – carbono

CAPES-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa

C.F. – teor de carbono

Ci – crescimento percentual

CIP - Classificação Internacional de Patentes

cm – centímetro

cm³ – centímetro cúbico

CO – monóxido de carbono

CO₂ – dióxido de carbono

C&T – ciência e tecnologia

D – dextrogiro

DII - Derwent Innovations Index

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

EPO – Escritório Europeu de Patentes

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

EUA – Estados Unidos da América

FAO - Food and Agriculture Organization of the Unites Nations

g – gramas

GEE – gases do efeito estufa

H - hidrogênio

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEE – Instituto de Eletrotécnica e Energia

INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial

IPEF – Institutos de Pesquisas e Estudos Florestais

kg - quilograma

L (%) – teor de lignina

m - metro

m³ – metro cúbico

MME – Ministério de Minas e Energia

N – nitrogênio

Ni – número de documentos no ano

NIMS - Instituto Japonês de Ciência dos Materiais

NIT – Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais

Nj – número de documentos no período

O – oxigênio

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development

OH – hidroxila

OMPI - Organização Mundial da Propriedade Intelectual

OST - Observatoire des Sciences et des Techniques

P&D – pesquisa e desenvolvimento

R (%) – rendimento

SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção

SINDIFER - Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais

t – toneladas

tep - tonelada equivalente de petróleo

Ti - crescimento entre décadas

TRIPS – Trade-related aspects of intellectual property rights

TS – tópico

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UNSD - United Nation Statistic Division

USP – Universidade de São Paulo

WIPO – World Intellectual Property Organization

β – beta

°C – grau Célsius

% - porcentagem

Ω – ohm

1 INTRODUÇÃO

A humanidade utiliza e produz o carvão vegetal há milhares de anos, sendo sua comercialização realizada em escala global ^[1,19,21]. Este material é obtido a partir da pirólise ou carbonização de materiais de origem vegetal, também denominados de biomassa ^[1-6].

O carvão vegetal é comercializado em diversas formas, sendo matéria-prima para aplicações domésticas e industriais ^[6,10]. A principal aplicação do carvão vegetal é como agente termorreduzidor nos processos de produção de ligas metálicas, especialmente na produção de ferro-gusa e aço ^[1,3,4,9,45]. Por exemplo, em 2010, 83% da produção brasileira de carvão vegetal foi destinada ao setor siderúrgico na produção de ferro-gusa, aço e ferro-ligas ^[10].

Além da reconhecida importância para a siderurgia, este material é utilizado como biocombustível, como fonte de energia em outros processos industriais (cimento, cal, gesso), em filtragem como carvão ativado, em aplicações medicinais, na secagem de grãos e de folhas de erva-mate e de fumo, como auxiliador na compostagem e substrato agrícola para fixação de umidade e nutrientes, dentre outras aplicações ^[32].

A produção e consumo do carvão vegetal evoluíram significativamente ao longo dos anos, passando de 84,9 milhões de toneladas produzidas no período de 1961 a 1965, para 233,2 milhões de toneladas produzidas entre 2006 e 2010 ^[7]. O Brasil apresenta uma posição especial no cenário mundial do carvão vegetal, sendo o principal produtor desse material com números muito superiores aos dos outros países ^[7,9]. No ano de 2011, a produção do país foi de 6,33 milhões de toneladas, valor que representou 13,4% da produção mundial ^[7].

O desenvolvimento sustentável é um dos temas mais discutidos em todo o mundo, especialmente temas como a redução da emissão de gases de efeito estufa e alternativas de fontes renováveis para energia e matéria-prima ^[1]. Neste cenário, é importante compreender o desenvolvimento científico e tecnológico relacionado à utilização de biomassa, sobretudo os avanços na

produção e aplicação de carvão vegetal em áreas relevantes, tais como Materiais – Metalurgia e de equipamentos e máquinas.

Existem diversas técnicas de prospecção tecnológica para analisar o desenvolvimento tecnológico de uma determinada área. Dentre elas, a análise de documentos de patentes tem sido amplamente utilizada, pois documentos de patentes são fontes de informação bastante relevantes por conterem dados públicos de natureza técnica, legal e de negócios que, em geral, não são encontrados em nenhuma outra fonte ^[48-53].

A análise de documentos de patentes permite elaborar indicadores tecnológicos úteis para o planejamento e tomada de decisões em pesquisas aplicadas a novos materiais, produtos e processos ^[48-51], como indicam outros autores em áreas como materiais cerâmicos aplicados em motores ^[67], nanotecnologia (nanocelulose) ^[29], fibras naturais (sisal) ^[27] e tem de força automotivo ^[30].

Apesar da importância do carvão vegetal para a evolução mundial e brasileira rumo ao desenvolvimento sustentável, pouco tem sido publicado sobre seus avanços tecnológicos apresentados nos documentos de patentes. Diante desse fato e da incipiência de estudos no tema geral, a presente pesquisa tem como propósito mapear o desenvolvimento tecnológico em carvão vegetal, a partir da análise de documentos de patentes, e disponibilizar informações que possam ser úteis para a tomada de decisões de organizações atuantes no setor.

2 OBJETIVOS

O objetivo da presente pesquisa é mapear o desenvolvimento das tecnologias associadas ao carvão vegetal utilizando a análise de documentos de patente para elaboração de indicadores tecnológicos. Para tanto, os objetivos específicos do mapeamento tecnológico deverá contemplar os seguintes indicadores e análises:

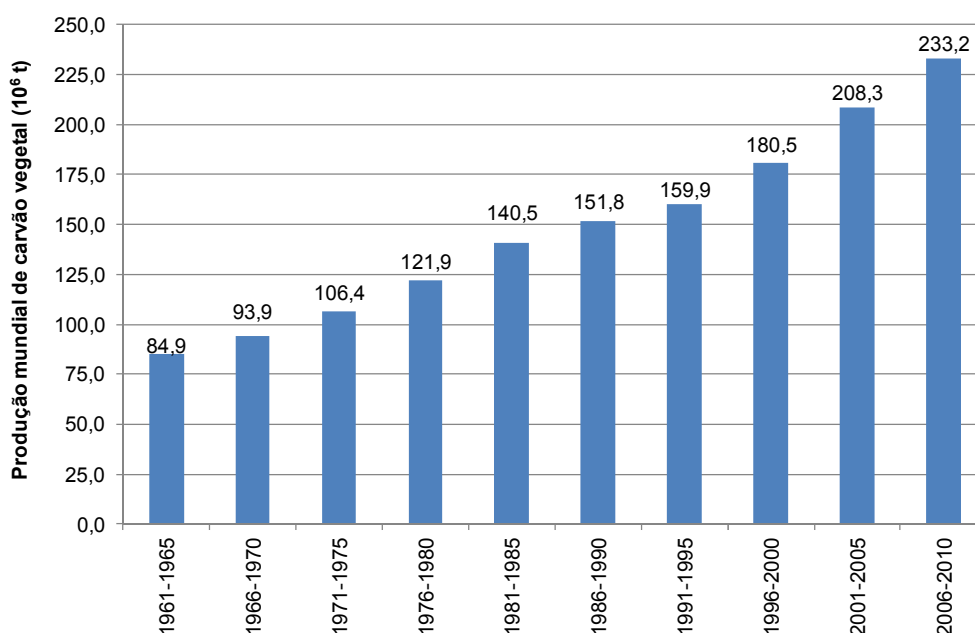
- 1) Analisar o patenteamento mundial e nacional associado ao carvão vegetal com base nas estratificações que englobam:
 - Evolução temporal em bases anuais e de um determinado período.
 - Distribuição geográfica - principais países patenteadores.
 - Principais titulares (empresas, instituições).
 - Domínios e subdomínios tecnológicos de acordo com a classificação do Observatoire des Sciences et des Techniques (classificação OST).
 - Principais assuntos tecnológicos, especialmente áreas de aplicação, com base na classificação internacional de patentes (CIP).
- 2) Analisar o patenteamento associado ao carvão vegetal para o subdomínio Materiais – Metalurgia (classificação OST).
- 3) Analisar o patenteamento em carvão vegetal relacionado a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas que produzem, processam, modificam e transformam este material.
- 4) Analisar a situação do Brasil em relação ao mundo quanto ao desenvolvimento de documentos de patentes relacionadas ao carvão vegetal.

3 O CARVÃO VEGETAL E SUA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA A PARTIR DA ANÁLISE DE PATENTES

3.1 Produção e mercado mundial do carvão vegetal

A produção e comercialização do carvão vegetal ocorrem em todo planeta. A humanidade já tem conhecimento desse material por milhares de anos e o utiliza em diversas aplicações ^[1,19,21]. Sua obtenção ocorre a partir da pirólise de materiais de origem vegetal, também conhecida como carbonização. Este processo consiste no tratamento térmico de biomassas, tais como madeira (Eucalipto, *Pinus*), bambu, coco do babaçu e resíduos agroindustriais (palha de arroz e casca de coco) ^[1-6].

O carvão vegetal é vendido na forma de briquetes, pó, bruto, aglomerado, ativado, sendo matéria-prima para diversas aplicações, desde o uso doméstico até industrial ^[6,10]. A demanda por carvão vegetal impulsionou o crescimento da sua produção ao longo do tempo, como pode ser observado na Figura 3.1 ^[7].



Fonte: Adaptado de FAO ^[7].

Figura 3.1 Crescimento da produção mundial de carvão vegetal em milhões de toneladas no período de 1961 a 2010 em intervalos de 5 anos.

No período de 1961 a 2011 houve um aumento de 187% na produção mundial e, no ano de 2011, foram produzidas 47,21 milhões de toneladas de carvão vegetal. Esse valor é aproximadamente 26% maior do que a produção de 2001, que foi de 37,44 milhões de toneladas ^[7].

A África é o continente com a maior produção de carvão vegetal, produzindo aproximadamente 28 milhões de toneladas em 2011, o que representou em torno de 59% da produção mundial desse ano. Em segundo lugar está a América, seguida pela Ásia, Europa e Oceania, como pode ser visto na Tabela 3.1 ^[7].

Tabela 3.1 Produção de carvão vegetal por continente em milhões de toneladas.

<u>CONTINENTE</u>	<u>Produção de Carvão Vegetal (10⁶ t)</u>			
<u>África</u>	10,30	15,10	20,38	27,73
<u>América</u>	9,91	7,45	9,67	10,44
<u>Ásia</u>	5,29	5,57	6,58	8,42
<u>Europa</u>	0,37	0,39	0,30	0,54
<u>Oceania</u>	0,026	0,014	0,044	0,035
<u>ANO</u>	<u>1980</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2010</u>

Fonte: Adaptado de FAO ^[7].

Entre os anos de 1980 e 1990 houve uma redução na produção de carvão vegetal do continente americano. Soares et al. ^[8] e Duboc et al. ^[9] indicaram uma diminuição na produção desse material para o mesmo período no Brasil (maior produtor da América), associando o fato ao preço mais competitivo do carvão mineral e variações na produção de ferro-gusa ^[8-9].

Em geral, carvão vegetal e carvão mineral são produtos concorrentes no setor metalúrgico. No Brasil, mais de 80% do carvão vegetal produzido destina-se à fabricação de ferro-gusa, aços e ferro-ligas ^[8-10]. Dessa forma, variações

na produção da siderurgia e nos preços do carvão mineral podem influenciar na demanda e na produção de carvão vegetal.

Entre os principais países produtores de carvão vegetal em 2011, foram destaque Brasil, Nigéria, Etiópia, Índia, Congo, China, Tanzânia e Egito, como pode ser observado na Figura 3.2. Nesse ano, a produção somada desses países totalizou cerca de 23,6 milhões de toneladas, representando aproximadamente 50% da produção mundial ^[7].

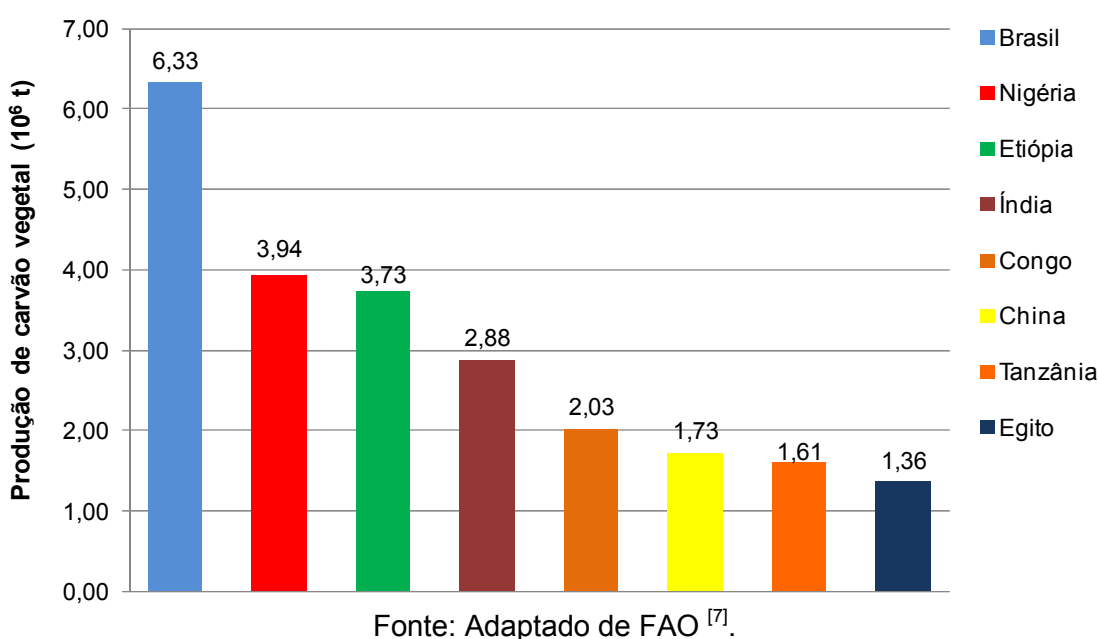
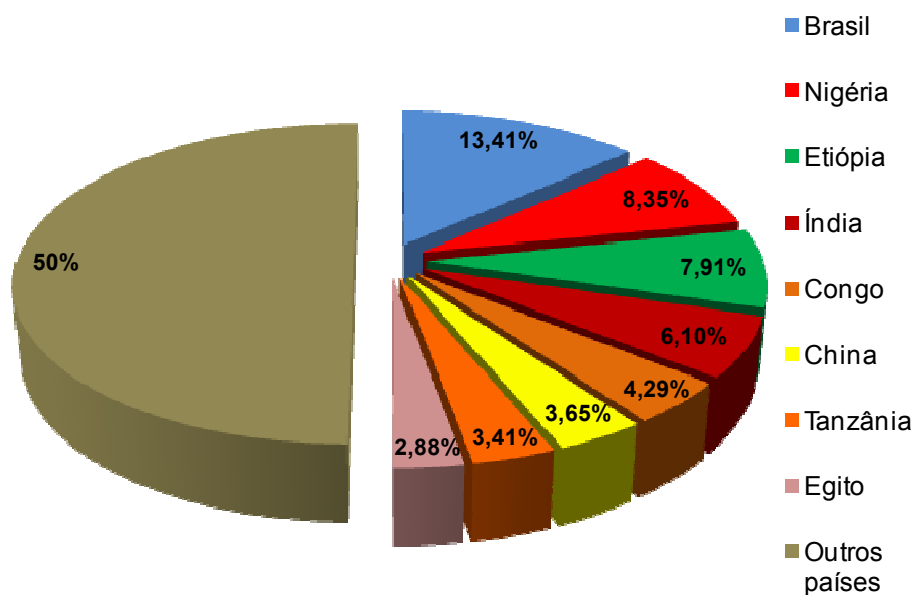


Figura 3.2 Produção de carvão vegetal em milhões de toneladas dos principais países produtores no ano de 2011.

O Brasil apresenta uma posição especial no cenário mundial do carvão vegetal, sendo o principal produtor desse material com números muito superiores aos dos outros países ^[7,9]. No ano de 2011, a produção do país foi de 6,33 milhões de toneladas. Esse valor representou 13,41% da produção mundial ^[7].

Os países africanos destacam-se entre os principais produtores de carvão vegetal. Dentre eles podem ser citados Nigéria, Etiópia e Congo com, respectivamente, 8,35%, 7,91% e 4,29% da produção mundial em 2011, como pode ser visto na Figura 3.3 ^[7].



Fonte: Adaptado de FAO [7].

Figura 3.3 Participação dos principais países produtores de carvão vegetal na produção mundial em 2011.

A comercialização do carvão vegetal gerou U\$ 1,38 bilhão de dólares em todo o mundo em 2011. Nesse ano, os 15 maiores países importadores dessa matéria-prima movimentaram US\$ 672,82 milhões de dólares. Os três principais países importadores nos últimos anos são Alemanha, China e Japão, como pode ser observado na Tabela 3.2. O volume importado em 2011 por essas nações somou, aproximadamente, 560 mil toneladas, equivalendo a uma transação de cerca de US\$ 275 milhões de dólares [11].

Tabela 3.2 Principais países importadores de carvão vegetal de 2009 a 2011.

<u>País</u>	<u>Quantidade Importada (10³ t)</u>			<u>Valor (US\$ milhões)</u>		
<u>Alemanha</u>	178,430	186,554	216,798	84,589	86,597	106,127
<u>China</u>	156,678	175,759	188,698	17,551	23,008	44,922
<u>Japão</u>	150,996	154,869	154,833	111,016	112,293	124,249
<u>ANO</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>

Fonte: Adaptado de UNSD [11].

O Brasil também está entre os grandes importadores de carvão vegetal. Há uma elevada demanda interna pela matéria-prima, especialmente pelo setor siderúrgico ^[9,10,11,19]. Em 2011, o país comprou 110,461 mil toneladas numa movimentação comercial equivalente a US\$ 12,177 milhões de dólares ^[11].

O valor pago por tonelada importada de carvão vegetal foi bem diferente por país. China e Brasil pagaram valores muito menores do que Japão e Alemanha. Esse fato provavelmente tem relação com a logística de distribuição, produção e demanda interna em cada país e com a cotação mundial e regional desse material.

Em 2011, US\$ 459,79 milhões de dólares foram exportados em carvão vegetal pelos 15 maiores países produtores. Entre os três principais países exportadores dessa matéria-prima estão Indonésia, Paraguai e Argentina, com aproximadamente 571 mil toneladas exportadas em 2011, totalizando cerca de US\$ 170 milhões de dólares, conforme os dados da Tabela 3.3 ^[11].

Tabela 3.3 Principais países exportadores de carvão vegetal de 2009 a 2011.

<u>País</u>	<u>Quantidade Exportada (10³ t)</u>			<u>Valor (US\$ milhões)</u>		
<u>Indonésia</u>	199,059	207,937	229,974	64,854	64,920	85,707
<u>Paraguai</u>	207,995	217,534	201,661	37,858	36,208	37,172
<u>Argentina</u>	194,796	172,324	139,146	53,226	44,782	46,646
<u>ANO</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>

Fonte: Adaptado de UNSD ^[11].

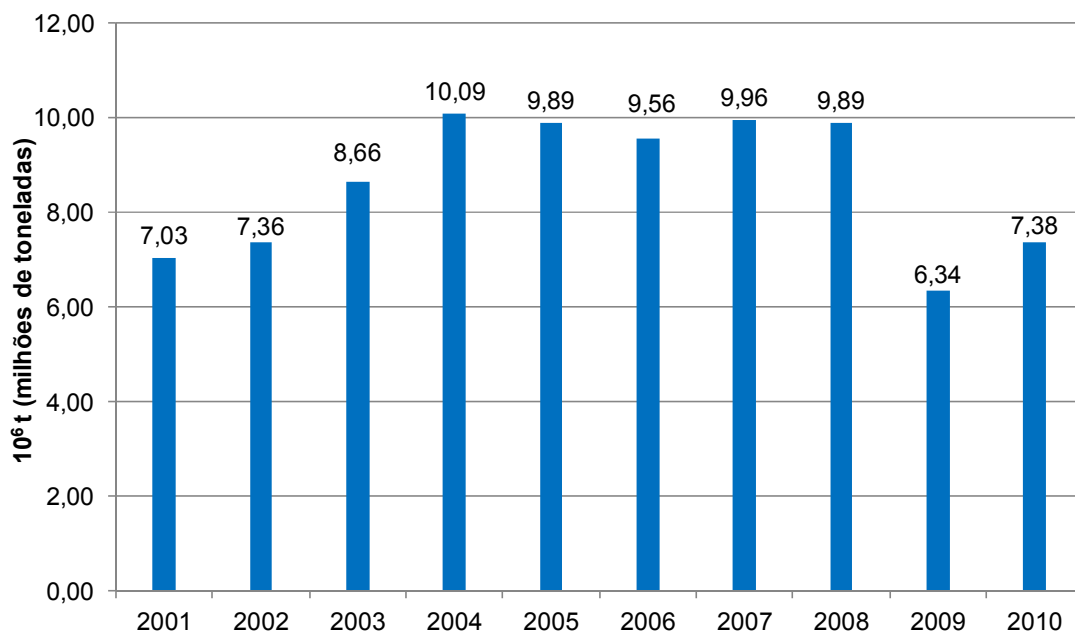
O Brasil, embora seja o maior produtor do mundo, não aparece entre os principais exportadores, pois a maior parte do carvão vegetal produzido no país é para consumo interno, principalmente pelo setor siderúrgico ^[9-11]. De 2009 a 2011, o país exportou apenas 10,24 mil toneladas, equivalendo a cerca de US\$ 4 milhões de dólares.

Assim como para as importações, o valor pago por tonelada exportada de carvão vegetal também é bem diferente por país. Provavelmente, esse

aspecto também tem relação com a logística de distribuição, produção e demanda interna em cada país e com a cotação mundial e regional desse material.

3.2 Produção e mercado do carvão vegetal no Brasil

O Brasil é o maior produtor de carvão vegetal do mundo e foi responsável por 13% da produção mundial em 2011, com cerca de 6,33 milhões de toneladas ^[7,11]. A quantidade produzida no país variou significativamente ao longo da última década, como pode ser visto na Figura 3.4 ^[10]. A variação observada ocorreu em função de fatores como o preço, a origem da madeira para produção de carvão vegetal, o consumo desse material pelo setor siderúrgico, as restrições legais, entre outros ^[8-14].



Fonte: Adaptado de MME ^[10].

Figura 3.4 Evolução da produção brasileira de carvão vegetal em milhões de toneladas de 2001 a 2010.

O carvão vegetal brasileiro é produzido a partir de material de origem de florestas nativas, por extrativismo, e de florestas plantadas, por silvicultura. Na atividade extrativista, são observadas flutuações elevadas de produção devido

à demanda industrial, preço, disponibilidade de mão de obra e atuação de órgãos de controle e de fiscalização ^[8,13].

Em 2010, a produção de carvão vegetal foi de 4,9 milhões de toneladas, das quais 69,6% foram produzidas pela silvicultura e 30,4% pela extração vegetal ^[13]. A partir da rota da silvicultura, o estado de Minas Gerais foi o maior produtor com 2,8 milhões de toneladas, o que representou 81,2% do total produzido por essa rota, como mostrado na Tabela 3.4 ^[13].

Tabela 3.4 Produção e valor do carvão vegetal da silvicultura para os principais estados e regiões produtores do Brasil em 2010.

<u>Estado/Região</u>	<u>Produção (10³ t)</u>	<u>Valor (10⁶ R\$)</u>
<u>Minas Gerais</u>	2798,7	1362,7
<u>Bahia</u>	200,0	76,7
<u>Maranhão</u>	189,4	68,7
<u>São Paulo</u>	64,0	65,2
<u>Mato Grosso do Sul</u>	54,0	18,8
<u>Espírito Santo</u>	52,0	31,2
<u>Rio Grande do Sul</u>	42,0	26,9
<u>Sudeste</u>	2918,5	1462,2
<u>Nordeste</u>	391,1	146,3
<u>Sul</u>	77,7	53,4
<u>Centro-Oeste</u>	58,2	22,4
<u>Norte</u>	2,8	1,7
<u>Brasil (total)</u>	3448,2	1686,0

Fonte: Adaptado de IBGE ^[13].

Ao contrário do carvão vegetal obtido a partir da rota da silvicultura, a produção deste material a partir da rota do extrativismo foi mais distribuída entre os estados brasileiros. O Maranhão foi o maior produtor com cerca de 336 mil toneladas, seguido por Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Bahia, Goiás e Pará, como pode ser visto na Tabela 3.5 ^[13]. A produção destes sete

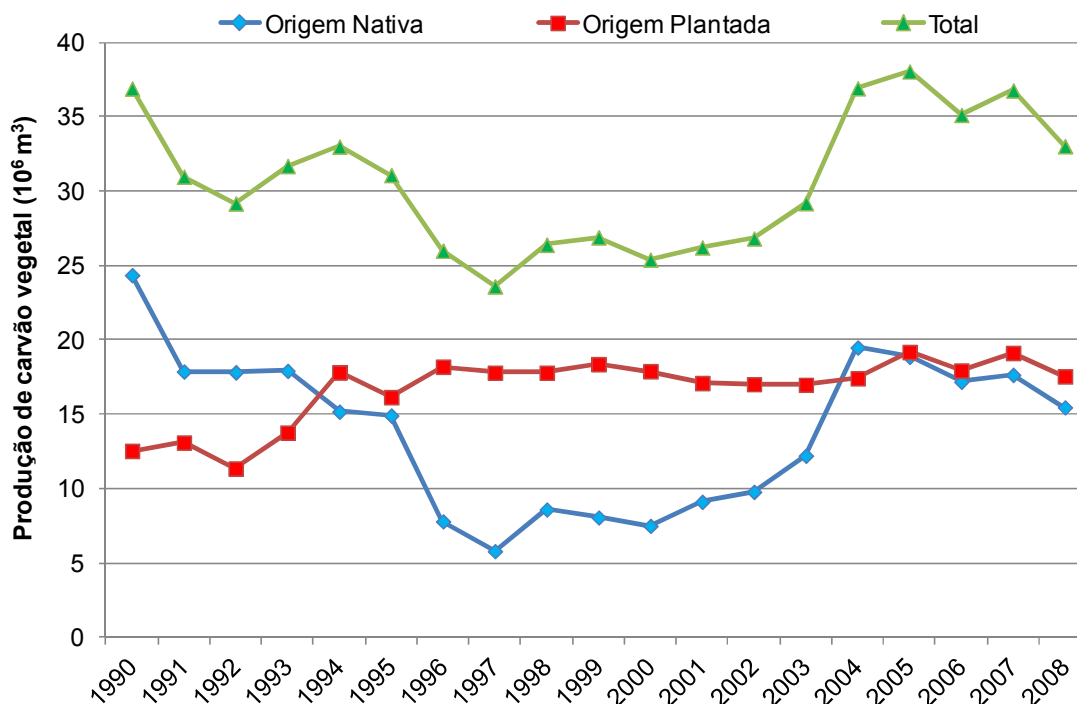
estados correspondeu a 90% do total obtido no país a partir da rota do extrativismo ^[13].

Tabela 3.5 Produção e valor do carvão vegetal do extrativismo para os principais estados e regiões produtores do Brasil em 2010.

Estado/Região	Produção (10³ t)	Valor (10⁶ R\$)
Maranhão	336,0	183,2
Mato Grosso do Sul	286,0	98,5
Minas Gerais	207,0	103,6
Piauí	181,8	62,8
Bahia	131,2	41,9
Goiás	111,1	51,1
Pará	100,7	26,9
Nordeste	673,0	298,6
Centro-Oeste	474,9	194,0
Sudeste	207,6	104,1
Norte	116,0	35,8
Sul	31,6	18,2
Brasil (total)	1503,0	650,6

Fonte: Adaptado de IBGE ^[13].

Entre os anos de 1990 e 2005, a quantidade carvão vegetal produzida, em função da origem do material vegetal (extrativismo e silvicultura), se modificou significativamente como pode ser observado na Figura 3.5, especialmente a produção de carvão vegetal com madeira de origem de florestas nativas ^[14-16].



Fonte: Adaptado de [14-16].

Figura 3.5 Evolução da produção de carvão vegetal (em milhões de metros cúbicos) segundo a origem da madeira.

De 1990 a 1997, houve uma queda acentuada na produção de carvão vegetal com material de origem de florestas nativas. Em 1997, apenas 25% do carvão vegetal brasileiro foi produzido com esse tipo de matéria-prima ^[14]. A partir do ano de 1998, a quantidade de carvão vegetal produzida com esse tipo de madeira retomou o crescimento e, em 2005, a proporção entre a produção de carvão vegetal com madeira de origem de florestas nativas e plantadas foi de aproximadamente 50%.

No futuro, a expectativa nacional é de ter 100% do carvão vegetal sendo produzido com madeira de origem plantada ou de matas naturais em regime de manejo sustentável, principalmente devido a restrições legais impostas contra o desmatamento ilegal no Brasil ^[14].

A produção nacional de carvão vegetal é, em sua maioria, destinada ao setor siderúrgico. Na última década, em média 83% do carvão vegetal brasileiro foi utilizado na fabricação de ferro-gusa, aço e ferro-ligas, como pode ser observado no gráfico da Figura 3.6 ^[9,10,11,18].

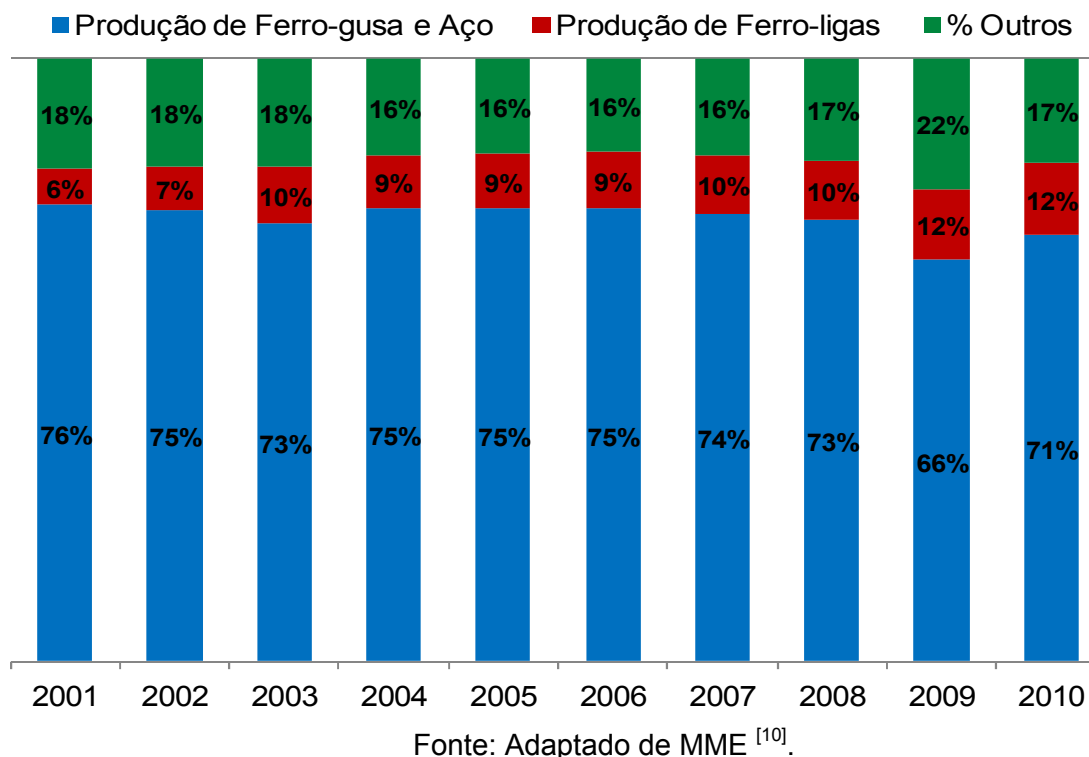


Figura 3.6 Evolução na participação do consumo de carvão vegetal por setor de 2001 a 2010.

A produção de ferro-ligas com carvão vegetal merece um destaque especial, pois essa área dobrou seu consumo nos últimos 10 anos ^[10], diferentemente das indústrias produtoras de cimento, que diminuíram significativamente seu consumo de carvão vegetal. De 2001 a 2010, a participação dessa área reduziu de 4,43% para 1,80% ^[10].

Dentre os outros setores, o residencial é o que tem a participação mais relevante no consumo do carvão vegetal produzido no país. Em 2010, 10,68% da produção nacional foi utilizada no consumo doméstico. As indústrias químicas também mostraram um elevado crescimento de utilização de carvão vegetal, embora em valores reais o consumo seja modesto. Em 2001, o setor praticamente não utilizava essa matéria prima enquanto que em 2010 o consumo foi de 31 mil toneladas ^[10]. As fontes energéticas brasileiras são bastante diversificadas e o carvão vegetal está entre as de menor expressão. Essa matéria-prima representa uma pequena percentagem do consumo final de energia brasileira, como pode ser observado na Tabela 3.6 ^[10].

Tabela 3.6 Consumo final de energia por tipo de fonte em milhares de toneladas equivalentes de petróleo (tep).

<u>Fonte</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>	<u>2006</u>	<u>2007</u>	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	
<u>Eletricidade</u>	26.626	27.884	29.430	30.955	32.267	33.536	35.443	36.830	36.365	39.187	<u>1000 tep</u>
	15,5	15,7	16,2	16,2	16,5	16,5	16,4	16,3	16,4	16,3	<u>%</u>
<u>Bagaço de cana</u>	15.676	17.495	19.355	20.273	21.147	24.208	26.745	28.695	28.837	30.991	<u>1000 tep</u>
	9,1	9,8	10,6	10,6	10,8	11,9	12,4	12,7	13	12,9	<u>%</u>
<u>Lenha</u>	13.699	14.471	15.218	15.752	16.119	16.414	16.310	16.859	16.583	17.052	<u>1000 tep</u>
	8	8,1	8,4	8,2	8,2	8,1	7,6	7,4	7,5	7,1	<u>%</u>
<u>Gás Natural</u>	7.552	9.344	10.184	11.448	12.663	13.625	14.684	15.942	14.545	16.532	<u>1000 tep</u>
	4,8	5,6	6	6,4	6,8	7,1	7,2	7,4	6,9	7,2	<u>%</u>
<u>Coque de carvão mineral</u>	6.327	6.673	6.688	6.817	6.420	6.137	6.716	6.704	5.309	6.261	<u>1000 tep</u>
	3,7	3,7	3,7	3,6	3,3	3	3,1	3	2,4	2,6	<u>%</u>
<u>Carvão Vegetal</u>	4.409	4.615	5.432	6.353	6.248	6.085	6.247	6.209	3.970	4.648	<u>1000 tep</u>
	2,6	2,6	3,0	3,3	3,2	3,0	2,9	2,7	1,8	1,9	<u>%</u>

Fonte: Adaptado de [10].

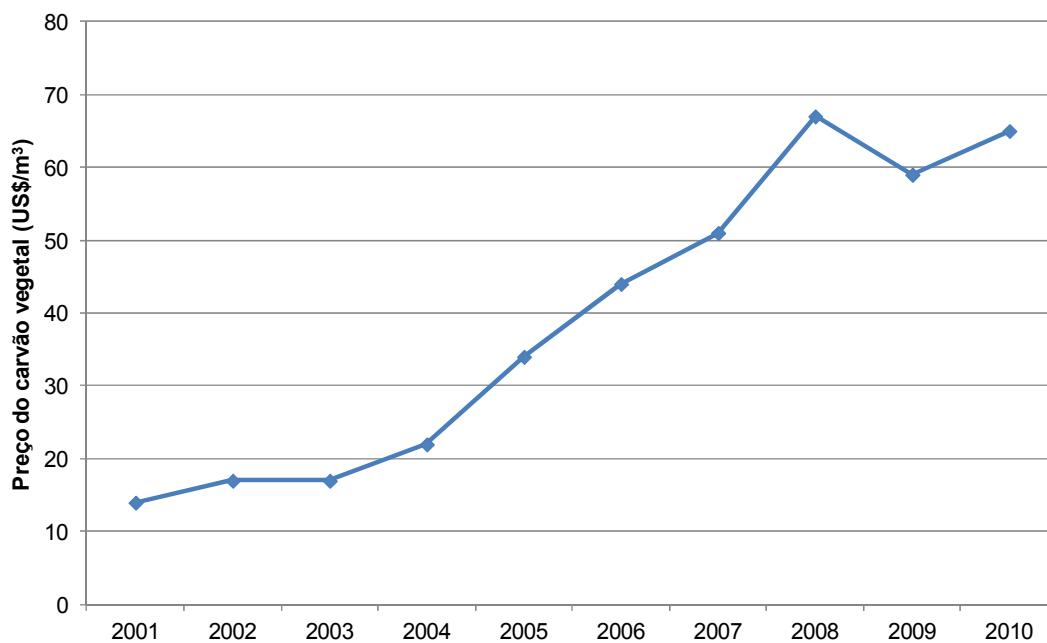
Em 2010, apenas 1,9% do consumo final de energia nacional foi de origem de carvão vegetal, enquanto que em 2004 esse valor foi de 3,3%. Isso representou uma queda de 42% na segunda metade da década de 2000. No Brasil, grande parte da lenha (madeira) produzida destina-se à produção de carvão vegetal ^[10,12]. Em 2010, 33% da lenha produzida no país foi utilizada na produção desse material e apenas 6% para indústria de papel e celulose, como pode ser visto na Tabela 3.7 ^[10].

Tabela 3.7 Produção de carvão vegetal e de papel e celulose a partir da lenha em milhares de toneladas.

<u>Fluxo</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>	<u>2006</u>	<u>2007</u>	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	
<u>Produção de lenha (total)</u>	72.407	76.274	83.758	90.927	91.676	91.922	92.317	94.413	79.385	84.101	<u>1000 t</u>
<u>Produção de carvão vegetal</u>	27.836	29.155	34.277	39.702	39.267	38.307	39.153	38.892	25.178	27.860	<u>1000 t</u>
	38%	38%	41%	44%	43%	42%	42%	41%	32%	33%	<u>%</u>
<u>Papel e Celulose</u>	3.313	3.145	3.358	3.674	3.781	4.038	4.181	4.431	4.675	4.882	<u>1000 t</u>
	5%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	5%	6%	6%	<u>%</u>

Fonte: Adaptado de MME ^[10].

A produção de carvão vegetal brasileira a partir de lenha sofreu variações significativas. Os motivos provavelmente sugerem a demanda do setor siderúrgico (ferro-gusa, aço e ferro-ligas), os preços do carvão vegetal e mineral e as restrições legais como os principais elementos de interferência [9,14,17,18]. O preço médio do metro cúbico de carvão vegetal aumentou significativamente entre os anos de 2001 e 2010, sendo, respectivamente, de US\$ 14,00 dólares e US\$ 65,00 dólares, como pode ser observado na Figura 3.7 [10].



Fonte: Adaptado de [10].

Figura 3.7 Evolução do preço médio do metro cúbico de carvão vegetal de 2001 a 2010.

O crescimento do preço do carvão vegetal na última década foi da ordem de 364%. Esse fato provavelmente tem relação com a demanda crescente desse material apresentada por vários setores, como o siderúrgico, químico e residencial [10,14,17]. Além disso, há cada vez mais pressão para essa matéria-prima ser produzida com madeira de origem plantada ou de área de manejo legal, o que naturalmente encarece o processo produtivo [12,14].

3.3 Matérias-primas para produção do carvão vegetal

A madeira, oriunda de várias espécies (Eucalipto, Pinus), é a principal e preferida fonte de matéria-prima para produção de carvão vegetal, pois gera um produto de alta qualidade e é encontrada em alta disponibilidade em relação às outras fontes ^[1,2,3,4,5,6,14]. Além da madeira, há diversos tipos de biomassa que foram testados e também são considerados como matéria-prima para produção de carvão vegetal, tais como resíduos agroindustriais (casca de coco, palha de arroz, bagaço de cana), gramíneas, coco babaçu e bambu, como pode ser observado na Tabela 3.8 ^[1,3,5,6,20,38].

Tabela 3.8 Tipos de matéria-prima (biomassa) para produção de carvão vegetal.

<u>Tipo de Biomassa</u>	<u>Matéria-prima</u>	<u>Referência</u>
<u>Madeira</u>	Bétula	[20]
	Leucena	
	Pinheiro	[1,4]
	Carvalho	
	Eucalipto	[4,10,12,13,14,15,32,35,36]
	Pau d'arco	
	Maçaranduba	
	Aroeira	[23]
	Pau Brasil	
<u>Resíduos Agroindustriais</u>	Casca de coco	
	Palha de arroz	
	Sabugo de milho	[1,3,4,20,32,35,36]
	Bagaço de cana	
<u>Outros</u>	Coco Babaçu	[5,32,34,37]
	Gramíneas	[20,32]
	Bambu	[1,32,38]

No Brasil, o carvão vegetal é produzido basicamente a partir da madeira, onde cerca de 50% é de origem plantada e 50% de matas nativas, como ilustra a Figura 3.5 [14-16]. O país investe na silvicultura de várias espécies de eucaliptos, sendo esse o principal tipo de madeira cultivada para esse fim [12-15]. Madeiras nativas da Amazônia, dos Cerrados e da Mata Atlântica, assim como o coco babaçu, também representam importantes fontes de matéria-prima para produção do carvão vegetal nacional [9,32,33,34].

3.4 Principais componentes químicos e estruturais das matérias-primas do carvão vegetal

3.4.1 Composição geral

O carvão vegetal é obtido a partir da carbonização de materiais de origem vegetal ou biomassa, tais como as madeiras lenhosas, bambu, coco babaçu e resíduos agroindustriais [1-6]. Esses materiais são constituídos, basicamente, dos elementos carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H) e nitrogênio (N) [1,20,21,22,23], como pode ser observado na Tabela 3.9 [21-23].

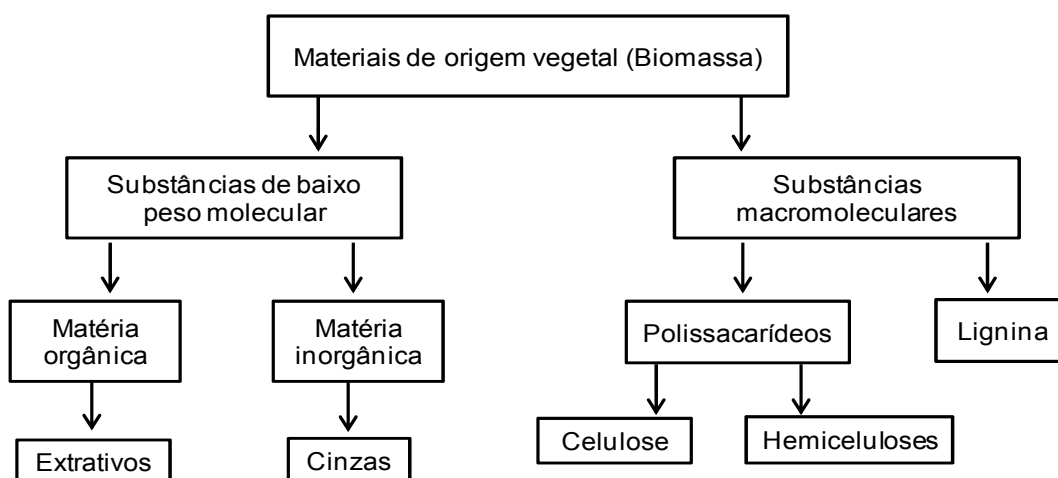
Tabela 3.9 Composição química típica da madeira em relação a sua massa seca.

<u>Elemento químico</u>	<u>Porcentagem (%)</u>
<u>Carbono (C)</u>	49 – 53
<u>Oxigênio (O)</u>	40 – 45
<u>Hidrogênio (H)</u>	6 – 6,5
<u>Nitrogênio (N)</u>	0,1 – 1

Fonte: Adaptado de [21-23].

Os materiais de origem vegetal utilizados na produção de carvão vegetal são, essencialmente, compósitos constituídos de biopolímeros. Os principais componentes químicos estruturais são carboidratos (65% - 75%) e lignina (18% - 35%). Estes carboidratos são, fundamentalmente, polímeros de celulose e de

hemiceluloses e a combinação destes dois componentes é chamada de holocelulose [20,21,24,25]. A Figura 3.8 apresenta uma síntese dos principais constituintes dos materiais vegetais ou biomassa [20,21]. A proporção, em massa, entre os principais componentes ou constituintes dos materiais vegetais varia significativamente com o tipo de biomassa. A Tabela 3.10 mostra algumas composições típicas encontradas para diferentes tipos de materiais vegetais ou biomassa [20,21,26].



Fonte: Adaptado de [20-21].

Figura 3.8 Principais componentes dos materiais de origem vegetal ou biomassa utilizada na produção de carvão vegetal.

Tabela 3.10 Composições típicas dos principais componentes de diferentes tipos de biomassa.

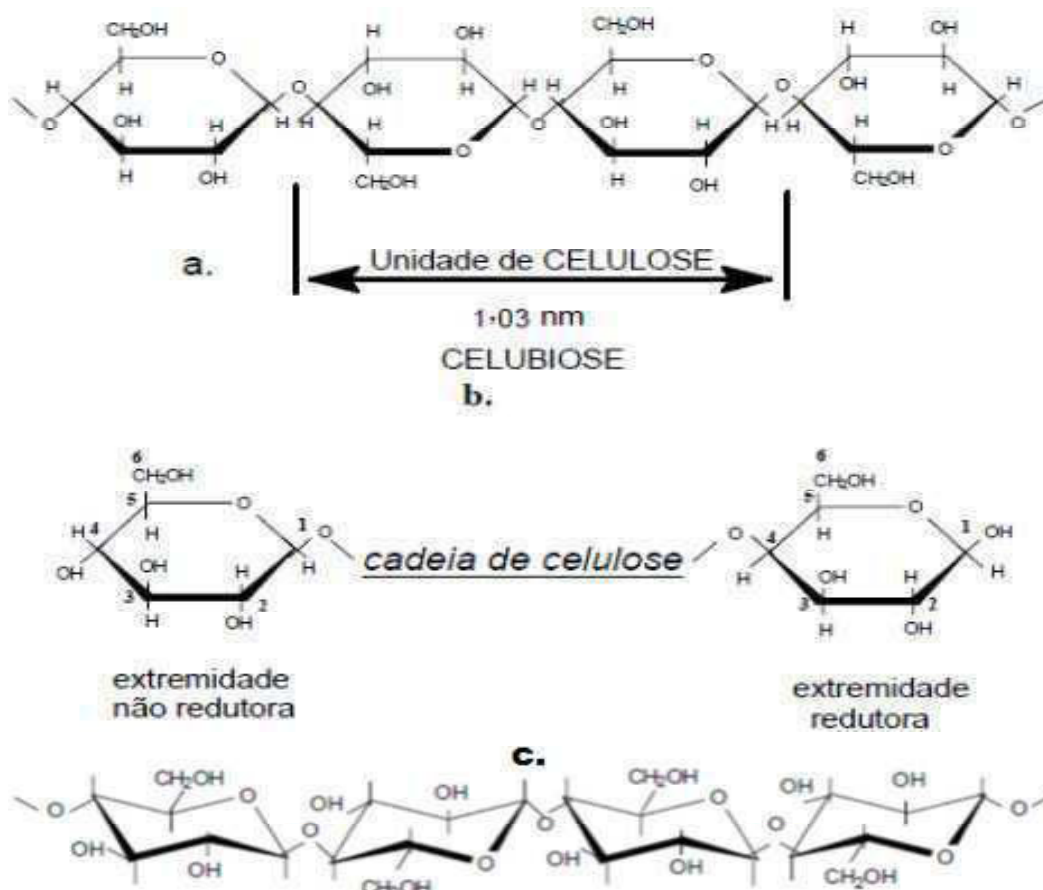
Material	Holocelulose (%)		Lignina (%)	Extrativos (%)	Cinzas (%)
	Celulose	Hemiceluloses			
Gramma	32,00	40,00	4,70	-	-
Palha de arroz	34,00	27,20	14,20	-	-
Bétula	40,00	25,70	15,70	-	-
Eucalipto		69,00	24,60	6,40	0,23
Babaçu		64,30	27,90	7,80	1,94
Macaúba		52,60	36,60	10,80	0,97

Fonte: Adaptado de [20-26].

3.4.2 Celulose

Um dos principais componentes das matérias-primas para a produção de carvão vegetal, a celulose, é o composto orgânico mais abundante da natureza. Este componente geralmente é o constituinte químico majoritário dos materiais de origem vegetal ou biomassa, representando de 40% a 50% da massa seca da maior parte das plantas [20,21,24,25].

Trata-se de um polissacarídeo que se apresenta como um polímero linear de alta massa molecular (50.000 a 2.500.000 g/mol). Sua cadeia é formada por unidades de β - (1 \rightarrow 4) - D - anidroglicopiranoose, como ilustrado na Figura 3.9 [20,21,25].

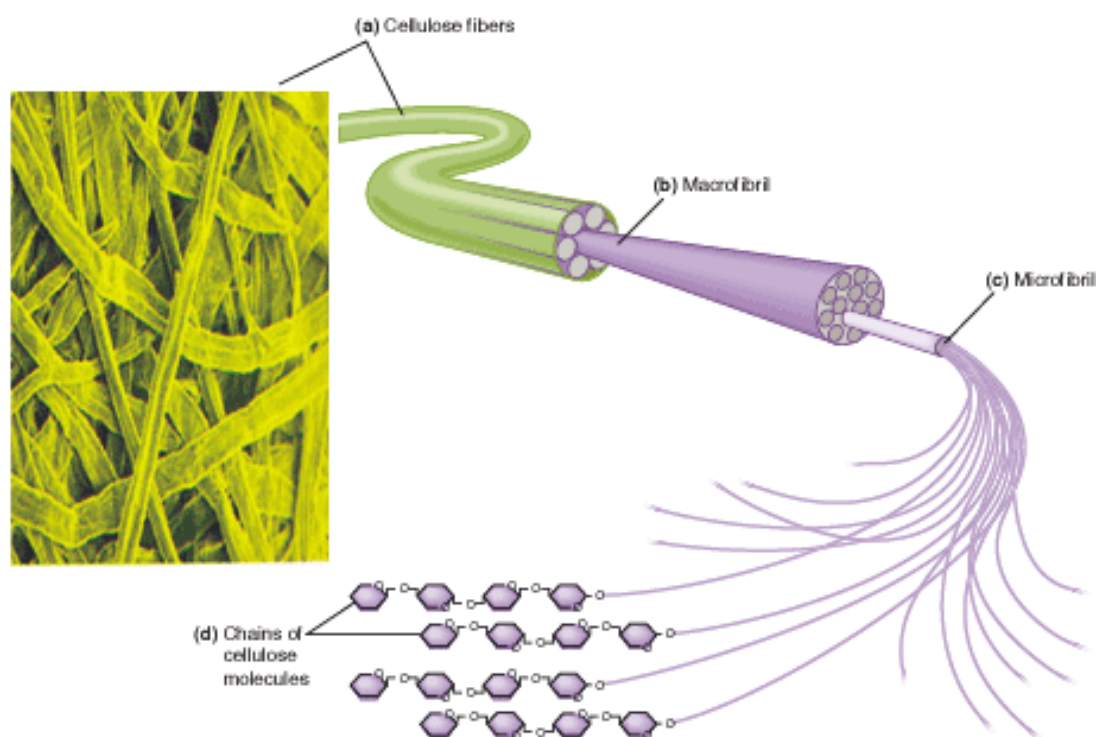


Fonte: Adaptado de [20,21,25].

Figura 3.9 Estrutura da celulose: (a) parte central da cadeia molecular, (b) grupos terminais redutores e não redutores e (c) estrutura química da celulose.

A designação D (Dextrogiro) refere-se à posição do grupo hidroxila (OH) à direita do átomo de carbono assimétrico mais distante do grupo aldeído. A forma molecular β refere-se à posição do grupo OH (ou grupo de ligação oxigênio) no carbono 1, ou seja, quando o grupo está no lado oposto da cadeia do anel hemiacetal (C1 - O - C5). A celulose pode ser hidrolisada à D-glucose, por isso o prefixo 'anidro', uma vez que a água é perdida da unidade de glucose durante sua condensação em celulose [21].

Este composto orgânico possui uma estrutura organizada, formando feixes de microfibrilas na qual regiões altamente ordenadas (parte cristalina) se alternam com regiões menos ordenadas (parte amorfa). A parte cristalina da celulose é mais resistente à termodegradação do que a parte amorfa, portanto tem contribuição importante no rendimento gravimétrico do carvão vegetal. As microfibrilas formam as fibrilas e estas dão origem às fibras celulósicas, como ilustrado na Figura 3.10. Essa estrutura fibrosa se caracteriza por uma alta resistência a tração e a flexão, além de insolubilidade em vários tipos solventes [21,27].



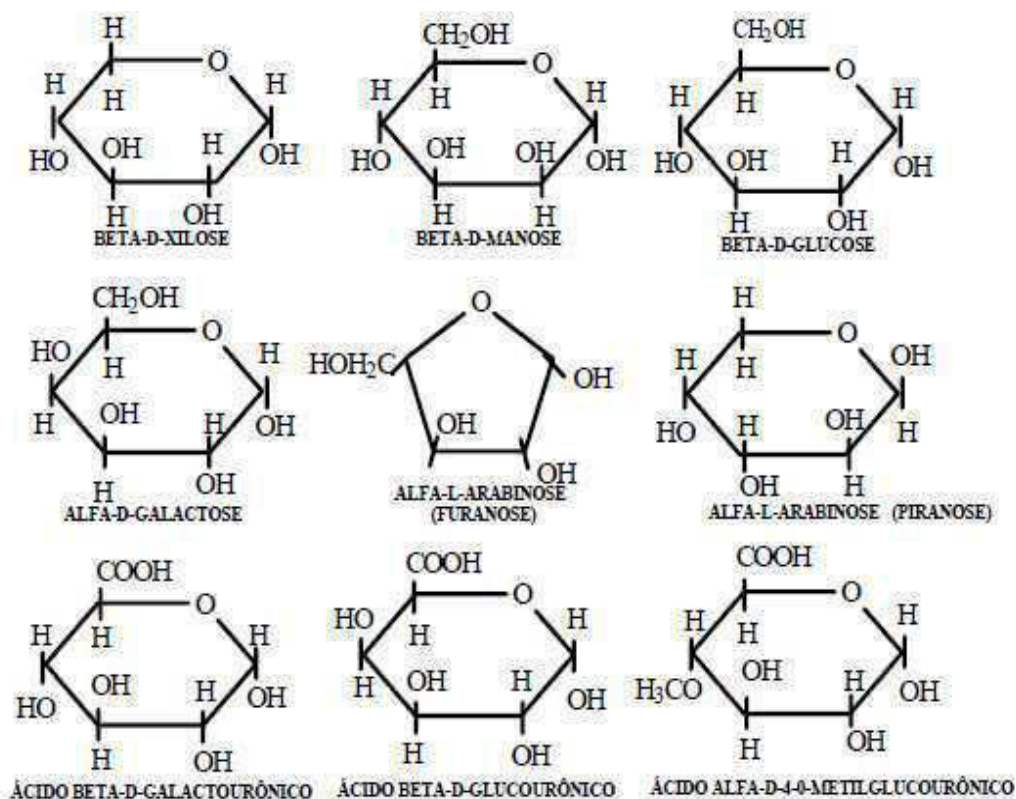
Fonte: Adaptado de [27].

Figura 3.10 Esquema simplificado das microfibrilas, fibrilas e fibras celulósicas.

3.4.3 Hemiceluloses (polioses)

Outros componentes majoritários das matérias-primas para produção de carvão vegetal são as hemiceluloses, também denominadas de polioses, que são uma mistura de polímeros de polissacarídeos de baixa massa molecular (de 25.000 a 35.000 g/mol). Geralmente representam de 25% a 35% da massa seca dos materiais de origem vegetal e estão intimamente relacionados com a celulose e são importantes componentes estruturais das plantas [20,21,24,25,27].

As polioses, diferentemente da celulose (D-glucose), são formados por várias unidades de açúcares diferentes, tais como xilose, manose, glucose, arabinose, galactose, ácido galactourônico, ácido glucourônico e ácido metil glucourônico, como pode ser observado na Figura 3.11 [20,21,24,25]. As hemiceluloses são hidrofílicas, solúveis em álcalis e facilmente hidrolisadas em ácidos [27].

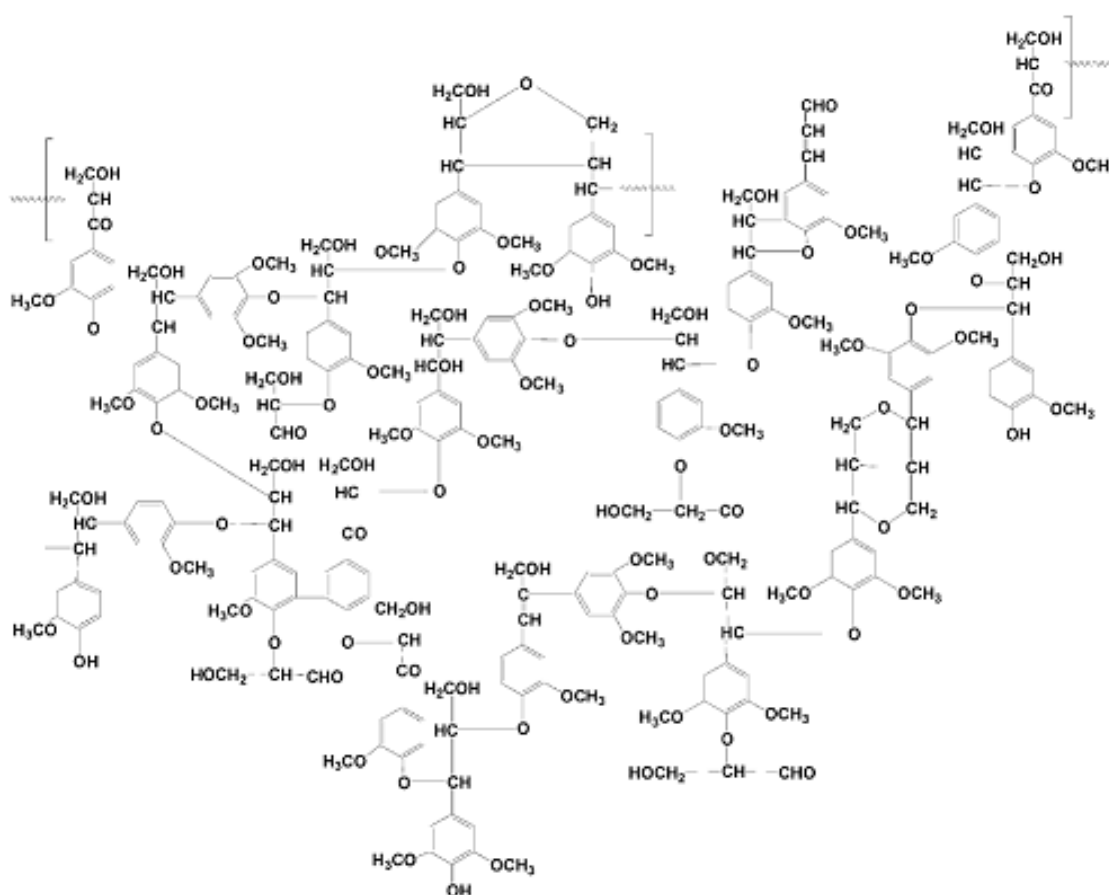


Fonte: Adaptado de [21].

Figura 3.11 Fórmulas do açúcares componentes das hemiceluloses.

3.4.4 Lignina

O mais importante componente das matérias-primas usadas na produção de carvão vegetal é a lignina, que deriva do termo do latim *lignum* que significa madeira [21,25]. Este constituinte é um polímero que possui uma estrutura tridimensional bastante complexa e de alta massa molecular, como pode ser observado na Figura 3.12 [20,21,24,27].



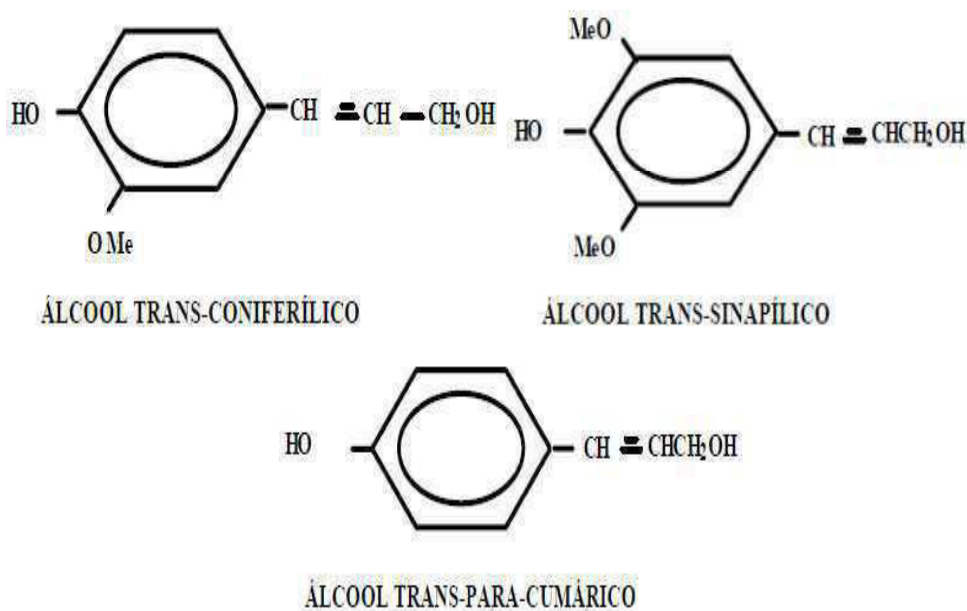
Fonte: Adaptado de [20,21,27].

Figura 3.12 Estrutura da molécula de lignina.

Este componente ou constituinte químico consiste de unidades de fenilpropano unidas por ligações C-O-C e C-C e com diferentes teores de grupos alcóolicos e metoxílicos, dependendo do tipo de material vegetal. A lignina representa, em geral, de 15% a 35% da massa seca dos materiais de origem vegetal e é o constituinte químico responsável por aumentar a rigidez da

parede celular (matriz termofixa), ligando e aglomerando as fibras celulósicas e as células das plantas. A lignina também é responsável pela redução da permeabilidade da parede celular (insolúvel na maioria dos solventes) e protege contra ação de microrganismos (fungos) ^[20,21,24,25,27].

A molécula de lignina tem sua origem a partir da polimerização dehidrogenativa dos precursores primários álcool trans-coniferílico, álcool trans-sinapílico e álcool para-trans-cumárico, cujas estruturas estão ilustradas na Figura 3.13 ^[20-21].



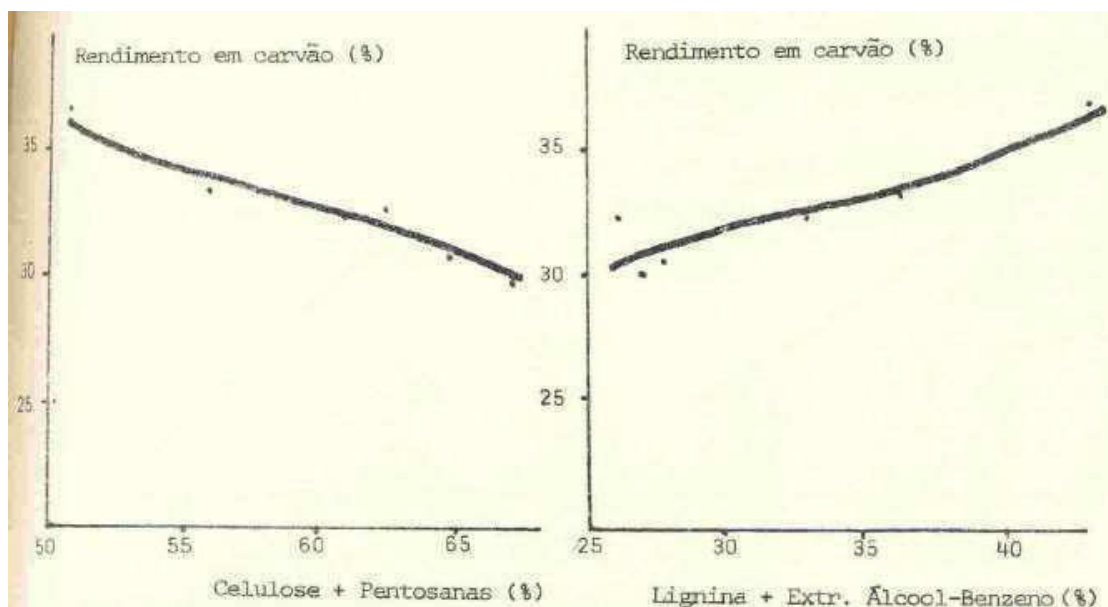
Fonte: Adaptado de [20-21].

Figura 3.13 Estrutura dos precursores primários da lignina.

Dentre os principais componentes químicos das plantas, a lignina é o constituinte mais importante para a produção de carvão vegetal. A pirólise desse componente químico produz bem mais resíduo sólido carbonáceo ou carvão vegetal do que a pirólise dos outros constituintes (celulose e hemiceluloses) ^[20,23,28].

O rendimento gravimétrico do processo de carbonização (produção do resíduo carbonífero) está diretamente relacionado com o conteúdo de lignina do material, como ilustrado no gráfico da Figura 3.14 ^[20,23,28]. Isso se deve à

sua maior resistência a decomposição térmica que ocorre na faixa de temperatura de 280°C a 500°C [1,20].



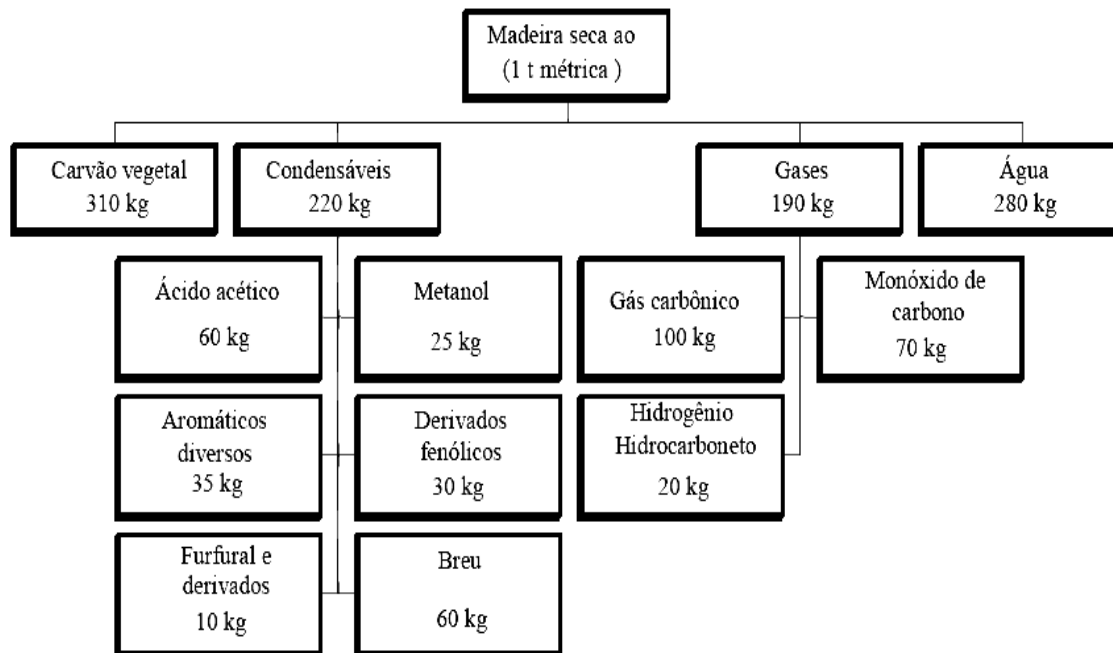
Fonte: Adaptado de [23].

Figura 3.14 Rendimento em carvão vegetal em função do teor de lignina e outros componentes das plantas.

3.5 Processos de produção do carvão vegetal

O processo de produção de carvão vegetal, conhecido como pirólise ou carbonização, é tratamento térmico de destilação com atmosfera controlada para haver ausência de oxigênio, que libera a maior parte dos componentes voláteis dos materiais de origem vegetal e leva a formação de um resíduo sólido com alto teor de carbono (C) [1,3,4,9,31,36].

Esse resíduo sólido é o carvão vegetal, que é resultante de uma elevação da concentração de carbono que ocorre devido à eliminação da maior parte do hidrogênio (H) e oxigênio (O) do material [31]. Entretanto, durante a retirada do oxigênio acaba-se perdendo parte do carbono na forma dos gases CO e CO₂ [35]. A Figura 3.15 ilustra os principais produtos da carbonização de uma tonelada métrica de madeira seca ao ar (12-15% umidade).



Fonte: Adaptado de [31].

Figura 3.15 Principais produtos do processo de carbonização da madeira.

Durante a conversão da biomassa para carvão vegetal ocorre uma série de outros fenômenos além da concentração de carbono, dependendo da temperatura que se alcança durante a conversão. De um modo geral é observado diminuição de volume e escurecimento do material, abertura e fechamento de poros, fissuração e variação da densidade ^[31].

Enquanto o material vegetal ou biomassa é aquecido, ocorrem diversas reações complexas envolvendo os constituintes e componentes estruturais. Durante a pirólise, as hemiceluloses são os componentes menos estáveis à degradação térmica, a qual se inicia em torno de 250°C, estando quase completa a 325°C. Este componente produz mais gases não combustíveis e mais alcatrão do que a celulose. A maior parte do ácido acético produzido durante a pirólise é atribuída às hemiceluloses ^[1,31,35].

A celulose se decompõe a temperaturas compreendidas entre 260°C e 350°C, sendo responsável pela produção da maior parte dos voláteis inflamáveis. Os produtos formados na pirólise inicial da celulose sofrem uma pirólise secundária. Um deles, a levoglucosana, decompõe-se, em

temperaturas acima de 270°C, em água, formaldeído, ácido acético e fenóis [1,35].

A lignina contribui, predominantemente, para a formação de um resíduo sólido rico em carbono. Em virtude da sua estrutura altamente complexa, o mecanismo de reação de degradação térmica é pouco conhecido. A degradação da lignina pode ocorrer por fragmentação termolítica e por desidratação. Entre 150°C e 300°C ocorre a quebra das ligações éter e, em torno de 300°C, das ligações alifáticas e aromáticas. Neste ponto, as cadeias alifáticas destacam-se das cadeias aromáticas e, finalmente, rompem-se as ligações carbono-carbono às temperaturas compreendidas entre 370°C e 400°C [1,31,35].

Embora a degradação da lignina se inicie em temperaturas mais baixas do que as observadas no caso da holocelulose, o processo ocorre de uma forma mais lenta e, por isso, tal constituinte é o principal responsável pela formação do carvão residual, representando cerca de 50% da sua própria massa inicial, a uma temperatura final de 450°C [35].

O processo de carbonização é um fenômeno que acontece por fases, caracterizadas por regiões bem distintas, como sumarizadas na Tabela 3.11 [31]. A faixa típica de carbonização de biomassa varia de 350°C até 500°C e gera um carvão vegetal com, normalmente, um teor de 85% de carbono fixo [1,4,31].

A primeira fase (fase I) inicia-se quando a temperatura do ambiente atinge valores em torno de 150°C. Neste ponto observa-se a presença de ácido fórmico, ácido acético, ácido glicoxal, gases efluentes constituídos de vapor d'água e traços de dióxido de carbono. Nesta fase ocorre, principalmente, a secagem do material vegetal, pois a temperatura ainda é baixa. A umidade do material faz com que parte da energia calorífica aplicada seja utilizada na sua própria secagem. Por outro lado, a água aumenta a condutibilidade térmica do material, aumentando, conseqüentemente, o fluxo de calor [1,3,31,35].

De 200°C até 280°C ocorre a segunda fase (fase II). Nela são produzidos gases semelhantes aos da fase I, havendo apenas uma moderação na quantidade de vapor d'água despreendido e a liberação de monóxido de

carbono. As reações químicas até aqui descritas são de natureza endotérmica e os gases produzidos não são combustíveis [1,3,31,35].

Tabela 3.11 Fases do fenômeno de conversão de biomassa em carvão vegetal.

Fase	Temperatura	Fenômenos e produtos
-	Até 110°C	- secagem ou eliminação de vapor d'água
I	Até 200°C	- poucas reações importantes - perda de umidade - o material vegetal passa para cor marrom arroxeada - fase endotérmica
II	200°C até 270°C-280°C	- aumento de reações e eliminação de gases - fase endotérmica
III	280°C até 350°C-380°C	- importante fase de reações e grande eliminação de gases - composição de gases: centenas de componentes químicos orgânicos (alguns recuperáveis). Ex: ácido acético, metanol, acetona, fenóis, aldeídos, hidrocarbonetos, alcatrões, etc - o resíduo final dessa fase já é o carvão vegetal que ainda apresenta compostos volatilizáveis em sua estrutura - fase exotérmica
IV	380°C até 500°C	- redução na formação de gases - o carvão vegetal elimina os gases voláteis contendo H e O da sua estrutura. O material aumenta o teor de C em sua estrutura (carbono não volatilizável ou carbono fixo) - fase exotérmica
V	Acima de 500°C	- degradação do carvão vegetal - término da carbonização e início da gaseificação do carvão - fase exotérmica

Fonte: Adaptado de [1,3,4,31,35,36]

Na segunda fase ocorre a quebra das hemiceluloses, a despolimerização da celulose nas regiões amorfas e a ruptura da lignina em blocos complexos. Ao mesmo tempo, o material sofre pequenas contrações e, dependendo da velocidade das reações de carbonização, surgem pequenas

rachaduras em sua estrutura em consequência da rápida expansão dos gases liberados. É nessa fase que o material começa a perder a sua aparência e estruturas originais, tornando-se cada vez mais enegrecida com o aumento da temperatura [1,3,31,35].

Quando a temperatura ultrapassa 280°C e até cerca de 380°C ocorre a terceira fase (fase III). As reações são exotérmicas e a decomposição térmica da biomassa pode se manter apenas com a energia liberada da quebra das ligações das unidades básicas de celulose, hemiceluloses e lignina. A degradação térmica nesta faixa gera monóxido de carbono, metano, formaldeído, ácido fórmico, ácido acético, metanol e hidrogênio, diluídos com os produtos da pirólise das fases I e II [1,3,31,35].

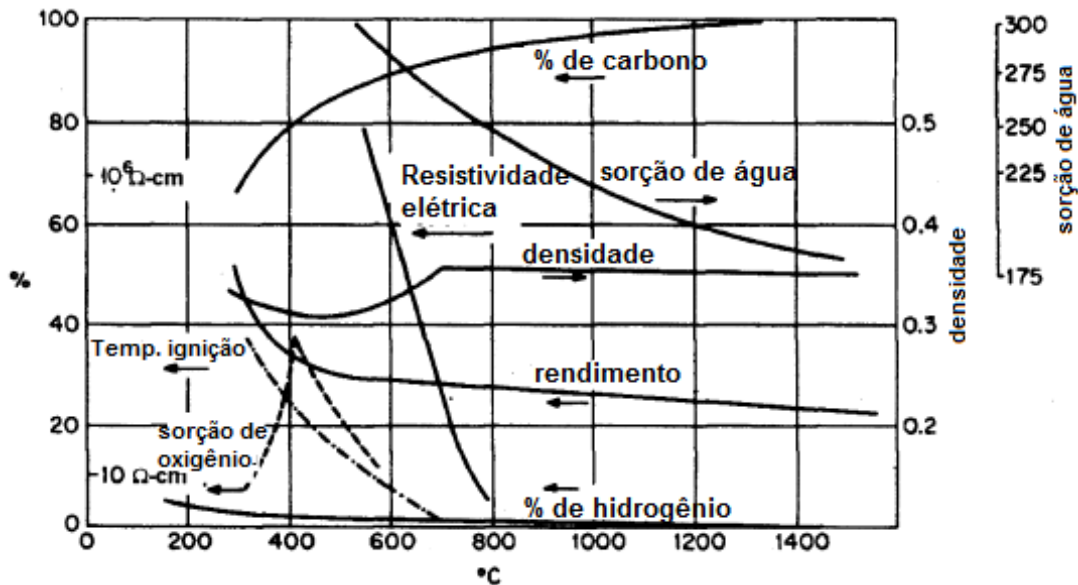
Nesta fase, também são gerados alcatrões que, nestas condições, são altamente inflamáveis. Os alcatrões, gerados na terceira fase, constituídos por produtos líquidos com alto ponto de ebulição, são levados para fora do corpo sólido pelos gases e vapores da pirólise. A massa sólida de alto teor de carbono, resultante da pirólise, na fase III, é o que se denomina carvão vegetal [1,3,31,35].

Os produtos volatilizados durante a carbonização podem sofrer uma nova pirólise (pirólise secundária) e reagem entre si, antes de deixarem o sistema. Esta reação secundária pode ser catalisada pelo carvão gerado, que apresenta, devido às condições em que foi formando, uma elevada atividade catalítica. Estas reações podem ser detectadas por meio de bruscos aumentos na temperatura. As temperaturas nas quais ocorrem as reações exotérmicas ainda não estão bem definidas, pois podem variar com a velocidade de carbonização, como tipo de biomassa, geometria do material a ser carbonizado e outros fatores [1,31,35].

A quarta fase ocorre a partir de 350°C – 380°C e, a não ser que mais calor externo seja provido, o processo para e a temperatura fica na faixa entre 400°C e 500°C. Nesta fase ocorre, basicamente, eliminação dos gases voláteis contendo H e O e a fixação ou aumento do teor de carbono na estrutura do carvão vegetal [1,3,4,31,35].

3.6 Propriedades do carvão vegetal

Diversas propriedades químicas e físicas do carvão vegetal estão ligadas a parâmetros do processo de pirólise, principalmente a temperatura de carbonização, como mostra o gráfico da Figura 3.16 [1].



Fonte: Adaptado de [1].

Figura 3.16 Efeito da temperatura nas propriedades do carvão vegetal.

Com a elevação da temperatura de carbonização há aumento no teor de carbono fixo do carvão vegetal e do poder calorífico, e, como pode ser observado na Tabela 3.12, há também a redução no rendimento gravimétrico da pirólise e da porcentagem de matéria volátil [1,3,4,31].

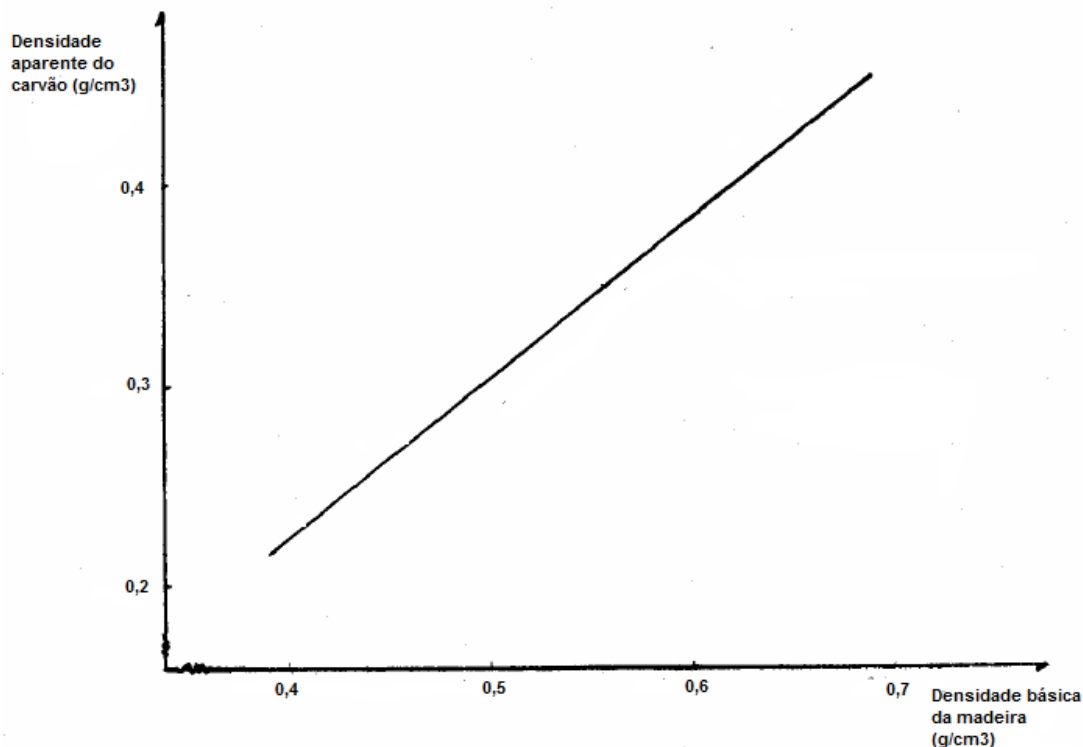
As propriedades da matéria-prima são muito importantes para a produção de carvão vegetal. Dentre as várias características dos materiais de origem vegetal, destacam-se a densidade e teor de lignina da biomassa utilizada, pois estas influenciam significativamente nas propriedades do carvão vegetal [23,39,40].

Tabela 3.12 Características do carvão vegetal produzido com diferentes temperaturas de carbonização.

<u>Temperatura carbonização</u>	<u>300°C</u>	<u>500°C</u>	<u>700°C</u>
<u>Carbono fixo (%)</u>	68	86	92
<u>Matéria volátil (%)</u>	31	13	7
<u>Rendimento em carvão vegetal (%)</u>	42	33	30

Fonte: Adaptado de [3,4].

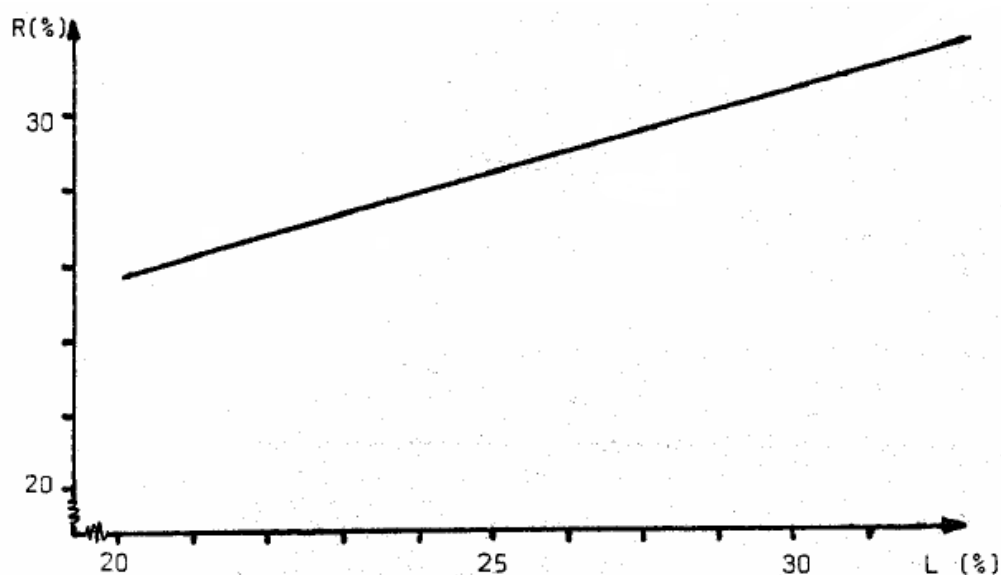
Considera-se que matérias-primas mais densas, especialmente as madeiras, tendem a gerar um carvão vegetal mais denso, como pode ser visto na Figura 3.17 [40]. A densidade da matéria-prima também influencia no rendimento gravimétrico de carbonização, isto é, materiais mais densos normalmente apresentam um maior rendimento gravimétrico [39-40].



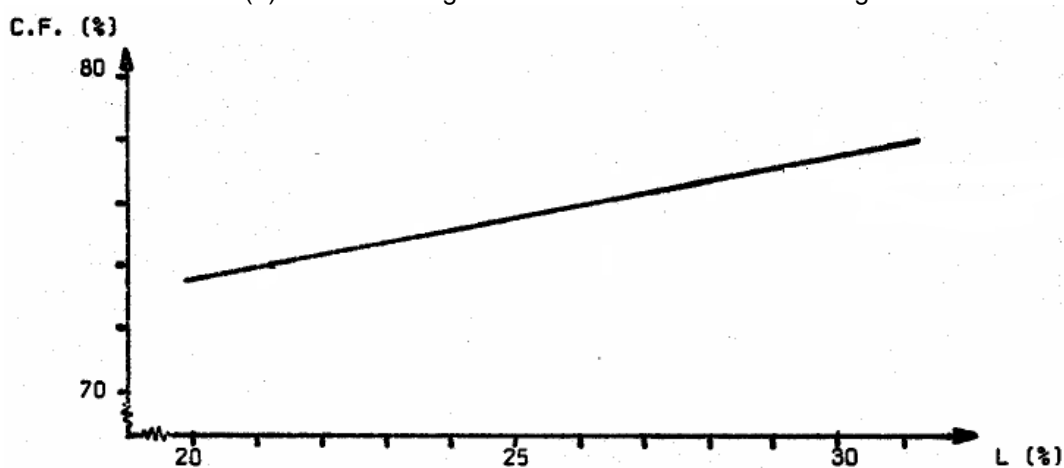
Fonte: Adaptado de [40].

Figura 3.17 Densidade aparente do carvão vegetal em função da densidade básica da madeira.

As madeiras e outros tipos de biomassas que possuem maiores teores de lignina produzem carvão vegetal com maior densidade, maior poder calorífero e maior resistência [38-39]. Este componente também influencia diretamente no rendimento gravimétrico de carbonização e no teor de carbono fixo do carvão vegetal como ilustram as Figuras 3.14 e 3.18 [23,39]. Isso se deve ao fato de a lignina ser mais resistente à decomposição térmica, quando comparada à celulose e às hemiceluloses, em função, sobretudo, da sua estrutura físico-química extremamente complexa [35].



(a) Rendimento gravimétrico em carvão X teor de lignina



(b) Teor de carbono fixo X teor de lignina

Fonte: Adaptado de [39].

Figura 3.18 Rendimento gravimétrico e teor de carbono fixo do carvão vegetal em função do teor de lignina.

3.7 Tecnologias de produção do carvão vegetal

Existem diversas tecnologias de produção de carvão vegetal, cujas diferenças estão na origem do calor para o processo de carbonização e na realização ou não do reaproveitamento dos subprodutos da pirólise ^[1,3,4,9,31]. A fonte de calor pode ser interna ou externa e é bastante usual classificar os sistemas de produção de carvão vegetal em ^[1,4,6,31].

- Sistemas com fonte interna de calor ou por combustão parcial: o calor é fornecido mediante a combustão de parte da carga destinada para carbonização. Neste caso, cerca de 10 a 20% do peso da carga de madeira é “sacrificada” mediante combustão total, gerando o calor necessário ao processo ^[1,4,6,31].
- Sistemas com fonte externa de calor: o calor é fornecido a partir de uma fonte externa, ou seja, o calor é introduzido na carga pela queima externa de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos. Neste caso não há a queima de uma parte da carga para a geração de calor necessário ao processo. Toda a madeira é teoricamente convertida em carvão vegetal, o que resulta num maior rendimento do processo ^[1,4,6,31].

Os sistemas com fonte interna de calor caracterizam-se por serem predominantemente artesanais e são os mais amplamente difundidos em países do terceiro mundo. O princípio básico de tais processos é a colocação da carga de biomassa no interior de um invólucro denominado de forno (geralmente construídos em argila ou alvenaria ou chapa metálica) e queima controlada de parte do material vegetal. A queima é realizada mediante a admissão controlada de ar no interior da carga. Os gases resultantes normalmente são removidos através de uma ou varias chaminés. Os rendimentos gravimétricos desses processos para a obtenção de um bom carvão, em geral, não ultrapassam 40% ^[1,4,6,9,31].

Há várias possibilidades construtivas para fornos com sistemas de combustão parcial, tradicionais e de larga utilização tais como o forno de terra, forno de encosta, forno “Rabo Quente” e o forno colmeia ou de superfície, como pode ser observado na Figura 3.19 ^[1,4,31].

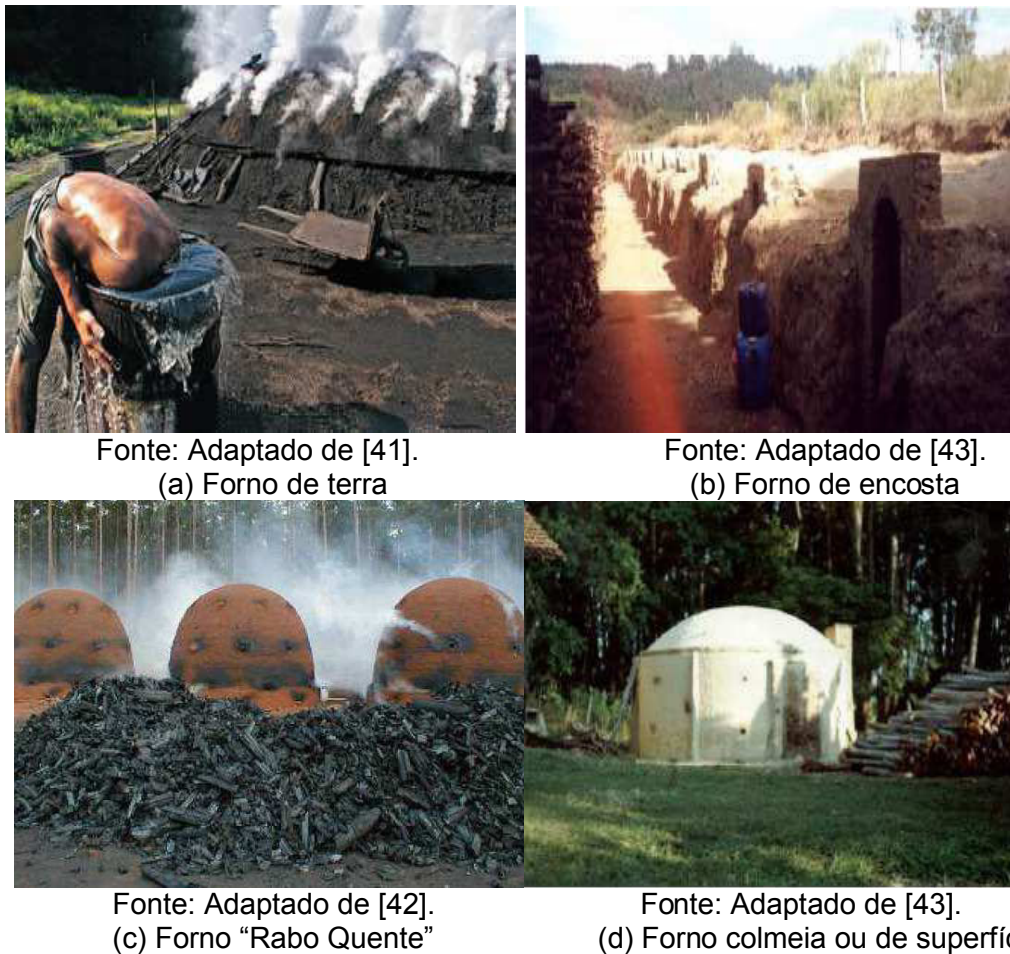
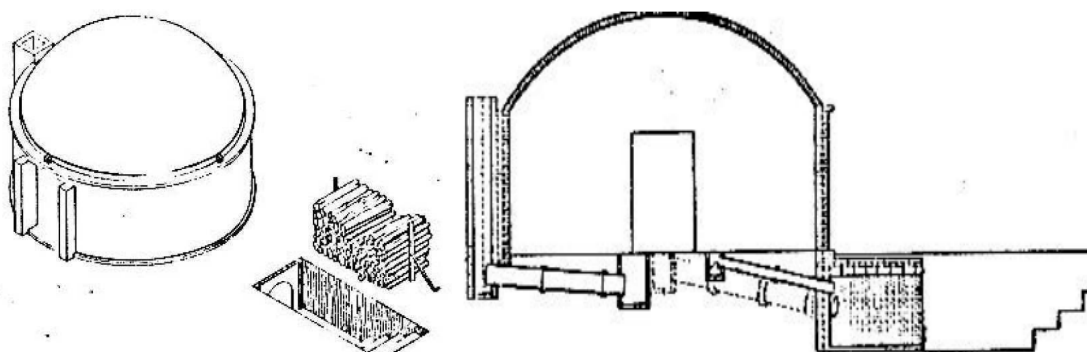


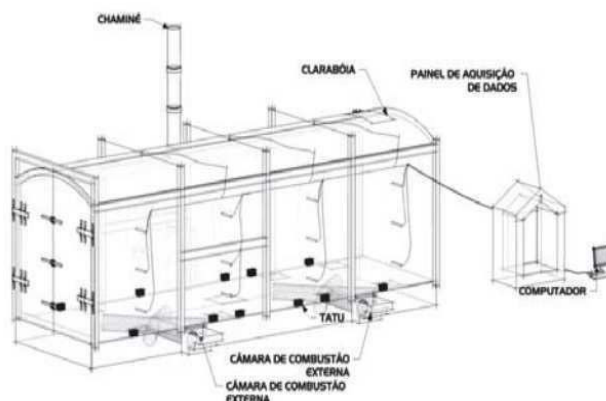
Figura 3.19 Fornos típicos de produção de carvão vegetal com fonte de calor interno ou combustão parcial.

Os fornos com sistemas de fonte externa de calor são bem mais elaborados e neles o calor é admitido na carga por intermédio de gases quentes gerados em uma fornalha externa mediante a queima de materiais vegetais não aproveitáveis na transformação em carvão vegetal. Durante a carbonização, o consumo da matéria-prima é muito menor do que o observado no processo com fonte interna de calor, devido a economia obtida com essa queima de materiais vegetais na fornalha ^[1,4,31].

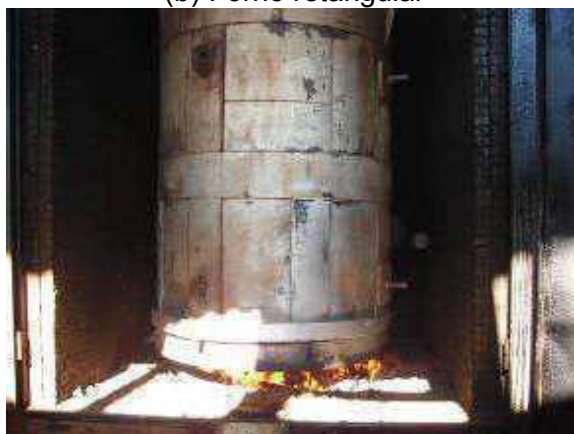
Exemplos de fornos que utilizam essa tecnologia são conhecidos como fornos do tipo colmeia com câmara externa, na qual ocorre a queima do material que aquece a biomassa utilizada para produzir o carvão vegetal, fornos metálicos cilíndricos, fornos retangulares, entre outros, como pode ser visto na Figura 3.20 ^[31,42,43].



Fonte: Adaptado de [31,43].
(a) Forno colmeia com câmara externa



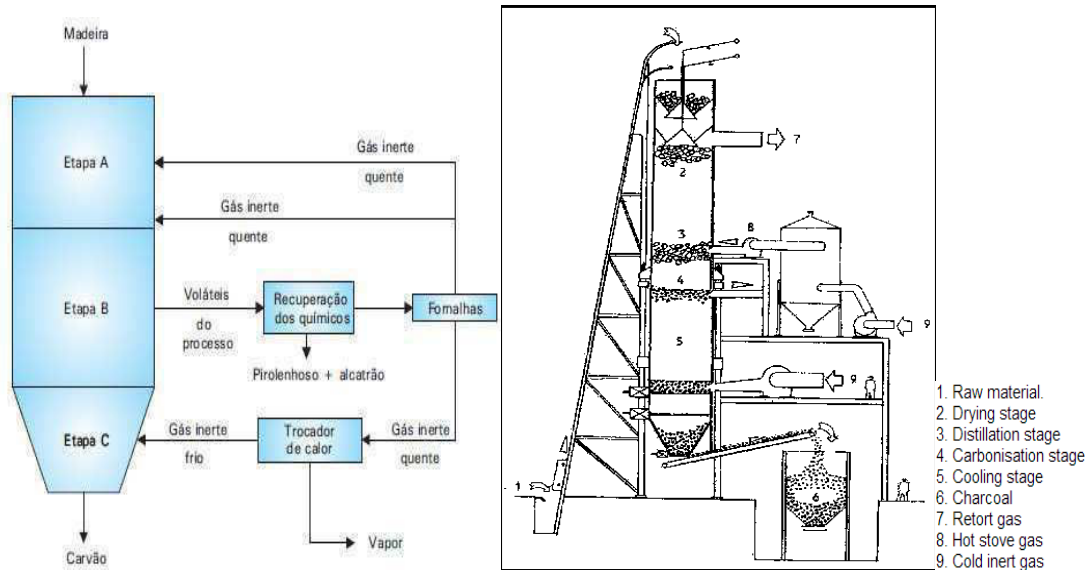
Fonte: Adaptado de [44,68].
(b) Forno retangular



Fonte: Adaptado de [42].
(c) Forno metálico cilíndrico

Figura 3.20 Fornos com fonte de calor externa.

Há ainda os sistemas de retortas, que são um dos mais elaborados sistemas entre os que utilizam fonte externa de calor, como pode ser visto na Figura 3.21 ^[9]. Em geral, estes equipamentos utilizam a combustão externa de gases recuperados do próprio processo para a geração de calor, melhorando assim a eficiência de conversão ^[31].



Fonte: Adaptado de [1,9].
 (a) Esquemas do sistema de retorta



Fonte: Adaptado de [69].
 (b) Retorta contínua V&M (c) Retorta Contínua Acesita

Figura 3.21 Sistemas de retorta com fonte externa de calor para produção de carvão vegetal.

As concepções de retortas são projetadas para serem construídas verticalmente ou horizontalmente, em material metálico e com dimensões que permitem grandes produções num único equipamento. Além disso, pode-se obter carvão de melhor e mais homogênea qualidade em função das condições mais ideais de controle de processo [1,4,31].

A produtividade das retortas, de acordo com os diferentes modelos e dimensões, podem apresentar valores que vão de 10 até 70 kg de carvão

vegetal por metro cúbico de biomassa por hora. Há exemplos de retortas que, individualmente, podem chegar a produzir por ano o equivalente a 350 fornos de alvenaria do tipo colmeia, com capacidade para 35 m³ de madeira [31].

Na maioria das retortas, além da recuperação e queima de gases do próprio processo para a geração de calor, também são obtidos gases inertes, que são utilizados no resfriamento do carvão produzido. Em muitos equipamentos, também são obtidos produtos químicos contidos nos gases recuperados [31].

Qualitativamente, a gama de produtos que podem ser obtidos desses gases é muito diversificada. Na prática os compostos químicos são recuperados na massa de dois produtos líquidos básicos condensáveis, o alcatrão e o licor pirolenhoso. Industrialmente, há referências de sistemas de retortas onde, para cada tonelada de madeira, são obtidos [31]:

- 308 kg de Carvão Vegetal;
- 100 kg de Alcatrão;
- 65 kg de Ácido Acético;
- 25 kg de Metano.

3.8 Aplicações do carvão vegetal

A principal aplicação do carvão vegetal é como agente termorredutor nos processos de produção de ligas metálicas, especialmente na produção de ferro-gusa e aço [1,3,4,9,45]. A queima do carvão vegetal fornece calor para aquecer o sistema, permitindo a desoxidação do ferro através das reações entre os óxidos ferrosos contidos no minério e o carbono fornecido pelo carvão vegetal [5,17,28,35]. Em 2010, 83% da produção brasileira de carvão vegetal foi destinada ao setor siderúrgico na produção de ferro-gusa, aço e ferro-ligas, como foi mostrado na Figura 3.6 [10]. O país tem grande parcela da sua produção de ferro-gusa baseada na utilização desse material [17].

As propriedades do carvão vegetal são diversificadas propiciando uma ampla gama de aplicações em diversos setores tais como metalúrgico,

siderúrgico, químico, farmacêutico, agropecuário, entre outros [6,32]. Dessa forma, o carvão vegetal é matéria-prima para, por exemplo [1,6,20,31,32]:

- Fonte de energia e agente redutor de para produção de ferro-gusa, aço, ligas de ferro, cobre, alumínio, níquel, cobalto, molibdênio, magnésio, etc.
- Catalizador em processos químicos.
- Gaseificação para produção de gás combustível renovável.
- Combustão em fornos e caldeiras para gerar energia ou participar em outros processos industriais como produção de cimento, cal e gesso.
- Carvão ativado com alta porosidade e superfície específica para despoluição de gases tóxicos e purificação da água por adsorção de toxinas.
- Fins medicinais e farmacêuticos, como por exemplo, na fitoterapia, pois adsorve gases causadores de flatulência intestinal.
- Secagem de grãos e de folhas (erva-mate e fumo) na agricultura.
- Auxiliador na compostagem para enriquecer o composto em teor de ácidos húmicos;
- Fertilizante e substrato agrícola para fixação de umidade e nutrientes.
- Cura de tabaco e defumação de peixes e carnes.
- Carvão ativado para produção de eletrodos no setor eletroeletrônico.
- Componentes e produtos elétricos no setor eletroeletrônico.
- Produção de resinas trocadoras de íons.
- Tratamento de superfícies e aplicações na área de ótica.

3.9 Carvão vegetal e sustentabilidade

O desenvolvimento sustentável é um dos temas mais discutidos em todo o mundo. Eventos que reúnem os líderes mundiais, como a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20) ocorrida no mês de Junho de 2012 no Rio de Janeiro, demonstram a importância do assunto e a crescente preocupação das nações com o tema [36,63].

Há uma atenção especial com o efeito das emissões de gases de efeito estufa (GEE) [36,63]. Neste cenário, a utilização de carvão vegetal tem sido apresentada em vários estudos como uma importante alternativa de fonte de

energia e de matéria-prima, pois apresenta caráter renovável quando é produzido a partir de biomassa plantada (silvicultura) ou de áreas de nativas com reposição florestal (áreas de manejo) ^[20,64,65,66]. A utilização de carvão vegetal pode contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável, pois este material possui um ciclo de carbono muito curto desde a produção até a aplicação do material, variando de 5 a 10 anos, comparáveis aos 100 milhões de anos do carvão fóssil ^[65]. Somado a isso, há possibilidade de exaustão de fontes não renováveis e aumento das pressões de governos e da sociedade pelo maior aproveitamento do carvão vegetal como fonte energética e de matéria-prima em médio e longo prazo ^[64,66].

Diversos setores utilizam carvão vegetal na sua cadeia produtiva. A aplicação desse material pelas empresas é considerada uma forma de reduzir o impacto ambiental causado por elas, tendo em vista o caráter sustentável do carvão vegetal quando produzido a partir de fontes renováveis ^[65-66]. Dentre os setores produtivos que mais causam impacto ao meio ambiente, o siderúrgico tem um destaque especial. O setor é responsável por 70% das emissões de GEE gerados na produção de metais primários, que contribui com 5% das emissões de GEE no mundo ^[65]. Com isso, indústrias produtoras de ferro-gusa e aço, que já são os principais consumidores de carvão vegetal, apresentam um grande potencial para intensificar a utilização dessa matéria-prima e minimizar seus impactos ambientais ^[64-65].

Dentre as principais oportunidades de intensificação da aplicação do carvão vegetal no setor siderúrgico, destacam-se ^[64]:

- Substituição do coque, assumindo o papel de redutor e combustível no alto forno.
- Substituição do carvão mineral e gás natural, assumindo o papel de combustível do alto forno.
- Substituição do coque, assumindo papel de combustível nos processos de sinterização e peletização.

No entanto, acredita-se que a substituição total do coque e do carvão mineral pelo carvão vegetal não é possível, especialmente em altos fornos de grande capacidade, em função da menor resistência mecânica do carvão

vegetal. Dessa forma, estima-se uma substituição parcial de 20% ^[64]. Ainda assim, o potencial de redução de emissões de gases do efeito estufa pela substituição do carvão mineral pelo carvão vegetal é substancial ^[64]. Estudos indicam que o uso do carvão vegetal em rotas de fusão direta apresenta o maior potencial de substituição, seguido pela rota integrada ^[64]. O principal aspecto negativo é a diferença de preço entre as duas fontes, onde o carvão vegetal pode chegar a valores de US\$ 386 por tonelada e o carvão mineral a US\$ 90 por tonelada ^[64].

3.10 Prospecção tecnológica a partir de documentos de patentes

3.10.1 Importância da prospecção tecnológica

A globalização é um fenômeno que se intensificou nas últimas duas décadas e promoveu o aumento significativo da interação e competição entre os países e seus povos, entre os setores produtivos, entre as instituições tecnológicas e científicas e, praticamente entre todas as áreas da sociedade ^[47]. Nesse contexto, a prospecção tecnológica é uma ferramenta importante para o entendimento e acompanhamento do desenvolvimento tecnológico de um determinado setor ^[48-51]. Segundo Rocco ^[30], prospecção tecnológica pode ser compreendida como a criação de visão do futuro ^[30], que de acordo com Martino ^[49], abrange três possibilidades de visão: **Extrapolativa**, visão do que vai acontecer; **Exploratória**, visão do que pode acontecer; e **Normativa**, visão do que deve acontecer ^[30,49].

O propósito é compreender o nível de desenvolvimento dos processos produtivos, produtos, matérias-primas e tecnologias de uma área tecnológica, a fim de gerar uma ideia das perspectivas de tendências e inovações futuras ^[30,48,49,50,51]. Informações dessa natureza constituem-se um diferencial importante na tomadas de decisões que podem influenciar, substancialmente, o futuro da política de pesquisa e desenvolvimento tecnológico ^[48-51]. A prospecção tecnológica pode oferecer uma análise de inteligência competitiva que, tipicamente, atinge os seguintes objetivos ^[49]:

- Fornecer aviso antecipado de desenvolvimentos técnicos externos ou movimentos de empresas concorrentes que representam ameaças ou oportunidades potenciais de negócios.
- Avaliar novos produtos e processos ou perspectivas de colaboração criadas por atividades externas de ciência e tecnologia (C&T), em tempo de permitir respostas apropriadas.
- Antecipar e oferecer entendimento das mudanças ou tendências relacionadas com C&T no ambiente competitivo como uma preparação para o desenvolvimento do planejamento e estratégia organizacional.

Com a aplicação de técnicas de prospecção tecnológica, inúmeras decisões dentro de uma organização são facilitadas e guiadas mais adequadamente, tais como ^[50]:

- Maximizar os ganhos de eventos externos ou que são resultados de ações tomadas pela própria empresa.
- Minimizar perdas associadas com eventos externos não controlados pela organização.
- Compensar ações tomadas pelos competidores.
- Antecipar demandas de produção ou por novos produtos.
- Adequar o planejamento de investimentos.
- Assegurar um corpo de funcionários devidamente adequados para o setor.
- Desenvolver planos administrativos e políticas internas.

Existem várias técnicas de prospecção tecnológica, assim como vários tipos de fontes de informações nas quais essas técnicas podem ser aplicadas ^[48-51]. Uma delas é a análise de documentos de patentes que utiliza os dados contidos nesses documentos para desenvolver indicadores tecnológicos, que são importantes instrumentos de valor intangível para entendimento e análise do desenvolvimento de Ciência e Tecnologia C&T ^[49].

3.10.2 Conteúdo dos documentos de patentes

Patente é um documento de propriedade intelectual concedido por um governo nacional para uma invenção ^[48-49]. Este certificado assegura ao

patenteador o direito de excluir outros de produzir, usarem ou venderem as reivindicações da invenção por um período de até 20 anos ^[51]. A maioria dos governos nacionais concedem patentes que têm efeito apenas no território nacional ^[49].

O processo de patenteamento funciona, basicamente, da seguinte forma ^[48].

1 - Um indivíduo ou uma organização (empresa, instituição) determina quais invenções de interesse comercial precisam de proteção. Junto com um advogado especialista em patentes, pedidos de patentes são solicitados em um ou mais escritórios de patentes.

2 - O pedido de patente solicita certas reivindicações que refletem a utilidade (escopo) da invenção. Um examinador de patente faz uma revisão do estado da arte das solicitações para determinar se a invenção é nova (pelo menos dentro da jurisdição do escritório de patente) e se as reivindicações são válidas dentro do estado da arte das solicitações.

3 - Se aprovada, a patente é emitida. Em troca por revelar a ideia e como implementá-la, proteção legal é assegurada por um período de até 20 anos.

O processo de patenteamento dá origem a uma variedade de documentos que contém informações detalhadas sobre as invenções e sobre quem está solicitando o pedido de patente. Esses documentos podem ser usados para inteligência competitiva. Documentos de patentes (que são as patentes emitidas ou solicitações de patentes publicadas) contém a descrição detalhada da invenção, as reivindicações oficiais, informações do inventor (indivíduo, empresa, instituição), assim como outras informações ^[49]. Uma patente típica, como mostra a Figura 3.22, contém uma página frontal com os dados bibliográficos que podem incluir ^[49]:

- Título e resumo da invenção.
- Nome do inventor e do patenteador da invenção.
- Endereço do inventor e do patenteador da invenção.
- Data da solicitação do pedido e emissão da patente.
- Numero da solicitação do pedido e da patente.



US005186741A

United States Patent [19]

[11] Patent Number: 5,186,741

Kotraba et al.

[45] Date of Patent: Feb. 16, 1993

[54] DIRECT REDUCTION PROCESS IN A ROTARY HEARTH FURNACE

[75] Inventors: Norman L. Kotraba, Tega Cay, S.C.;
Carl A. Holley, Riverview, Mich.

[73] Assignee: Zia Patent Company, Dallas, Tex.

[21] Appl. No.: 684,622

[22] Filed: Apr. 12, 1991

[51] Int. Cl.⁵ C21B 11/08[52] U.S. Cl. 75/484; 75/656;
75/668; 75/695; 75/961[58] Field of Search 75/961, 484, 485, 656,
75/668, 695

[56] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

3,836,353	9/1974	Holley	75/961
4,251,267	2/1981	Beggs et al.	75/304
4,701,214	10/1987	Kaneko et al.	266/160

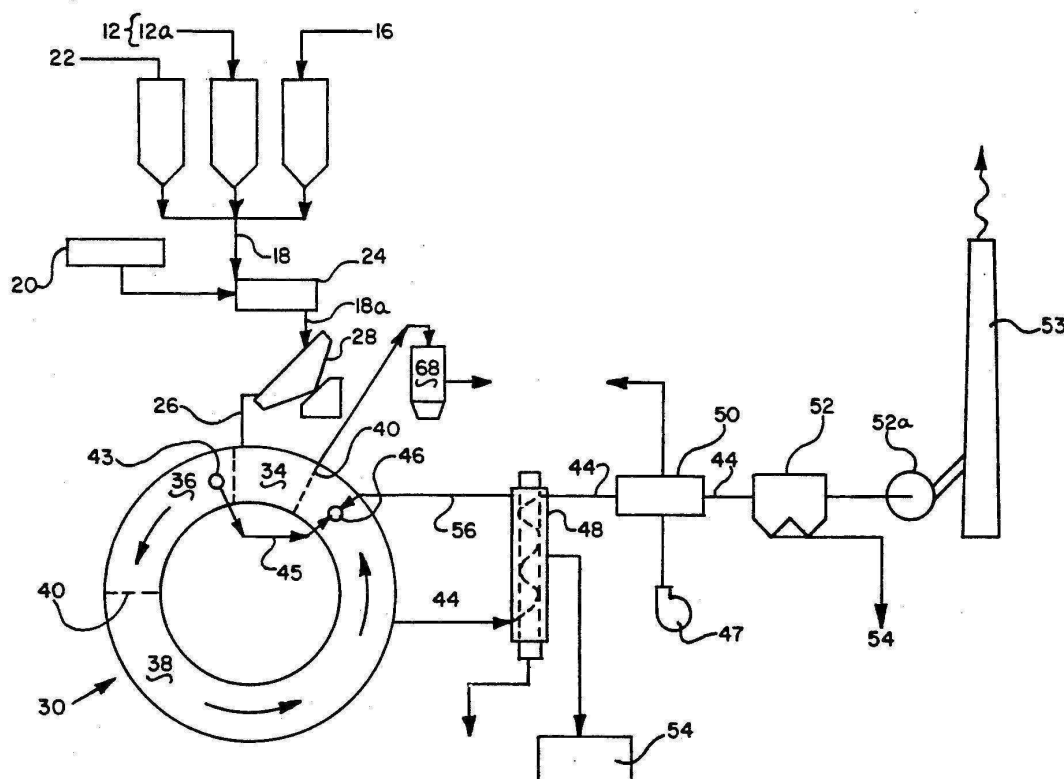
Primary Examiner—Melvyn J. Andrews

Attorney, Agent, or Firm—Ralph H. Dougherty

[57] ABSTRACT

The invented pellet reclamation process includes forming green pellets of a mixture of steel furnace dust, a carbonaceous material such as coal, charcoal, lignite, petroleum coke, or coke, and an organic binder. The green pellets are fed over a layer of burnt pellets on a rotary hearth furnace which successively conveys the pellets first through a drying and coking zone in which the pellets are dried and any volatile matter driven out of the carbonaceous material. The pellets then travel through a reduction zone where the pellets are subjected to a higher temperature at which the contained iron oxide is reduced and remains within the pellets and the zinc, lead and cadmium oxides are reduced, volatilized, re-oxidized and carried off as oxides in the waste gases. The reduced pellets (DRI) are ultimately carried into a discharge zone where they are discharged from the rotary hearth furnace. An apparatus for performing the process is also disclosed.

16 Claims, 4 Drawing Sheets



Fonte: Adaptado de [52].

Figura 3.22 Exemplo de página frontal de patente relacionada a carvão vegetal.

Existem diversas bases de dados para recuperação de documentos de patentes. Um exemplo é a Derwent Innovations Index que, provavelmente, é a maior base de dados de patentes no mundo ^[48-53]. Nessas bases é possível buscar e recuperar as informações contidas nos documentos de patentes.

Essas informações podem ser utilizadas, basicamente, de duas formas. A mais comum é como uma ferramenta de alerta. Muitas firmas circulam resumos de patentes para os pesquisadores e outros funcionários da área técnica para garantir que eles se mantenham atualizados nos desenvolvimentos de suas áreas, mediante a análise dos conteúdos dos resumos, e, se necessário, do documento integral. A segunda maneira envolve análise estatística de um grande número de documentos a fim de descobrir padrões e tendências que podem ter significado para o gerenciamento tecnológico e estratégico da organização ^[49].

3.10.3 Análise de documentos de patentes para prospecção tecnológica

O gerenciamento tecnológico efetivo requer, cada vez mais, inteligência competitiva mediante a análise de documentos de patentes. Pedidos de patentes estão em crescimento e se tornaram internacionais. O licenciamento de patentes também se tornou uma importante fonte de renda. O gerenciamento de patentes impacta nos interesses legais, técnicos e comerciais de uma empresa, sendo hoje um dos pontos centrais de um negócio, especialmente numa economia e sociedade baseada no conhecimento e inovação ^[48].

A análise de documento de patentes propicia informações relevantes, por exemplo, para mostrar a evolução do patenteamento em um determinado tema, quais são os principais países patenteadores, quais são as empresas que possuem controle do conhecimento de certa tecnologia, qual o nível de atividade tecnológica em um campo ou setor científico, quem são os principais inventores (indivíduos ou organizações), quais as tendências de patenteamento e qual o potencial econômico de certa tecnologia ^[49].

Há diferentes níveis de análises, por exemplo, micro e macro. A primeira busca um exame detalhado de um assunto específico e, em geral, envolve um pequeno número de documentos. A segunda busca um estudo mais amplo e, em geral, envolve uma elevada quantidade de patentes, o que demanda a utilização de programas computacionais específicos para tratamento de informações, análises bibliométricas e de conteúdo, como por exemplo, o software Vantage Point[®] [29,30,48].

Com a análise macro é possível obter informações relevantes sobre toda a cadeia de uma tecnologia, para finalidades como [48]:

- Estado da arte: encontrar informações tecnológicas para tomada de decisões legais;
- “Patenteabilidade”: verificar se as reivindicações de um potencial pedido de patente são novidades;
- Direito de uso: verificar se há possibilidade de uso das reivindicações de uma patente em um determinado país ou região;
- Validade: verificar a possibilidade de invalidar uma patente, pois não há novidade na invenção;
- Gerenciamento de P&D: determinar o potencial dos resultados de projetos;
- Inteligência tecnológica: identificar novas aplicações e avaliar meios de comercialização da nova tecnologia;
- Inteligência competitiva: identificar os principais concorrentes e quais suas principais áreas de patenteamento;
- Análise do mercado internacional: identificar se há concentração de famílias de patentes por concorrentes ou países;

A utilização de documentos de patentes como fonte de informação para prospecção tecnológica é certamente uma ferramenta diferencial no mundo moderno e globalizado. O sucesso de um negócio depende da habilidade de adaptação e renovação das empresas atuantes que devem não só buscar desenvolver novas tecnologias, mas também se manterem atentas sobre o que é feito pelos concorrentes e quais são as tendências tecnológicas e de mercado [48-51].

4 MATERIAIS E MÉTODOS

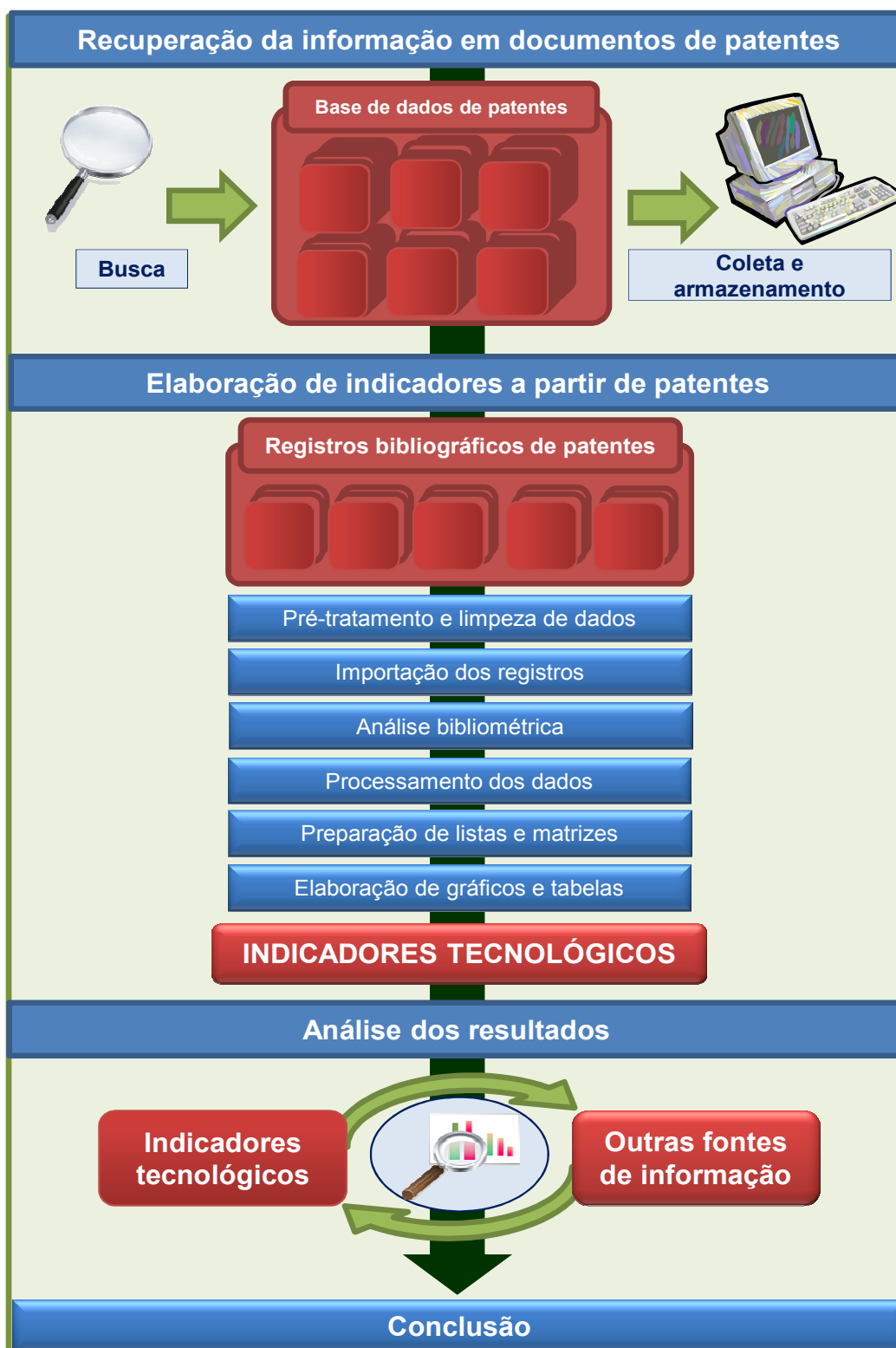
4.1 Procedimentos gerais

O procedimento empregado na presente pesquisa para análise de documentos de patentes e elaboração de indicadores tecnológicos está ilustrado na Figura 4.1 ^[29].

O procedimento foi iniciado com o levantamento de informações básicas associadas com tecnologias relacionadas a carvão vegetal tais como propriedades, matérias-primas, processamento e produção e aplicações deste material. Essas informações foram obtidas na literatura científica encontrada em sites especializados tais como bases de artigos e de teses e dissertações.

A partir da identificação das principais palavras-chaves relacionadas a carvão vegetal, a busca em uma base de dados de registros bibliográficos de patentes foi realizada, seguida de coleta e armazenamento das informações em um computador local, completando-se assim a gestão da informação necessária para a elaboração de indicadores.

Os dados ou registros bibliográficos dos documentos de patentes foram importados no Vantage Point[®] (programa computacional de processamento de registros) conforme critérios estabelecidos no trabalho para análise bibliométrica. Após a importação e processamento, foram realizadas análises bibliométricas, com o reprocessamento de dados de acordo com novos critérios quando necessário. Com isso, listas e matrizes de correlação foram elaboradas e exportadas para outro programa computacional com finalidade de montar gráficos e tabelas. Com os indicadores obtidos, a análise dos resultados foi realizada de maneira integrada com as informações e conhecimentos obtidos a partir da revisão de trabalhos de literatura.



Fonte: Adaptado de [29].

Figura 4.1 Fluxograma simplificado do procedimento para gestão de informação e elaboração de indicadores bibliométricos a partir de patentes.

4.2 Recuperação de registros bibliográficos de documentos de patentes em carvão vegetal

Antes de iniciar a busca por documentos de patentes associados a carvão vegetal, foi realizada uma busca por informações relevantes ao tema na literatura técnico-científica. O objetivo dessa busca foi adquirir conhecimento no tema desta pesquisa e, principalmente, listar e obter as principais palavras-chaves ligadas a carvão vegetal que foram aplicadas na busca de patentes. Utilizou-se principalmente a base de artigos científicos *Web of Science* ^[53], disponível no Portal de Periódicos Capes ^[54], e o banco de teses e dissertações da Capes ^[54] e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) ^[55], para recuperar artigos, dissertações e teses com o tema em carvão vegetal. Nessas buscas empregou-se a palavra “charcoal” no campo de Tópicos da base de dados de artigos Web of Science e a palavra “carvão vegetal” no campo de assunto das bases de dissertações e teses.

Com a listagem e seleção das palavras-chaves mais relevantes em tecnologias relacionadas a carvão vegetal, como pode ser visto na Tabela 4.1, as informações bibliográficas contidas nos documentos de patentes foram recuperadas a partir da busca dos registros contidos na base de dados de patentes Derwent Innovations Index (DII) ^[56], disponível no Portal de Periódicos Capes ^[57].

Tabela 4.1 Listagem das palavras-chaves aplicadas na busca de documentos de patentes em carvão vegetal na DII.

Palavra-chave	
charcoal, wood coal/char, biocarbon	carvão vegetal
biomass char, biochar, biocoal	carvão de biomassa
carbonization, carbonized wood/matter	carbonização da madeira
carbonization, carbonized biomass	carbonização de biomassa
pyrolysis, pyrolized wood/matter	pirólise da madeira
pyrolysis, pyrolized biomass/matter	pirólise de biomassa

O quadro 4.1 apresenta as principais características da base de dados de patentes Derwent Innovation Index, empregada para a recuperação dos documentos de patentes.

Quadro 4.1 Características da base de dados de patentes da DII.

<p>Derwent Innovation Index:</p> <p>A Derwent Innovation Index (DII) possui cobertura de registros bibliográficos de patentes depositadas nos principais escritórios de patentes no mundo (totalizando 40 depositórios) e dados a partir de 1963. Os temas cobertos pela base são divididos em três categorias principais: Química, Engenharia e Eletricidade e Eletrônico. As buscas são realizadas no modo simples (página inicial da base) ou pela opção Busca Avançada (<i>Advanced Search</i>), que registra cada busca feita numa seção e permite a combinação de resultados. A DII possibilita o uso e combinações de operadores Booleano (<i>AND</i>, <i>OR</i>, <i>NOT</i> e <i>SAME</i>) e curingas (*, ? e \$), o que viabiliza expressões de busca complexas como as observadas para carvão vegetal. A DII permite busca em vários campos dos registros bibliográficos de patentes, dentre os quais se destacam: título e resumos, inventor, número da patente, códigos de Classificação Internacional de Patente e titular. Além da cobertura em vários países e a disponibilização dos registros de patentes em campos estruturados, a DII elabora resumos sobre a novidade e as vantagens do invento, o uso requerido pelo depositante e a descrição do principal desenho da patente. Essas descrições estão estruturadas no registro bibliográfico e fornecem ideias gerais do conteúdo da patente.</p>
--

Fontes: Adaptação de [29,56,58].

Na opção “busca avançada” da DII, foi utilizada uma abordagem de busca Booleana compreendendo o campo Tópico (TS), que procura por termos ou expressões nos títulos e resumos dos documentos de patente. A expressão de busca elaborada para recuperação dos registros bibliográficos foi baseada em palavras-chaves relacionadas com carvão vegetal, como segue:

TS=(charcoal or "wood coal*" or "biomass char*" or "wood char*" or "biochar*" or "woodchar*" or "carbonized wood*" or "carbonized biomass*" or "carbonized matter*" or "matter carboni*" or "wood carboni*" or "biomass carboni*" or "pyrolyzed wood*" or "pyrolyzed biomass*" or "pyrolyzed matter*" or "pyrolysis wood*" or "pyrolysis biomass*" or "pyrolysis matter*" or "wood pyrol*" or "biomass pyrol*" or "matter pyrol*" or biocoal* or biocarbo* or "bio carbo*")*

A expressão de busca empregada na pesquisa recuperou 29495 registros de documentos de patentes associados ao carvão vegetal e foi examinada e validada por um especialista da área de patentes, Prof. Dr. Eduardo Winter, analista, pesquisador e docente do INPI, e por uma das principais referências brasileiras em carvão vegetal, Prof. Dr. José Otávio Brito, professor da ESALQ/USP – Piracicaba.

4.3 Processamento e tratamento dos dados bibliográficos de patentes obtidos a partir da base de dados DII

4.3.1 Pré-tratamento e importação dos registros bibliográficos de patentes

Os dados bibliográficos recuperados sofreram, primeiramente, um pré-tratamento e limpeza com o objetivo de eliminar dados duplicados e incorretos. Em seguida, esses dados foram inseridos em um programa computacional de processamento de registros bibliográficos, o software Vantage Point[®]. Após a importação dos dados no software, foi feito o tratamento e processamento dos mesmos, gerando listas e matrizes que relacionam as informações contidas nos documentos de patentes. Por fim, essas listas e matrizes foram exportadas para outro programa computacional, Excel[®], com finalidade de se montar tabelas e gráficos.

Análises estatísticas foram efetuadas a fim de auxiliar na compreensão dos dados quanto ao crescimento entre anos ou períodos (décadas) em função dos países patenteadores (país de origem do documento) e dos domínios, subdomínios e assuntos tecnológicos. O cálculo percentual de crescimento por período foi realizado utilizando-se a Fórmula 4.1.

$$C_i = \frac{[N_i - N_j] \times 100}{N_j} \quad (4.1)$$

C_i é o crescimento percentual entre anos ou períodos, N_i é o número de documentos de patentes no ano ou período “i”; N_j é o número de documentos de patentes no ano ou período “j”, com $j < i$.

As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o software Excel[®] (versão Office 2010). Com os indicadores elaborados, foram feitas análises de maneira integrada com informações e conhecimentos obtidos a partir da revisão de trabalhos de outros autores e sites oficiais. Ao final, conclusões e recomendações foram obtidas. A elaboração dos indicadores e as análises foram limitadas até o ano de 2010, devido ao período de sigilo das patentes, que pode variar de seis meses a um ano e meio ^[29,49].

4.3.2 Estratificação dos documentos de patentes: evolução temporal e distribuição geográfica

Os registros bibliográficos foram separados por períodos de dez anos (1952-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e 2001-2010) e foi analisada a evolução do patenteamento no período, utilizando-se como indicadores o número de documentos de patentes e a porcentagem de crescimento entre os intervalos. O primeiro registro de patente recuperado na pesquisa foi depositado em 1952, sendo esse o ano inicial adotado para o desenvolvimento deste trabalho. A elaboração dos indicadores e as análises foram limitadas até o ano de 2010, devido ao período de sigilo das patentes, que pode variar de seis meses a um ano e meio ^[29,49]. Em função do destaque da última década (2001-2010) em termos do número de documentos de patentes em relação ao total, os dados desse intervalo também foram separados ano a ano e analisados como foi feito para o período total desta pesquisa.

Dentro do período de 1952 a 2010, foi mapeada a distribuição geográfica dos documentos de patentes em função da origem do primeiro depósito. Foram identificados os principais países patenteadores na área e, mais uma vez, a década de 2001-2010 foi analisada separadamente, onde foram identificados os principais países originadores de documentos de patentes em carvão vegetal desse intervalo. Identificadas as principais nações, foi elaborada a evolução do patenteamento em carvão vegetal para esses países no período de 2001-2010. Também foi mostrada a relação entre a quantidade de

documentos originados no país e depositados em outros escritórios de patentes. No caso específico da Rússia, os documentos de patentes originados na antiga União Soviética foram considerados, a título de contagem, documentos originados na Rússia.

4.3.3 Categorização em domínios e subdomínios tecnológicos e assuntos tecnológicos das patentes

Os dados bibliográficos dos documentos de patentes em carvão vegetal foram processados em Domínios e Subdomínios Tecnológicos baseados na categorização empregada pelo Observatoire des Sciences et des Techniques – OST ^[29,59]. Estas categorias são uma forma de sintetizar informação, mediante agrupamentos de códigos de classificação internacional de patentes (CIP), conforme mostrado na Tabela 4.2. Foram identificados os principais domínios e subdomínios e seus respectivos crescimentos e participação no patenteamento em carvão vegetal.

Os registros também foram agrupados conforme seus assuntos tecnológicos, os quais são representados pelos códigos de quatro dígitos da classificação internacional de patentes (CIP) ^[60-61], que correspondem ao nível de subclasses dessa classificação. Para o caso específico dos assuntos tecnológicos, é válido mencionar que um mesmo documento de patente pode ser depositado com mais de um código CIP, logo a soma do número de documentos de patentes por código em uma tabela, por exemplo, pode ser maior do que o número total de documentos.

Uma análise de rede foi elaborada para os dez principais subdomínios tecnológicos em carvão vegetal visando obter a coocorrência dos mesmos ^[60-61]. A matriz de coocorrência de subdomínios tecnológicos foi preparada a partir do programa Ucinet (versão 6.1) e as redes foram construídas utilizando o programa NetDraw (versão 2.0). Os números da Figura 5.10 indicam a intensidade da coocorrência entre os subdomínios, onde o número 1 indica e relação mais forte, o número 2 a segunda mais forte e assim por diante.

Tabela 4.2 – Relacionamento entre códigos CIP e os Domínios e Subdomínios Tecnológicos propostos pelo OST.

Domínio	Subdomínio	Códigos CIP
Eletrônica- Eletricidade	Componentes Elétricos	F21; G05F; H01B,C,F,G,H,J,K,M,R,T; H02; H05B,C,F,K
	Audiovisual	G09F,G; G11B; H03F,G,J; H04N,R,S
	Telecomunicações	G08C; H01P,Q; H01Q; H03B,C,D,H,K,L,M; H04B,H,J,K,L,M,Q
	Informática	G06; G11C; G10L
	Semicondutores	H01L; B81
Instrumentação	Ótica	G02; G03B,C,D,F,G,H; H01S
	Análise - Mensuração – Controle	G01B,C,D,F,G,H,J,K,L,M,N,P,R,S,V,W; G04; G05B,D; G07; G08B,G; G09B,C,D; G12
	Engenharia Médica	A61B,C,D,F,G,H,J,L,M,N
	Técnicas Nucleares	G01T; G21; H05G,H
Química- Materiais	Química Orgânica	C07D,F,G,H,J
	Química Macromolecular	C08B,F,G,H,K,L; C09D,J
	Química de Base	A01N,P; C05; C07B; C08C; C09B,C,F,G,H,K; C10B,C,F,G,H,J,K,L,M; C11B,C,D
	Tratamento de Superfície	B05C,D; B32; C23; C25; C30
	Materiais – Metalurgia	C01; C03C; C04; C21; C22; B22; B82
Farmacêuticos- Biotecnologias	Biotecnologia	C07K; C12M,N,P,Q,S; C40B
	Farmacêuticos – Cosméticos	A61K,P,Q
	Produtos Agrícolas e Alimentares	A01H; A21D; A23B,C,D,F,G,J,K,L; C12C,F,G,H,J; C13D,F,J,K
Procedimentos Industriais	Procedimentos Técnicos	B01; B02C; B03; B04; B05B; B06; B07; B08; F25J; F26B
	Manutenção – Gráfica	B25J; B41; B65B,C,D,F,G,H; B66; B67
	Trabalho com Materiais	A41H; A43D; A46D; B28; B29; B31; C03B; C08J; C14; D01; D02; D03; D04B,C,G,H; D06B,C,G,H,J,L,M,P,Q; D21
	Meio Ambiente – Poluição	A62D; B09; C02; F01N; F23G,J
	Aparelhos Agrícolas e Alimentícios	A01B,C,D,F,G,J,K,L,M; A21B,C; A22; A23N,P; B02B; C12L; C13C,G,H
Máquinas- Mecânica- Transporte	Máquinas – Ferramentas	B21; B23; B24; B26D,F; B27; B30
	Motores - Bombas – Turbinas	F01B,C,D,K,L,M,P; F02; F03; F04; F23R
	Procedimentos Térmicos	F22; F23B,C,D,H,K,L,M,N,Q; F24; F25B,C; F27; F28
	Componentes Mecânicos	F15; F16; F17; G05G;
	Transportes	B60; B61; B62; B63B,C,H,J; B64B,C,D,F
	Espacial – Armamentos	B63G; B64G; C06; F41; F42
Consumo de Famílias- Construção Civil	Consumo das Famílias	A24; A41B,C,D,F,G; A42;A43B,C; A44; A45; A46B; A47; A62B,C; A63; F25D; B26B; B25B,C,D,F,G,H; B42; B43; B44; B68; D04D; D06F,N; D07; G10B,C,D,F,G,H,K
	Construção Civil	E01; E02; E03; E04; E05; E06; E21

Fonte: Adaptação de [29,59,60,61]

4.3.4 Obtenção e análise dos titulares dos documentos de patentes

Os principais titulares das patentes associados ao patenteamento em carvão vegetal foram obtidos a partir dos códigos de titulares fornecidos pela base de dados DII conforme descrito no Quadro 4.2. A análise dos resultados considerou o período de 1952-2010 e, mais uma vez, foi feito um estudo específico para o intervalo entre os anos de 2001 e 2010, em função do destaque de patenteamento desse período.

Quadro 4.2: Obtenção dos códigos de titulares disponibilizados pela DII.

A Derwent Innovation Index (DII) fornece uma codificação para titulares de patentes que visa padronizar em quatro dígitos empresas de grupos empresariais ou cujo nome pode variar conforme a localização no mundo. Esses códigos são divididos em:

- Padronizado: códigos designados a empresas com grande número de patentes e que regularmente fazem depósitos. Empresas com códigos não padronizados, mas que passam a ter uma atividade de patenteamento alta recebe um código único;
- Não padronizado: códigos que não pertencem a uma única empresa, logo precisam ser averiguados;
- Individual: códigos designados a pessoas.

Fonte: Adaptação [29,56,58].

4.3.5 Análise do patenteamento brasileiro

Os dados bibliográficos foram separados em função do país de origem do primeiro depósito e 333 registros brasileiros de documentos de patentes relacionados ao carvão vegetal foram recuperados e analisados à parte. Com esses dados foram elaborados indicadores tecnológicos de evolução temporal para o período de 2001-2010, indicadores de categorização por domínio e subdomínios (OST) e identificação dos principais titulares no Brasil.

4.3.6 Análise do patenteamento no subdomínio Materiais e Metalurgia

A partir da categorização dos documentos de patentes em carvão vegetal em domínios e subdomínios (OST), os dados associados ao subdomínio Materiais e Metalurgia foram isolados e analisados à parte. Dentro dessa área foram elaborados indicadores de evolução temporal para o período

de 1961-2010, pois a primeira patente relacionada ao subdomínio data de 1961, e para o intervalo de 2001-2010, pois a última década se destaca em número de documentos de patentes.

Também foram elaborados indicadores de distribuição geográfica do patenteamento (continentes e países), principais titulares e assuntos tecnológicos, utilizando os mesmos procedimentos e técnicas aplicadas na elaboração e análise de indicadores relativos ao patenteamento geral em carvão vegetal.

4.3.7 Análise do patenteamento relacionado a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas

Os dados bibliográficos dos documentos de patentes relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas que produzem, processam, modificam, transformam e utilizam o carvão vegetal foram obtidos a partir da busca de palavras-chaves presentes no título do documento, como apresentado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 Listagem das palavras-chaves aplicadas na busca de documentos de patentes em carvão vegetal relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas.

Palavra-chave	
apparatus, appliance	Aparatos
Device	Dispositivo
machine, engine	Máquina
equipment, assembly	Equipamento
furnace, kiln, stove, burner, boiler, oven	Forno

Fonte: [70]

A partir da categorização dos documentos de patentes em carvão vegetal, os dados associados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas foram isolados e analisados à parte. Dentro dessa categorização foram elaborados indicadores de evolução temporal para o período de 1964-2010, pois a primeira patente relacionada data de 1964, e para o intervalo de 2001-2010, pois a última década se destaca em número de documentos de patentes.

Também foram elaborados indicadores de distribuição geográfica do patenteamento (continentes e países), principais titulares e assuntos tecnológicos, utilizando os mesmos procedimentos e técnicas aplicadas na elaboração e análise de indicadores relativos ao patenteamento geral em carvão vegetal.

4.3.8 Seleção e análise do conteúdo de patentes triádicas

Foi realizado um estudo exploratório de combinação de indicadores tecnológicos com análise de conteúdo de patentes. Para isso, documentos de patentes associados ao carvão vegetal depositados nos Estados Unidos, Europa e Japão, denominadas patentes triádicas^[72], foram selecionados e uma análise de conteúdo foi realizada da seguinte forma:

- 1 – A partir dos registros recuperados entre 2001 e 2010 para a categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, foram selecionados os documentos classificados com o código CIP de 4 dígitos C10B, o qual foi principal assunto tecnológico relacionado a categorização e encontra-se descrito na Tabela 5.9.
- 2 – A partir dos 639 documentos obtidos, foram selecionadas as patentes depositadas (ao mesmo tempo) nos EUA, Japão e Escritório Europeu de Patentes (EPO).

Com a aplicação do sistema Trilateral, 6 patentes em carvão vegetal relacionadas a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, e ao código C10B, foram obtidas e seus conteúdos analisados. Utilizando-se os números

das patentes (ver Tabela D4 do Apêndice D), o texto das patentes foi obtido realizando-se o download dos documentos na base de dados Espacenet ^[73].

Os documentos de patentes triádicas (documentos depositados nos EUA, Japão e EPO) são um importante indicador de inovação, pois indicam significativo potencial econômico e tecnológico do que se procura proteger, viabilizando arcar com os custos de depósitos em pelo menos 3 dos principais escritórios de patentes ^[72].

4.4 Equipamentos e softwares empregados no trabalho

O principal equipamento empregado no presente trabalho foi um computador Notebook Dell Inspiron 14R comum, com processador Intel Core i3, 4 GB de memória RAM, 1 TB de HD e sistema operacional Windows 7 Professional 64-Bit, com acesso externo à UFSCar via internet e com acesso interno aos bancos de dados do NIT/Materiais.

As análises bibliométricas e a mineração de textos foram realizadas pelo software Vantage Point[®] versão 5.0. A partir de listas e tabelas montadas no Vantage Point[®], as análises estatísticas e elaboração de tabelas e gráficos foram realizadas no Excel[®] (versão Office 2010).

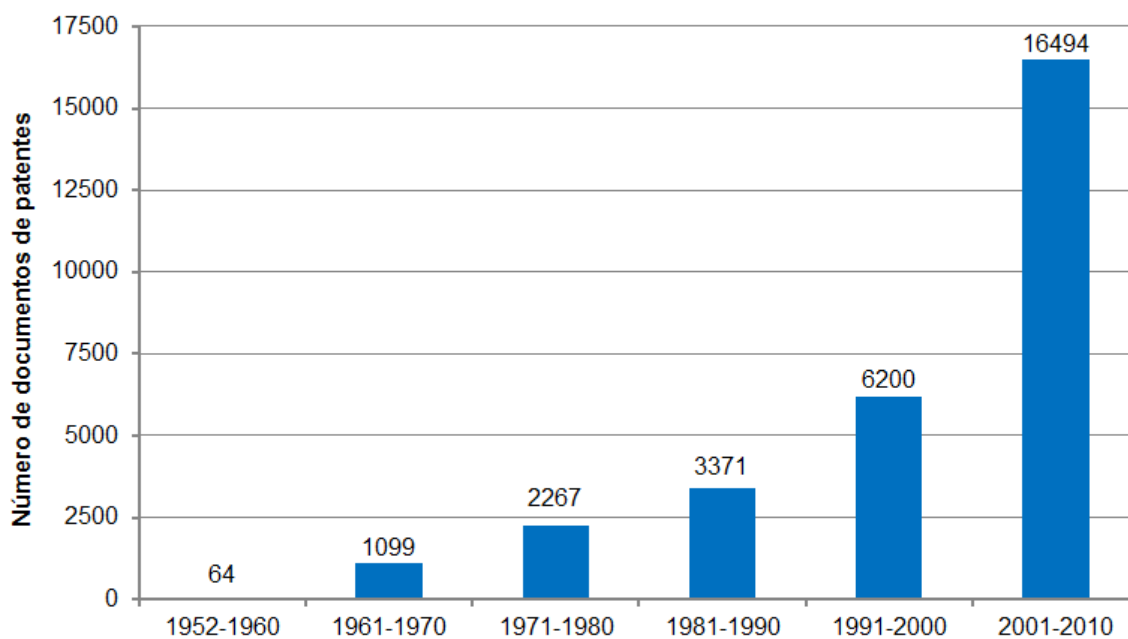
As informações bibliográficas e textos completos de artigos científicos, relatórios e outras fontes de informação foram armazenados em uma base de dados proprietária na rede interna do NIT/Materiais com auxílio do *software* de gerenciamento de informação Zotero ^[62], associado como “*plug-in*” ao navegador Mozilla Firefox[®].

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Patenteamento mundial em carvão vegetal

5.1.1 Evolução e distribuição geográfica dos documentos de patentes em carvão vegetal no mundo

O patenteamento mundial de tecnologias associadas ao carvão vegetal aumentou significativamente ao longo dos anos, como mostra a Figura 5.1. O período de 2001-2010 apresentou um crescimento de 166,0% em relação ao intervalo anterior (1991-2000), concentrando 55,9% do total dos documentos de patentes recuperados.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

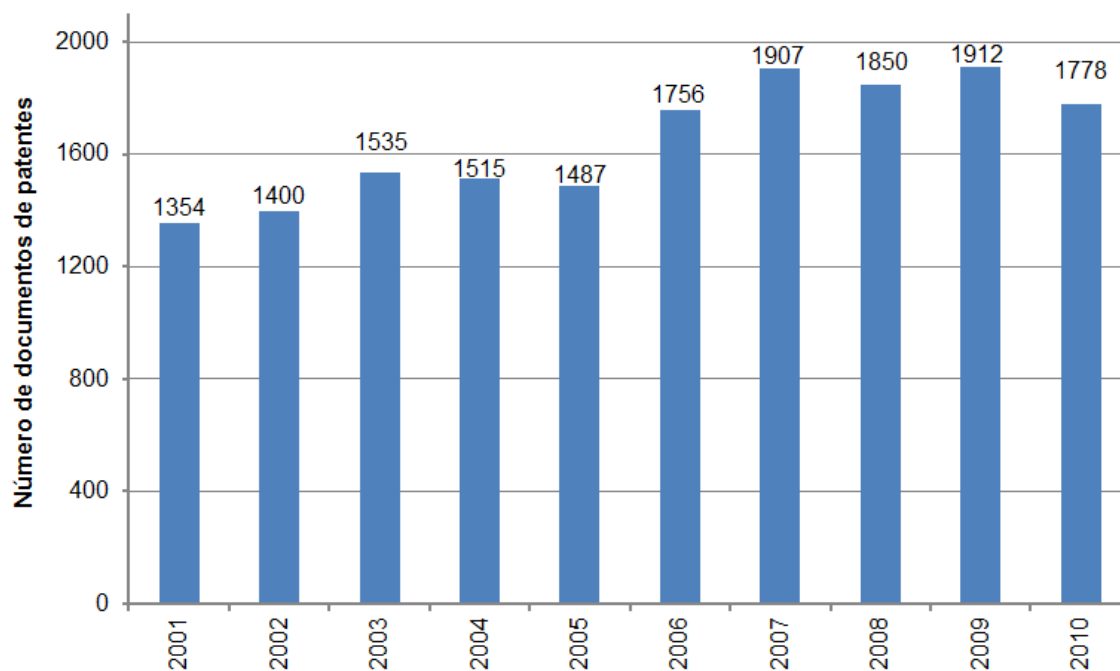
Figura 5.1 Evolução mundial do número de documentos de patentes em carvão vegetal por década no período de 1952 a 2010.

O crescimento no número de depósitos de documentos de patente em carvão vegetal mostrado na Figura 5.1, dentre outros fatores, reflete a tendência mundial de patenteamento. De acordo com o relatório de indicadores de patentes da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), houve,

por exemplo, uma duplicação na quantidade de depósitos entre 1995 e 2011 com, aproximadamente, um milhão de depósitos em 1995 e dois milhões em 2011 ^[69]. Além disso, em 1994 foi assinado o acordo TRIPS (Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights), acordo este que fortaleceu os aspectos legais da proteção da propriedade intelectual em nível mundial e, provavelmente, incentivou o crescimento do patenteamento ^[76].

Essa evolução acentuada no patenteamento mundial também foi indicada por outros autores em outras áreas, como nanotecnologia ^[29], fibras naturais (sisal) ^[27] e trem de força automotivo ^[30], indicando ser esse um fenômeno que abrange mais áreas tecnológicas, provavelmente devido ao maior interesse e investimento mundial no patenteamento ^[27,29,30].

Na última década pesquisada (2001-2010) foi depositado um total de 16494 documentos de patentes em carvão vegetal, como pode ser visto na Figura 5.1. A segunda metade desse intervalo (2006-2010) apresentou um patenteamento mais elevado do que a primeira metade (2001-2005), como pode ser observado na Figura 5.2.



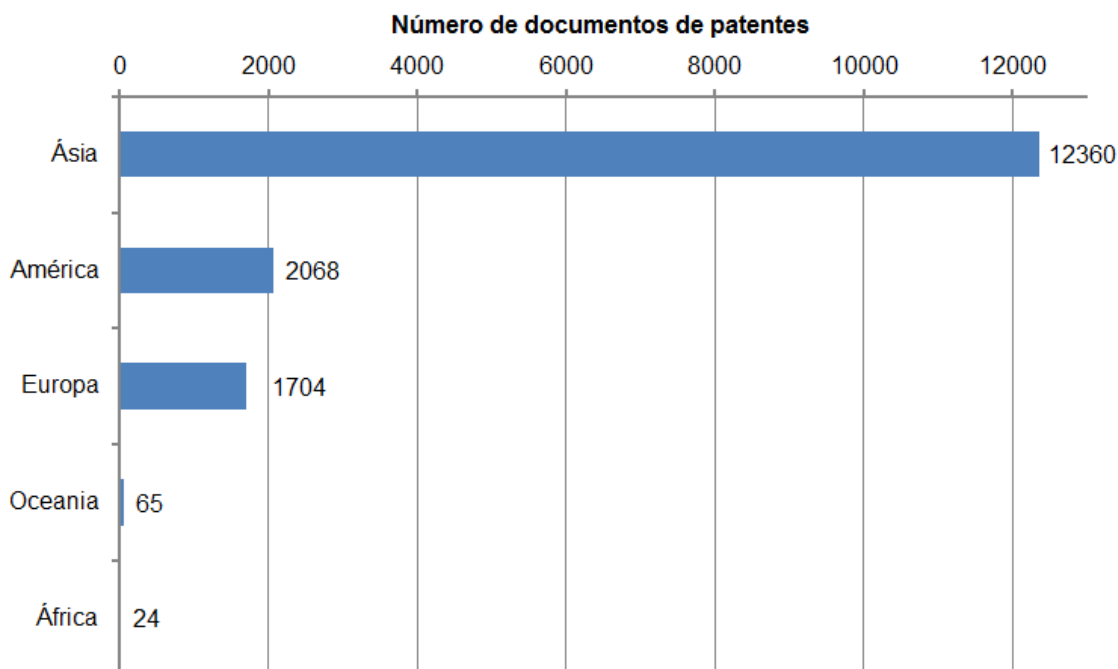
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.2 Evolução mundial anual do patenteamento em carvão vegetal entre 2001 e 2010.

Entre 2006 e 2010 foi depositado um total de 9203 documentos de patentes em carvão vegetal, o que representa um crescimento de 26,2% em relação ao número de depósitos do período de 2001-2005 que foi de 7291 documentos. Essa evolução se deve, em grande parte, ao crescimento do patenteamento apresentado por Coréia do Sul e China no período, como mostrado na Tabela A1 do Apêndice A.

A Ásia foi a região com o maior número de documentos de patentes em carvão vegetal depositados na última década pesquisada, como se observa na Figura 5.3, abrangendo 74,9% dos documentos de patentes do período. Japão, Coréia do Sul e China foram responsáveis por 95,4% das patentes originadas na região asiática.

A América contribuiu com 12,5% das patentes depositadas entre 2001 e 2010, sendo os EUA o país de origem de 89,5% das patentes da região. A Europa foi o terceiro principal patenteador em carvão vegetal na última década com 10,3% dos depósitos mundiais, enquanto que Oceania e África, juntas, foram responsáveis por apenas 0,54% do patenteamento no período.

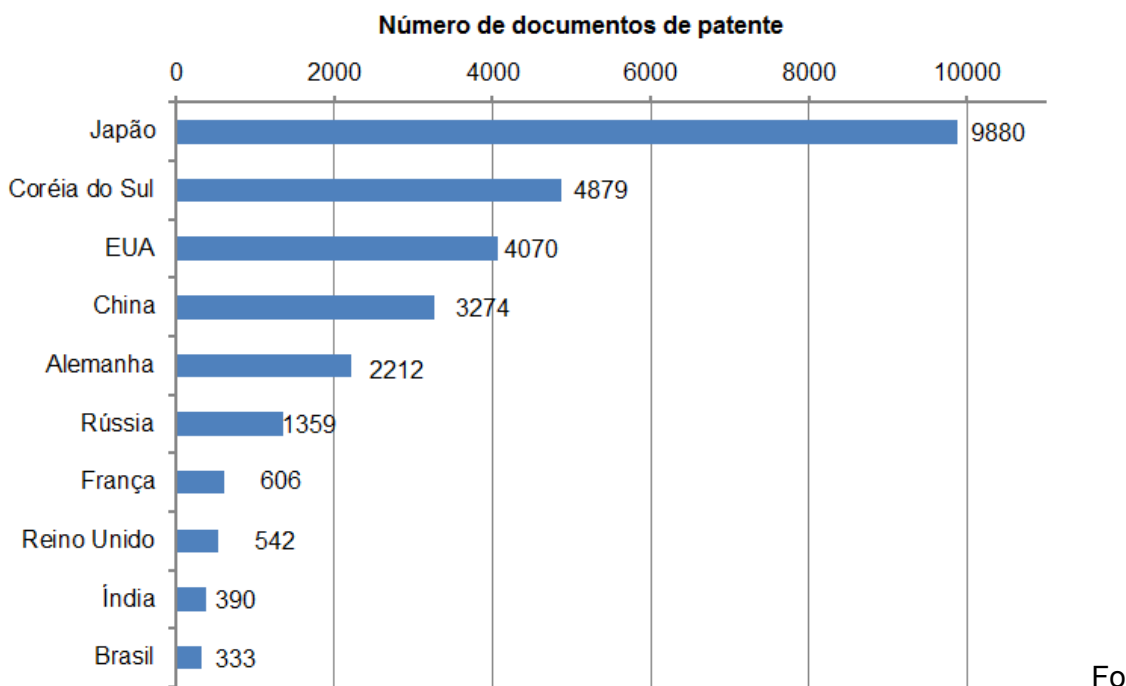


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.3 Número de documentos de patentes em carvão vegetal por continente de 2001 a 2010.

Além de ser a região que mais originou documentos de patentes em carvão vegetal de 2001 a 2010, a Ásia também apresentou um dos maiores crescimentos no número de documentos depositados no período (2001-2010), com um aumento de 46,7%. Por outro lado, a América, a Europa e a Oceania apresentaram uma diminuição no número de depósitos, respectivamente de 17,7%, 11,4% e 16,7% na participação do patenteamento no período analisado. Estas relações percentuais de crescimento e redução do patenteamento estão, provavelmente, relacionadas com o momento econômico e de investimento em desenvolvimento tecnológico dos continentes. O crescimento apresentado pela África foi de 150,0%, no entanto, em número absoluto, a quantidade de documentos de patentes é bem inferior ao dos outros continentes.

No período de 1952-2010, o Japão foi o país que mais originou documentos de patentes em carvão vegetal no mundo, seguido por Coréia do Sul, EUA, China e Alemanha, como mostra a Figura 5.4 e a Tabela A1 do Apêndice A.



nte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.4 Principais países patenteadores de tecnologias em carvão vegetal no mundo entre 1952 e 2010.

Conjuntamente, as cinco nações mais proeminentes (Japão, Coréia do Sul, EUA, China e Alemanha) colaboraram com 82,4% do patenteamento mundial no período pesquisado. Esses países também são os principais patenteadores em outras áreas tecnológicas e têm contribuído significativamente para o crescimento do patenteamento mundial em geral, conforme o relatório estatístico de patentes da WIPO ^[69].

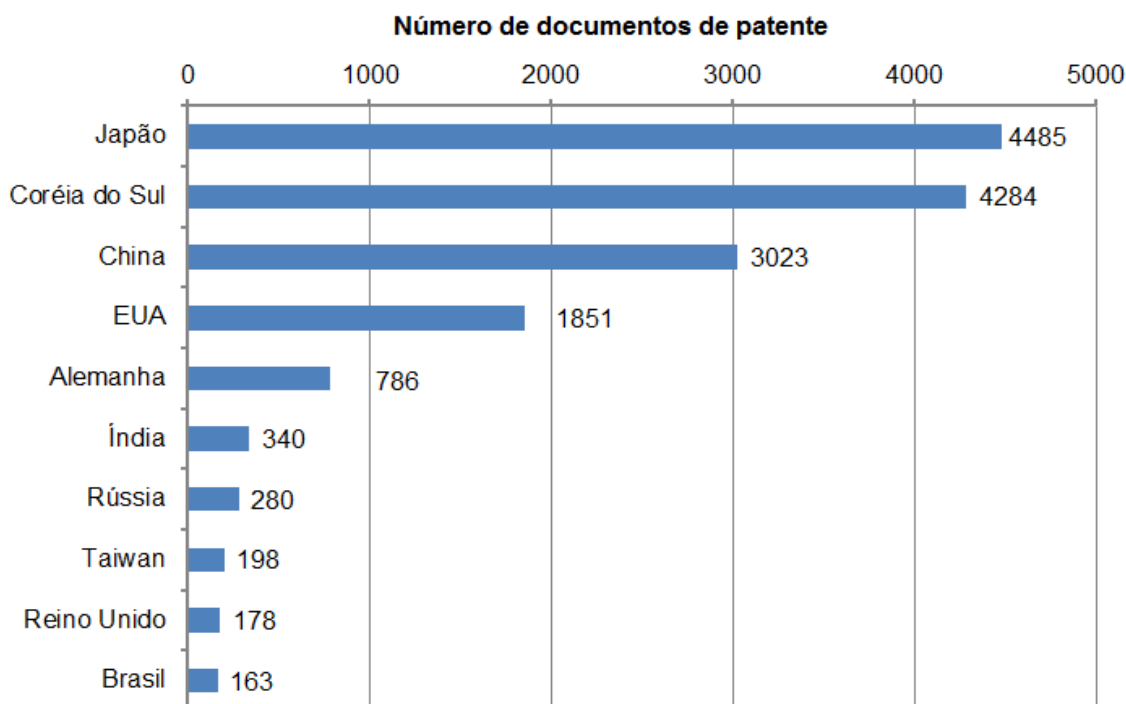
Entre os dez principais países patenteadores em carvão vegetal, Brasil, Índia e China estão entre os maiores produtores ^[7] e Alemanha, China e Japão estão entre os maiores importadores de carvão vegetal ^[11], indicando, como esperado, um forte vínculo entre os interesses comerciais e de desenvolvimento tecnológico nessa área.

No entanto, o Brasil apesar de ser o maior produtor e consumidor mundial de carvão vegetal ^[7,11], depositou apenas 333 documentos de patentes no período analisado (1952-2010), ocupando a décima posição entre os principais países patenteadores em tecnologias relacionadas ao carvão vegetal, como mostrado na Tabela A1 do Apêndice A, na qual também são

encontrados os valores para outros principais países patenteadores nessa área.

Entre os anos de 2001 a 2010, Japão e Coréia do Sul foram os países que mais contribuíram com o patenteamento mundial em carvão vegetal, seguidos por China, EUA e Alemanha, como ilustra a Figura 5.5. Entre os anos de 2009 e 2011, Alemanha, China e Japão figuravam entre os principais importadores dessa matéria-prima, reforçando o vínculo de interesses comerciais e de desenvolvimento tecnológico ^[11]. Comparando as Figuras 5.4 e 5.5, pode ser observado que na última década, China assumiu a terceira posição, a Índia a sexta posição e Taiwan a oitava, consolidando o domínio dos países asiáticos entre os dez principais países patenteadores em carvão vegetal.

Para os países representantes do continente europeu, com exceção da Alemanha, foi observado um desempenho contrário ao dos países asiáticos. Rússia, França e Reino Unido que ocupavam, respectivamente, a sexta, sétima e oitava posições entre os principais países patenteadores em carvão vegetal entre 1952 e 2010, na década de 2001-2010, ficaram em sétimo, nono e décimo primeiro lugares. Essa queda, pelo menos em parte, provavelmente está relacionada com o momento econômico europeu de crise econômica expressiva. Enquanto isso, o Brasil permaneceu estagnado na décima posição.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.5 Principais países patenteadores de tecnologias em carvão vegetal no mundo entre 2001 e 2010.

Entre os anos de 2005 e 2007, a Coréia do Sul e a China superaram o Japão em número de depósitos anuais de documentos de patentes em carvão vegetal, como mostra a Figura 5.6. O Japão apresentou uma redução de 56,1% no número de patentes originadas no país na década de 2001-2010, provavelmente associado ao declínio do uso do carvão vegetal como fonte energética, substituído por gás natural e petróleo ^[71]. O relatório de indicadores de patentes da OMPI também aponta uma redução da participação e crescimento do patenteamento geral do Japão, provavelmente não sendo esse um fato restrito aos depósitos associados ao carvão vegetal ^[69]. A Coréia do Sul e a China tiveram nessa mesma década pesquisada (2001-2010) crescimentos de, respectivamente, 60,5% e 1404,7% no patenteamento em carvão vegetal, provavelmente devido ao aumento da importância econômica dessa matéria prima como fonte de energia e consequente aumento do investimento em pesquisa e desenvolvimento.

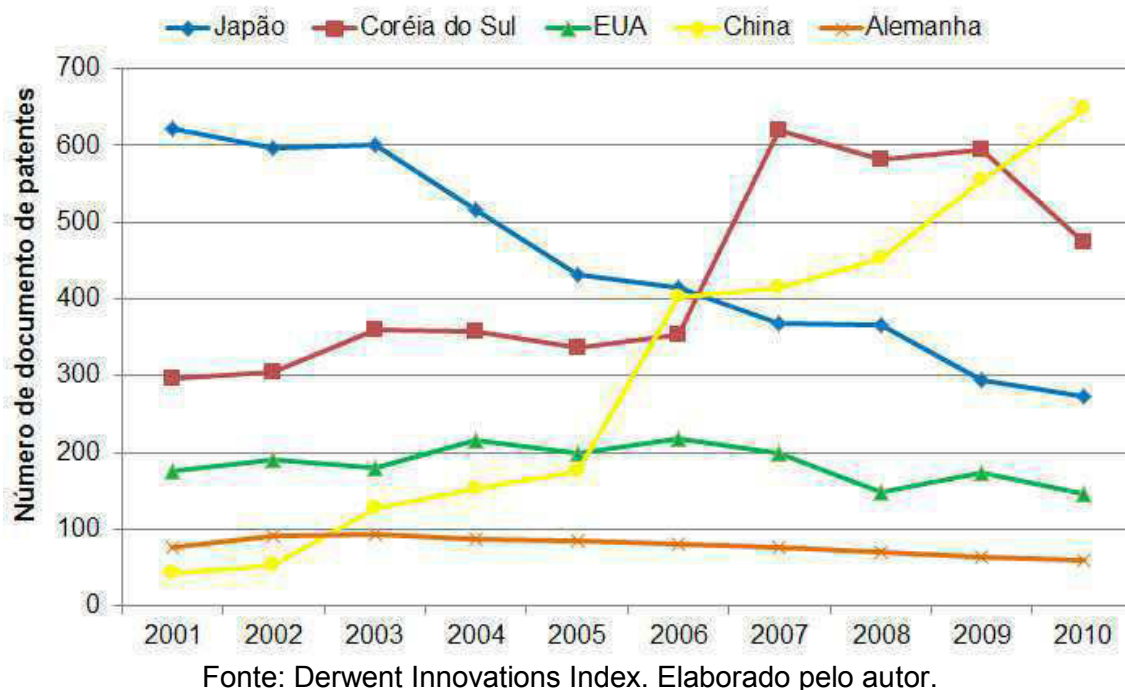


Figura 5.6 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal para os cinco principais países patenteadores entre 2001 e 2010.

O destaque de Coréia do Sul, China e de outros países da Ásia, entre os principais países patenteadores em carvão vegetal, reforça o que foi observado por outros autores em relação à consolidação dessa região como centro de desenvolvimento de tecnologias e de produção industrial, em função de políticas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico e científico [27,29,30].

EUA e Alemanha, por sua vez, apresentaram uma média anual de depósitos de patentes em carvão vegetal relativamente uniforme entre de 2001 e 2010, especialmente o país europeu, como ilustra a Figura 5.6. Nesse intervalo, as duas nações apresentaram redução no patenteamento, respectivamente de 16,5% e 23,4%.

A grande maioria das patentes originadas nos principais países patenteadores em carvão vegetal, assim como no Brasil, foi depositada no próprio país onde o documento foi originado, como se observa na Tabela 5.1 e na Figura 5.7. Esse fato é esperado nas diferentes áreas tecnológicas e indica que as patentes consideradas mais estratégicas para os negócios globais são em número bem inferior do que o total de depósitos efetuados.

Vale destacar que o Brasil, tão importante na produção e consumo de carvão vegetal, recebeu número relativamente pequeno de depósitos originários de outros países, o que pode indicar, entre outras razões, a pouca importância dada pelos principais autores mundiais a este país como centro de desenvolvimento tecnológico na área de carvão vegetal.

Tabela 5.1 Distribuição geográfica dos depósitos dos documentos de patentes originados nos cinco principais países patenteadores em carvão vegetal e no Brasil (2001-2010).

<u>País de origem das patentes</u>	<u>Países onde as patentes foram depositadas</u>					
	<u>Japão</u>	<u>EUA</u>	<u>China</u>	<u>Coréia do Sul</u>	<u>Alemanha</u>	<u>Brasil</u>
<u>Japão</u>	<u>4441</u>	227	189	128	32	17
<u>Coréia do Sul</u>	59	73	64	<u>4261</u>	10	6
<u>China</u>	16	32	<u>3006</u>	11	4	1
<u>EUA</u>	319	<u>1712</u>	279	142	59	99
<u>Alemanha</u>	126	203	105	62	<u>767</u>	31
<u>Brasil</u>	2	11	4	0	1	<u>157</u>

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

O pequeno percentual de depósitos de patentes chinesas em escritórios estrangeiros mostrado na Tabela 5.1 também pode ser observado no relatório estatístico da OMPI, que mostra que em 2011 apenas 0,5% dos documentos de patentes originados no país foram depositados em outros escritórios de patentes ^[69].

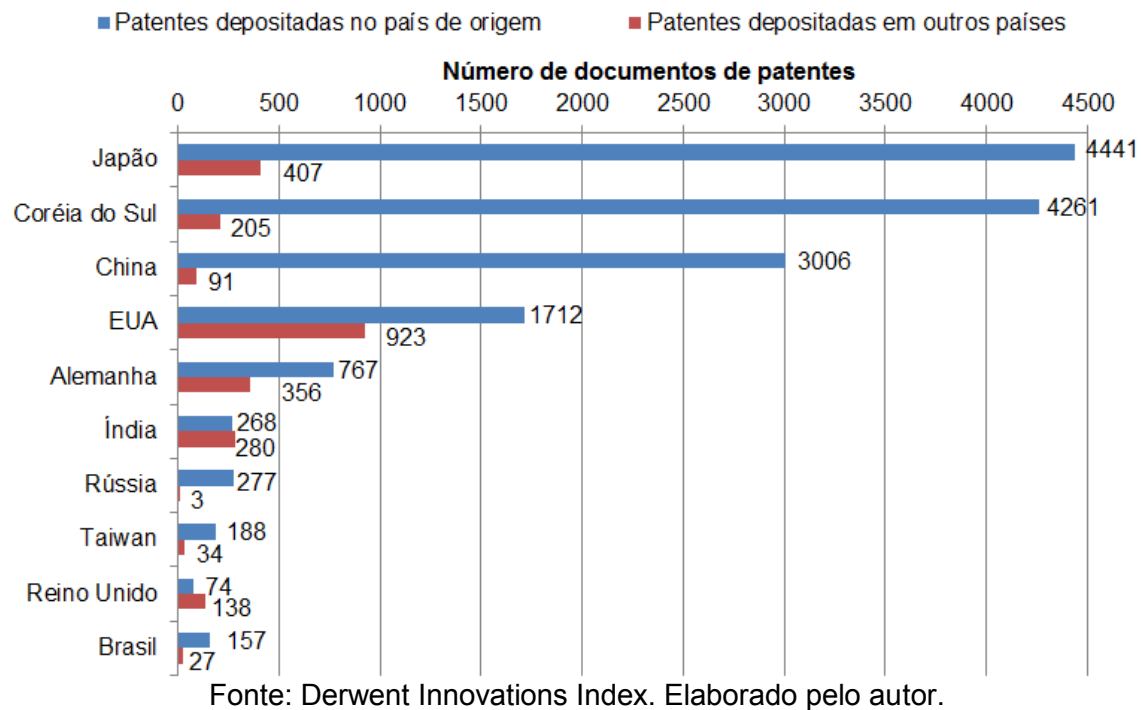
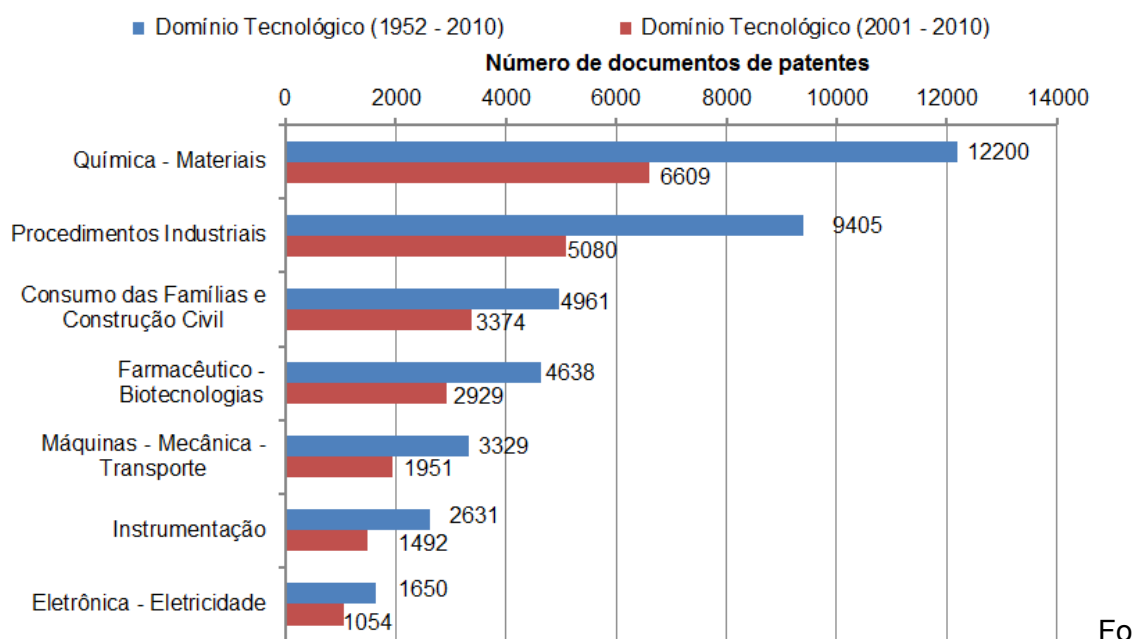


Figura 5.7 Relação entre o número de documentos de patentes em carvão vegetal depositados pelos dez principais países em escritórios de patentes dentro e fora do país de origem (2001-2010).

5.1.2 Principais domínios e subdomínios tecnológicos em carvão vegetal no mundo

O patenteamento mundial em carvão vegetal abrangeu diversos campos tecnológicos, liderados por Química – Materiais e Procedimentos industriais, tanto no período de 1952 a 2010, como de 2001 a 2010, havendo maior concentração do patenteamento na última década, conforme mostrado na Figura 5.8.

O período de 2001 a 2010 concentrou 54,2% dos documentos de patentes relacionados ao domínio tecnológico Química – Materiais, 54,0% no caso no domínio Procedimentos Industriais, 68,0% para Consumo das Famílias e Construção Civil, 63,2% para Farmacêutico – Biotecnologias, 58,6% para Máquinas – Mecânica – Transporte, 56,7% para Instrumentação e 63,9% para Eletrônica – Eletricidade, conforme calculado a partir dos dados da Figura 5.8.



nte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.8 Número de documentos de patentes por domínio tecnológico para os períodos de 1952-2010 e 2001-2010.

Quando se compara o patenteamento em 2010 com o de 2001, o domínio tecnológico Farmacêutico – Biotecnologias foi o único que apresentou declínio, como se observa na Tabela 5.2.

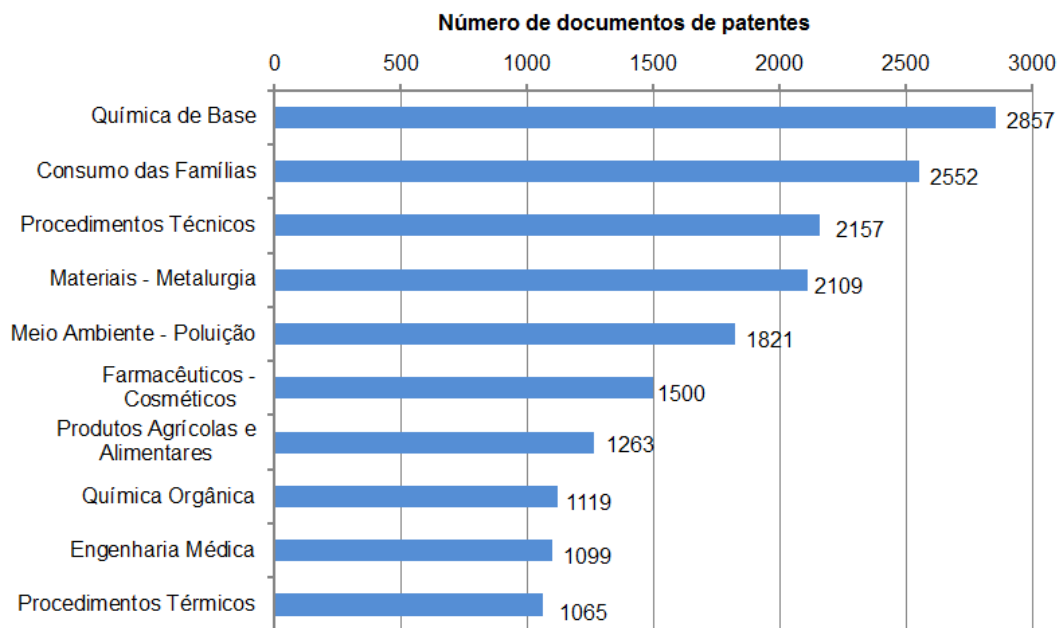
Tabela 5.2 Número de documentos de patentes por domínio tecnológico e crescimento entre 2001 e 2010.

<u>Domínio Tecnológico</u>	<u>2001</u>	<u>2010</u>	<u>Crescimento (%)</u>
<u>Química – Materiais</u>	588	678	15,3%
<u>Procedimentos Industriais</u>	481	528	9,8%
<u>Consumo das Famílias e Const. Civil</u>	254	411	61,8%
<u>Farmacêutico – Biotecnologias</u>	252	229	-9,1%
<u>Máquinas - Mecânica – Transporte</u>	167	245	46,7%
<u>Instrumentação</u>	132	165	25,0%
<u>Eletrônica – Eletricidade</u>	70	118	68,6%

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Os domínios Consumo das Famílias e Construção Civil, Máquinas – Mecânica – Transporte e Eletrônica – Eletricidade se destacam com crescimentos bem superiores ao dos outros principais campos tecnológicos, com respectivamente 61,8%, 46,7% e 68,6% de aumento. Isso provavelmente está fortemente relacionado com a evolução do consumo mundial de energia. Enquanto isso, o patenteamento no domínio Farmacêutico – Biotecnologias apresentou declínio de 9,1%.

Em termos de subdomínios tecnológicos, Química de Base e Consumo das Famílias foram os que mais concentraram documentos de patentes associados ao carvão vegetal entre 2001 e 2010, seguidos por Procedimentos Técnicos e Materiais – Metalurgia, como mostra a Figura 5.9 e a Tabela A2 do Apêndice A.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.9 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais subdomínios tecnológicos no período de 2001 a 2010.

O subdomínio Materiais – Metalurgia, que aparece entre os cinco principais subdomínios tecnológicos em carvão vegetal, tem posição de destaque. Outros autores também observaram a importância desse subdomínio, por exemplo, em nanotecnologia e em fibras naturais (sisal),

mostrando que a área é diversificada e concentra elevado volume de documentos de patentes [27,29].

Entre os dez principais subdomínios tecnológicos, verificou-se o Consumo das Famílias como o de maior crescimento no número de documentos de patentes em carvão vegetal de 2001 para 2010, seguido por Procedimentos Térmicos e Engenharia Médica, como mostra a Tabela 5.3 e a Tabela A2 do Apêndice A.

Tabela 5.3 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais subdomínios tecnológicos entre 2001 e 2010.

<u>Subdomínio Tecnológico</u>	<u>2001</u>	<u>2010</u>	<u>Crescimento (%)</u>
<u>Química de Base</u>	280	307	9,6%
<u>Consumo das Famílias</u>	172	336	95,3%
<u>Procedimentos Técnicos</u>	212	246	16,0%
<u>Materiais – Metalurgia</u>	193	228	18,1%
<u>Meio Ambiente – Poluição</u>	186	182	-2,2%
<u>Farmacêuticos – Cosméticos</u>	127	115	-9,4%
<u>Produtos Agrícolas e Alimentares</u>	104	87	-16,3%
<u>Química Orgânica</u>	92	67	-27,2%
<u>Engenharia Médica</u>	102	137	34,3%
<u>Procedimentos Térmicos</u>	82	143	74,4%

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

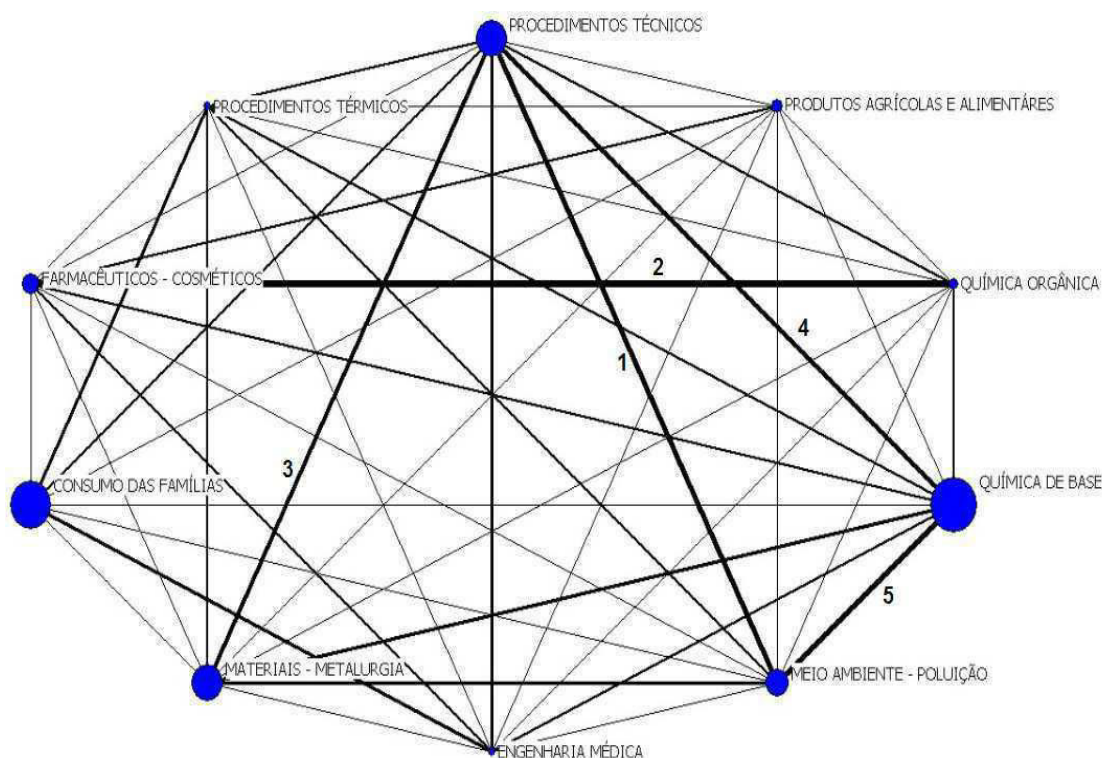
Por outro lado, os subdomínios tecnológicos Meio Ambiente e Poluição, Farmacêuticos – Cosméticos, Produtos Agrícolas e Alimentares e Química

Orgânica apresentaram declínio no período analisado. A evolução do patenteamento em carvão vegetal para todos os subdomínios tecnológicos identificados na pesquisa pode ser consultada na Tabela A2 do Apêndice A.

Dentre as relações de coocorrência entre os dez principais subdomínios tecnológicos no patenteamento associado ao carvão vegetal, destacam-se as existentes para Procedimentos Técnicos, Química de Base e Materiais – Metalurgia, como mostra a Figura 5.10, na qual se verifica também a diversidade de subdomínios e aplicações interconectados na área do carvão vegetal.

O subdomínio tecnológico Procedimentos Técnicos apresentou relações de coocorrência, especialmente com Meio Ambiente e Poluição, Materiais e Metalurgia, Química de Base e Engenharia Médica com, respectivamente, 1080, 889, 852 e 434 documentos de patentes em comum. Estas relações de coocorrência somaram 2959 depósitos e representam 10% do total de documentos recuperados entre 1952 e 2010.

As relações de coocorrência para o subdomínio Química de base somaram 2422 documentos de patentes, representando 8,2% do total de documentos recuperados. Destaque para as relações existentes com, Meio Ambiente e Poluição e Materiais e Metalurgia com, respectivamente 836 e 523 documentos de patentes em comum. Para o subdomínio Materiais e Metalurgia, as relações de coocorrência somaram 1546 depósitos, representado 5,2% do total de documentos recuperados.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.10 Rede de cocorrência entre os 10 principais subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes em carvão vegetal no período de 1952-2010. Os relacionamentos mais importantes estão destacados em ordem numérica.

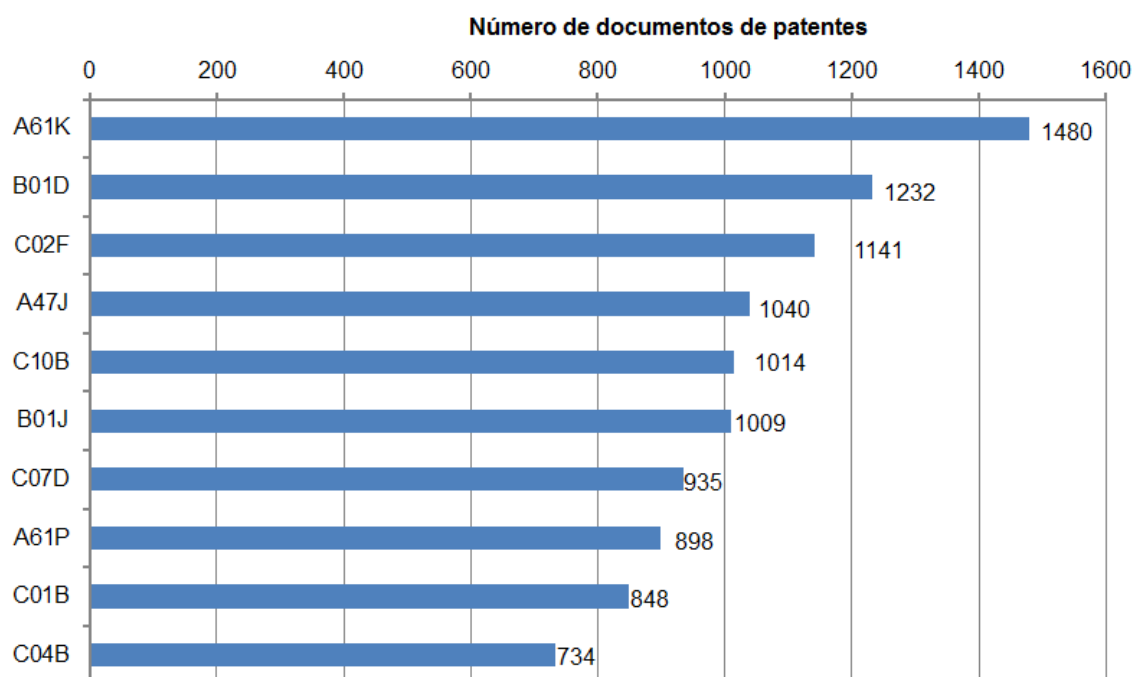
5.1.3 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal com base na classificação internacional de patentes (CIP)

O patenteamento mundial em carvão vegetal engloba uma grande variedade de assuntos tecnológicos, quando baseados na classificação internacional de patentes (CIP), como pode ser observado na Tabela 5.4. O código A61K foi o que apresentou o maior número de documentos de patentes associados ao carvão vegetal no período de 2001 a 2010, como pode ser observado na Figura 5.11 e na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 Principais assuntos tecnológicos associados ao carvão vegetal (códigos CIP de 4 dígitos) entre 2001 e 2010.

<u>Código CIP</u>	<u>Descrição</u>	<u>Ano</u>		<u>Crescimento</u>
		<u>2001</u>	<u>2010</u>	<u>(%)</u>
<u>A61K</u>	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas	122	111	-9,0%
<u>B01D</u>	Separação	127	141	11,0%
<u>C02F</u>	Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos	108	121	12,0%
<u>A47J</u>	Equipamento de cozinha; moedores de café; moedores de especiarias; aparelhos para fazer bebidas	68	130	91,2%
<u>C10B</u>	Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas para produção de gás, coque, alcatrão ou substâncias similares	95	132	38,9%
<u>B01J</u>	Processos químicos ou físicos, por ex., catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos	109	101	-7,3%
<u>C07D</u>	Compostos heterocíclicos	75	58	-22,7%
<u>A61P</u>	Atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais	57	77	35,1%
<u>C01B</u>	Elementos não-metálicos; seus compostos	66	97	47,0%
<u>C04B</u>	Cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, por ex., argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica; refratários; tratamento da pedra natural	73	69	-5,5%

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.11 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais assuntos tecnológicos no período de 2001 a 2010.

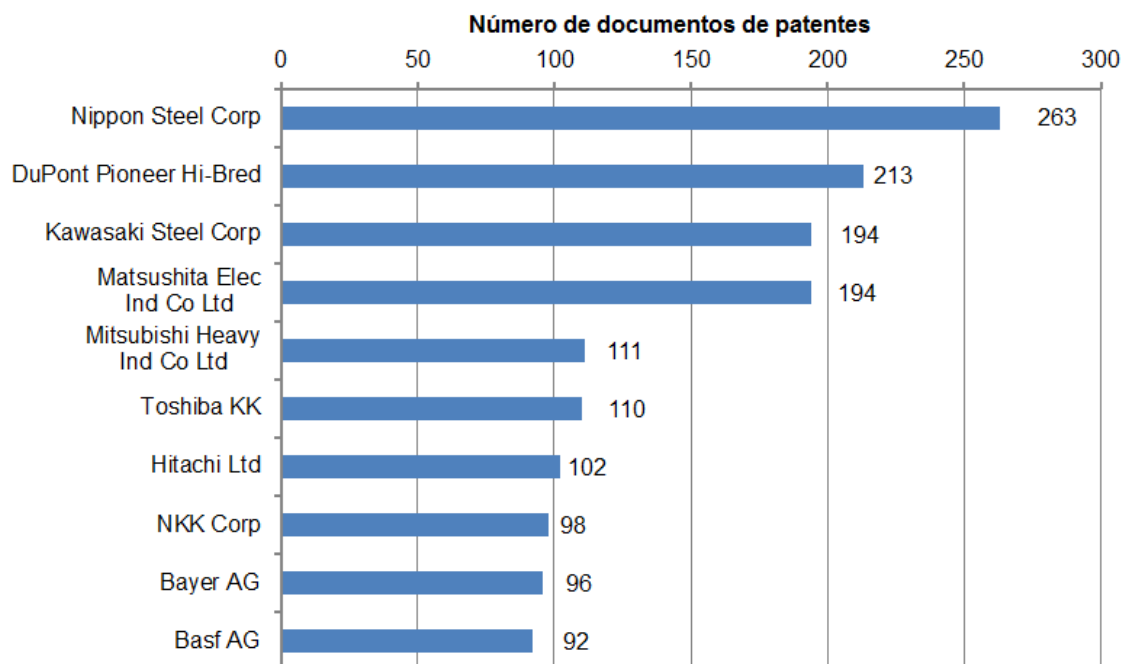
Essa diversidade de códigos associados ao patenteamento em carvão vegetal evidencia uma significativa variedade de aplicações deste material e dos subprodutos de sua produção. Entre os anos de 2001 e 2010, as dez principais classificações somaram 7344 documentos de patentes, concentrando 44,5% do total de depósitos do período. Entre os dez principais códigos, A47J, C01B, C10B e A61P foram os que apresentaram maior crescimento no número de documentos de patentes associados a carvão vegetal, como se observa na Tabela 5.4.

Enquanto a maioria dos dez principais assuntos tecnológicos (códigos CIP de 4 dígitos) apresentaram crescimento no número de documentos de patentes entre 2001 e 2010, os códigos A61K, B01J, C07D e C04B apresentaram redução no período.

5.1.4 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no mundo

O patenteamento mundial em carvão vegetal é distribuído entre muitos titulares, desde grandes corporações a pessoas físicas. Por exemplo, os dez principais patenteadores somam apenas 1456 documentos de patentes, o que representa 4,9% do total de documentos recuperados entre 1952 e 2010.

Os dez principais titulares dos documentos de patentes em carvão vegetal (entre 1952 e 2010) são empresas multinacionais de grande porte que atuam em diversos setores tais como siderúrgico (Nippon Steel, Kawasaki Steel, NKK), eletrônico (Matsushita, Hitachi), químico (BASF, Bayer), agropecuário (DuPont Pioneer Hi-Bred) e multi-setores (Mitsubishi Heavy Industries), como pode ser visto na Figura 5.12.



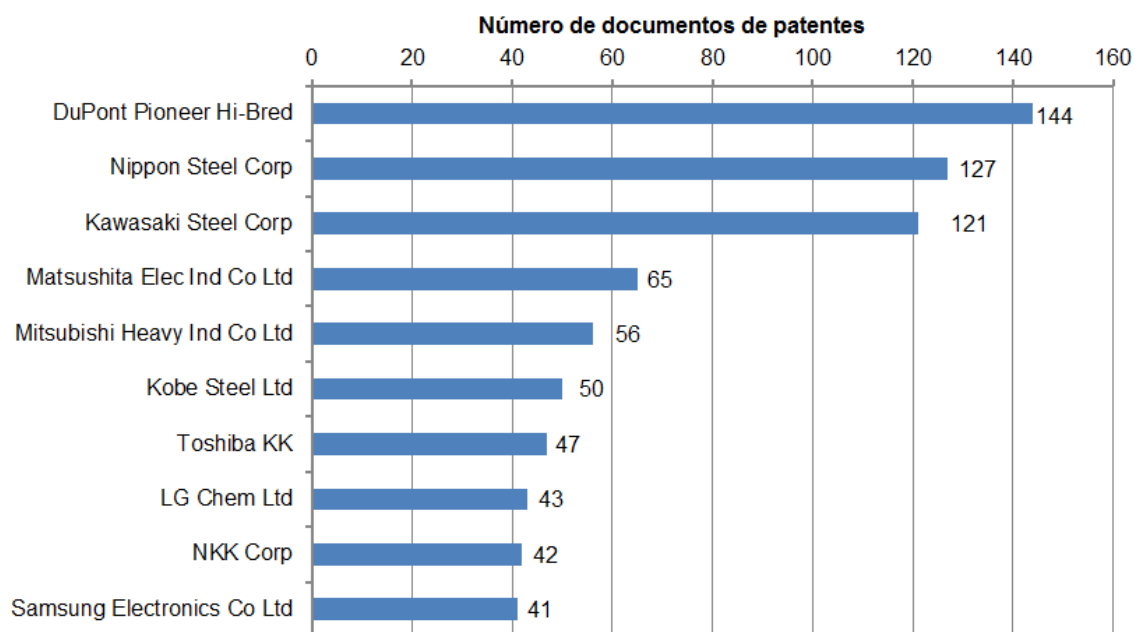
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.12 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal entre 1952 e 2010.

Dentre as dez principais empresas titulares de patentes em carvão vegetal para o período de 1952-2010, sete são japonesas, duas alemãs e uma americana. A liderança do Japão, como país com o maior número de

documentos de patentes relacionados a carvão vegetal, é refletida também na maior quantidade de empresas japonesas entre os principais titulares desses documentos.

As empresas japonesas também apresentam proeminência entre os principais titulares de documentos de patentes depositados na última década (intervalo de 2001-2010). Dentre os dez principais titulares desse período, sete são empresas japonesas, duas são sul-coreanas e uma é norte americana, como pode ser observado na Figura 5.13. No período de 2001 e 2010, as principais empresas também são do ramo siderúrgico (Nippon Steel, Kawasaki Steel, Kobe Steel, NKK), eletrônico (Matsushita Electronics, Hitachi), químico (LG Chem), agropecuário (DuPont Pioneer Hi-Bred) e multi-setores (Mitsubishi Heavy Industries).



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.13 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal entre 2001 e 2010.

Quando comparada com o período total da pesquisa (de 1952 a 2010), a última década (2001-2010) apresenta três novas empresas na lista dos 10 principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal. Estas empresas são as sul-coreanas LG Chem Ltd e Samsung Electronics e a

japonesa Kobe Steel. As empresas alemãs Basf AG e Bayer AG que figuravam entre os principais titulares no período total da pesquisa depositaram, respectivamente, apenas 37 e 28 documentos de patentes em carvão vegetal entre 2001 e 2010. A empresa japonesa Hitachi, que também está entre os principais titulares no período de 1952-2010, depositou somente 13 patentes na última década.

Entre 2001 e 2010, a empresa americana DuPont Pioneer Hi-Bred foi a principal depositante de documentos de patentes em carvão vegetal, como pode ser observado na Figura 5.13. Do seu total de 144 documentos de patentes depositados no período, 93,8% delas estão associados ao subdomínio Produtos Agrícolas e Alimentares, que é a principal área de atuação da empresa, como pode ser observado na Tabela A3 do Apêndice A.

O segundo principal titular é a empresa japonesa Nippon Steel que tem como principais áreas de patenteamento os subdomínios Química de Base e Materiais – Metalurgia. A empresa depositou 63,8% e 31,5% dos documentos nesses respectivos subdomínios entre 2001 e 2010. A Kawasaki Steel (terceiro principal titular) também explorou, principalmente, esses dois subdomínios nessa última década pesquisada, como pode ser observado na Tabela A3 do Apêndice A, sendo 62,8% das patentes relacionadas a Materiais e Metalurgia e 35,5% a Química de Base. As empresas japonesas do setor siderúrgico Kobe Steel e NKK Corp também concentraram seus depósitos nesses dois subdomínios com, respectivamente 86,0% e 78,6% dos documentos depositados nessa década (2001-2010) abrangida na pesquisa.

O quarto principal titular em documentos de patentes em carvão vegetal entre 2001 e 2010 é a empresa japonesa Matsushita Elec Ind, que depositou 69,2% dos documentos nas áreas de componentes elétricos e audiovisual, sua principal área de atuação. Por outro lado, houve maior diversificação dos subdomínios no patenteamento das empresas japonesas Mitsubishi Heavy Ind e Toshiba KK, que tiveram respectivamente 92,9% e 63,8% dos seus documentos depositados nos subdomínios Química de Base, Meio Ambiente e Poluição, Procedimentos Técnicos e Materiais – Metalurgia, conforme Tabela A3 do Apêndice A.

As empresas sul coreanas LG Chem e Samsung Eletronics são as únicas asiáticas não japonesas dentre os dez principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no período de 2001 a 2010. Ambas as empresas apresentaram um patenteamento diversificado com relação aos subdomínios tecnológicos. A LG Chem depositou 58,1% das patentes nas áreas de Componentes Elétricos, Procedimentos Térmicos, Procedimentos Técnicos e Trabalho com Materiais. Já a Samsung Eletronics depositou 65,9% dos documentos nos subdomínios Componentes Elétricos, Ótica, Procedimentos Técnicos e Materiais – Metalurgia, como pode ser observado na Tabela A3 do Apêndice A.

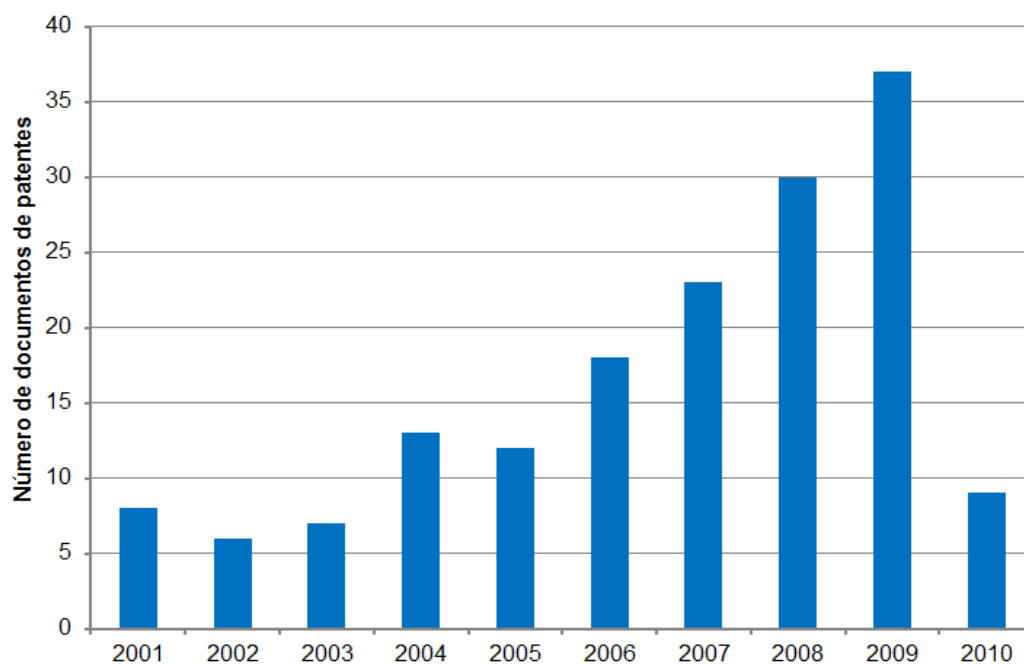
5.2 Patenteamento em carvão vegetal no Brasil

5.2.1 Evolução dos documentos de patentes em carvão vegetal no Brasil

O Brasil teve um total de 333 documentos de patentes originários no país entre 1952 e 2010, o que lhe confere o décimo lugar como patenteador em carvão vegetal, mas sendo esse um valor significativamente menor do que as quantidades de patentes depositadas pelos países mais proeminentes, como Japão, Coreia do Sul, China, EUA e Alemanha, como ilustrado na Figura 5.4. Também no caso do Brasil, o período de 2001 a 2010 concentrou a maioria dos documentos de patentes originados no país, com 163 documentos, o que representa 48,8% do total.

O ano de 2009 apresentou o maior número de registros de patentes na última década pesquisada, como ilustra a Figura 5.14. Entre 2001 e 2009 houve um crescimento de 362,5% no número de documentos de patentes. O ano de 2010 teve apenas nove documentos de patentes originados no Brasil e registrados na base DII, provavelmente devido à desatualização da base de dados de patentes em relação ao patenteamento brasileiro nesse último ano do período pesquisado. Apesar desse crescimento substancial em 2009 quando comparado a 2001, o mesmo representou uma quantidade absoluta muito inferior à dos demais países relevantes em tecnologia e produção de carvão

vegetal. Isso indica um provável baixo investimento brasileiro em pesquisa e desenvolvimento nessa área, quando comparado ao dos outros principais atores mundiais do patenteamento desse material e dos produtos derivados de sua produção.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.14 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal originados no Brasil entre 2001 e 2010.

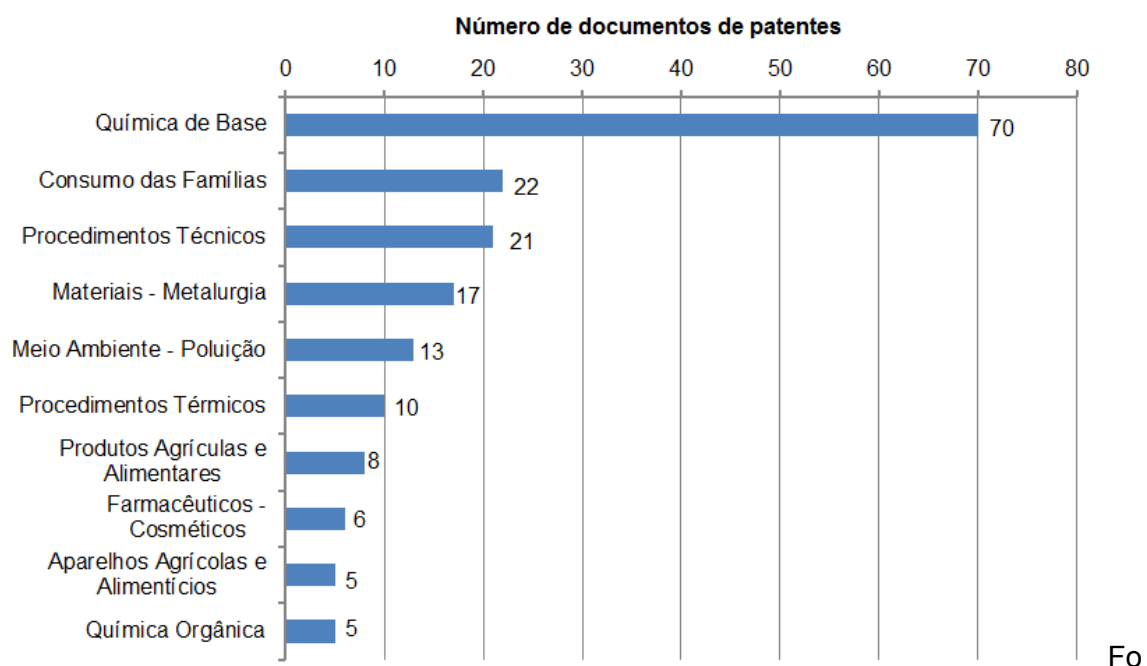
5.2.2 Principais subdomínios tecnológicos em carvão vegetal no Brasil

Os principais subdomínios tecnológicos associados a documentos de patentes em carvão vegetal originados no Brasil, entre 2001 e 2010, são bem semelhantes aos do patenteamento mundial, como pode ser visto comparando-se as Figuras 5.15 e 5.9.

Química de Base é o principal subdomínio tecnológico, com 70 documentos, número bem maior do que os demais. Houve, nesse subdomínio, um crescimento expressivo no período, passando de três documentos de patentes em 2001 para 17 documentos em 2009, como mostrado na Tabela B1

do Apêndice B, que também mostra a provável desatualização da base DII para os dados brasileiros nesse subdomínio em 2010.

O subdomínio Materiais – Metalurgia está entre as principais áreas de patenteamento em carvão vegetal no Brasil. A área apresentou certa regularidade no número anual de patentes associadas ao carvão vegetal ao longo da década, conforme observado na Tabela B1 do Apêndice B.



nte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.15 Número de documentos de patentes originados no Brasil para os principais subdomínios em carvão vegetal entre 2001 e 2010.

5.2.3 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal no Brasil com base classificação internacional de patentes (CIP)

Os documentos de patentes em carvão vegetal depositados no Brasil abrangem uma diversificada gama de assuntos tecnológicos. Dentre os dez principais assuntos, considerando-se os códigos CIP de quatro dígitos dos documentos depositados no país, seis são similares aos do patenteamento mundial, mostrando relativa sintonia nacional com as tendências mundiais, como se observa na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal no Brasil (códigos CIP de 4 dígitos) entre 2001 e 2010.

<u>Código</u> <u>CIP</u>	<u>Descrição</u>	<u>Nº de documentos</u>	
		<u>Brasil</u>	<u>Mundo</u>
<u>C10B</u>	Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas para produção de gás, coque, alcatrão ou substâncias similares	37	1014
<u>C10L</u>	Combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G ou C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo	25	707
<u>A47J</u>	Equipamento de cozinha; moedores de café; moedores de especiarias; aparelhos para fazer bebidas	19	1040
<u>B01D</u>	Separação	12	1232
<u>C02F</u>	Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos	8	1141
<u>C07C</u>	Compostos acíclicos ou carbocíclicos	6	556
<u>A61K</u>	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas	6	1480
<u>C05F</u>	Fertilizantes orgânicos não abrangidos pelas subclasses C05B, C05C, por ex., fertilizantes resultantes do tratamento de lixo ou refugos	5	192
<u>B01J</u>	Processos químicos ou físicos, por ex., catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos	5	1009
<u>C22B</u>	Produção ou refino de metais; pré-tratamento de matérias-primas	5	172

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Os depósitos anuais de documentos de patentes no Brasil para os principais assuntos tecnológicos foram irregulares ao longo dos anos pesquisados, sendo que apenas o código C10L teve depósitos em todos os anos do intervalo, como pode ser visto na Tabela B2 do Apêndice B.

5.2.4 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no Brasil

A titularidade dos documentos de patentes em carvão vegetal originados no Brasil, entre 2001 e 2010, é bem diversificada. A maioria dos titulares são pessoas físicas, mas entre os dez principais titulares figuram apenas empresas e instituições, como pode ser visto na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal originados no Brasil entre 2001 e 2010.

<u>Titular</u>	<u>Nº de doc. de patente</u>
Rima Agropecuária & Serviços Ltda	9
Suzano Papel e Celulose S.A	4
UNICAMP	4
USP	4
V&M do Brasil S.A.	3
Acesita S.A	2
Braco Importadora e Exportadora S. A	2
Bricarbras Briquetagem e Carbonização Ltda	2
Hoken Int Co Ltda	2
Holytech Tecnologia Sustentável Ltda	2

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Entre 2001 e 2010, a empresa do setor agropecuário Rima Agropecuária concentrou seus depósitos de documentos de patentes em carvão vegetal no subdomínio tecnológico Química de Base, com 8 dos seus 9 depósitos (88,9%). Já a Suzano Papel e Celulose depositou 3 de seus 4 documentos de patentes (75%) no subdomínio Produtos Agrícolas e Alimentares.

As universidades USP e UNICAMP depositaram seus quatro documentos de patentes em carvão vegetal de forma bem diversificada, em termos de subdomínios tecnológicos. Entre 2001 e 2010, os documentos da USP abrangeram Meio Ambiente e Poluição, Química Orgânica, Tratamento de

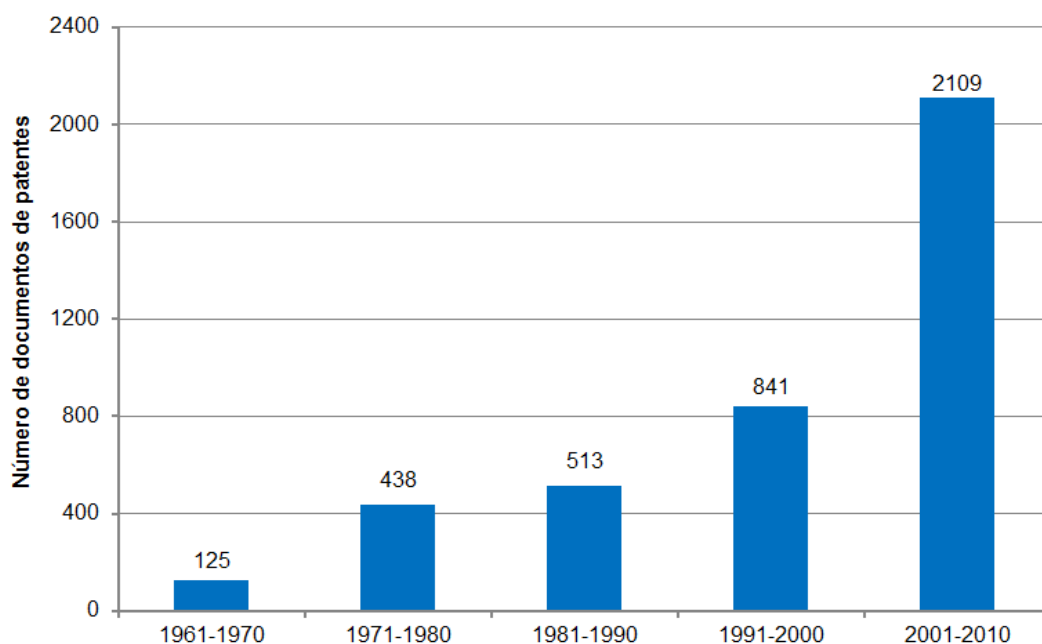
Superfície, Materiais – Metalurgia e Farmacêuticos – Cosméticos, enquanto que os da UNICAMP abrangeram Procedimentos Técnicos, Química de Base, Materiais – Metalurgia, Química Orgânica, Análise – Mensuração – Controle e Farmacêuticos – Cosméticos.

As empresas do setor siderúrgico V&M do Brasil e Acesita S.A, bem como as empresas Braco Importadora e Exportadora Ltda e Holytech Tecnologia Sustentável, concentraram todos os seus depósitos de documentos de patentes no subdomínio tecnológico Química de Base no período de 2001 a 2010. Por outro lado, os documentos da empresa Bricarbras Briquetagem e Carbonização abrangeram Química de Base e Procedimentos térmicos, enquanto que os da empresa Hoken Int Co Ltda abrangeram Procedimentos Técnicos e Análise – Mensuração – Controle.

5.3 Patenteamento em carvão vegetal no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia

5.3.1 Evolução e distribuição geográfica dos documentos de patentes em carvão vegetal para o subdomínio Materiais – Metalurgia

Assim como no patenteamento mundial, o número de documentos de patentes em carvão vegetal associados ao subdomínio Materiais – Metalurgia evoluiu significativamente ao longo das décadas, com destaque para a última analisada (2001-2010), como mostrado na Figura 5.16. A última década também concentrou a maioria dos documentos de patentes relacionados ao subdomínio Materiais – Metalurgia, (52,4% do total) e apresentou crescimento de 150,8% em relação ao período anterior (1991-2000).



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.16 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal associado ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia por década no período de 1961 a 2010.

O ano de 2009 apresentou o maior número de documentos de patentes em carvão vegetal relacionados ao subdomínio Materiais – Metalurgia no período entre os anos de 2001 e 2010, como pode ser visto na Figura 5.17, sendo que este último ano provavelmente sofreu influência da desatualização da base de dados DII, como observado em outros indicadores analisados. O ano de 2009 apresentou crescimento de 43,0% em relação a 2001 e de 15,0% em relação ao ano anterior (2008).

A segunda metade da década (2006-2010), assim como no patenteamento mundial em carvão vegetal, também apresentou um número de documentos mais elevado do que a primeira metade (2001-2005), como se observa nas Figuras 5.2 e 5.17. Essa evolução também se deve ao crescimento do patenteamento da Coreia do Sul e da China no subdomínio para o período pesquisado (Tabela C1 do Apêndice C).

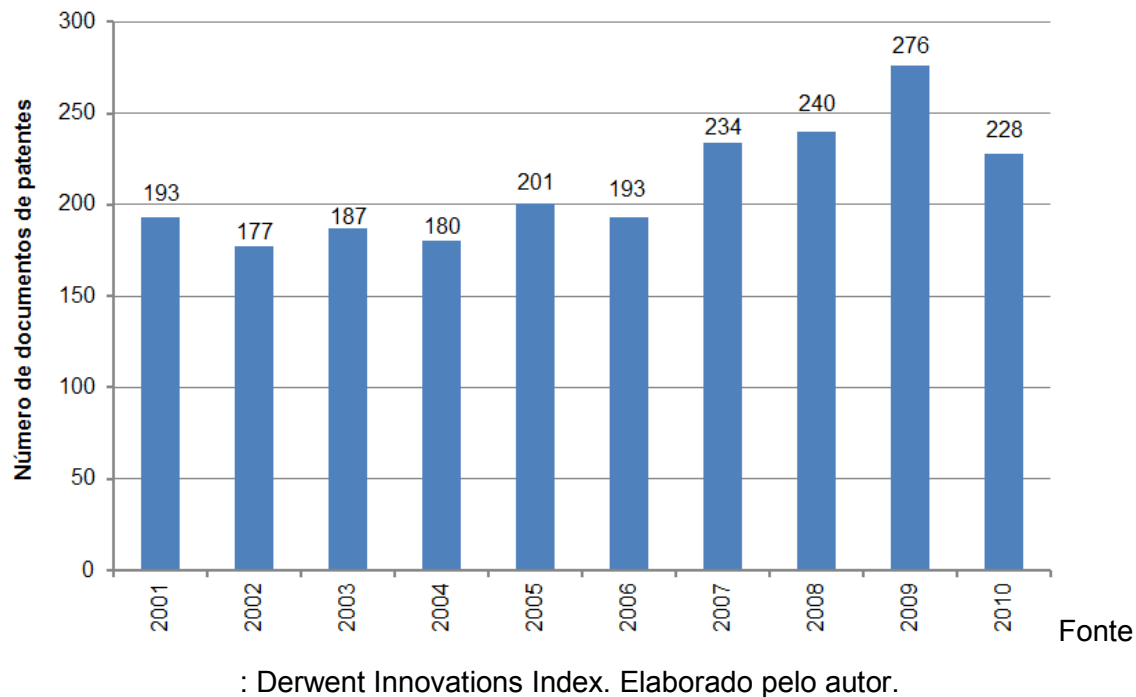
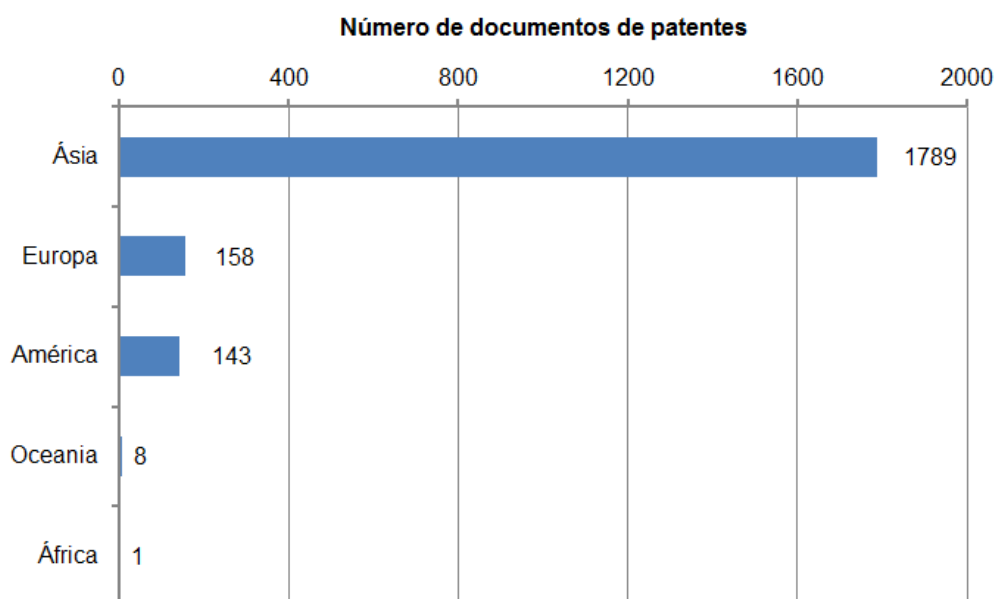


Figura 5.17 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal associado ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia no período de 2001 a 2010.

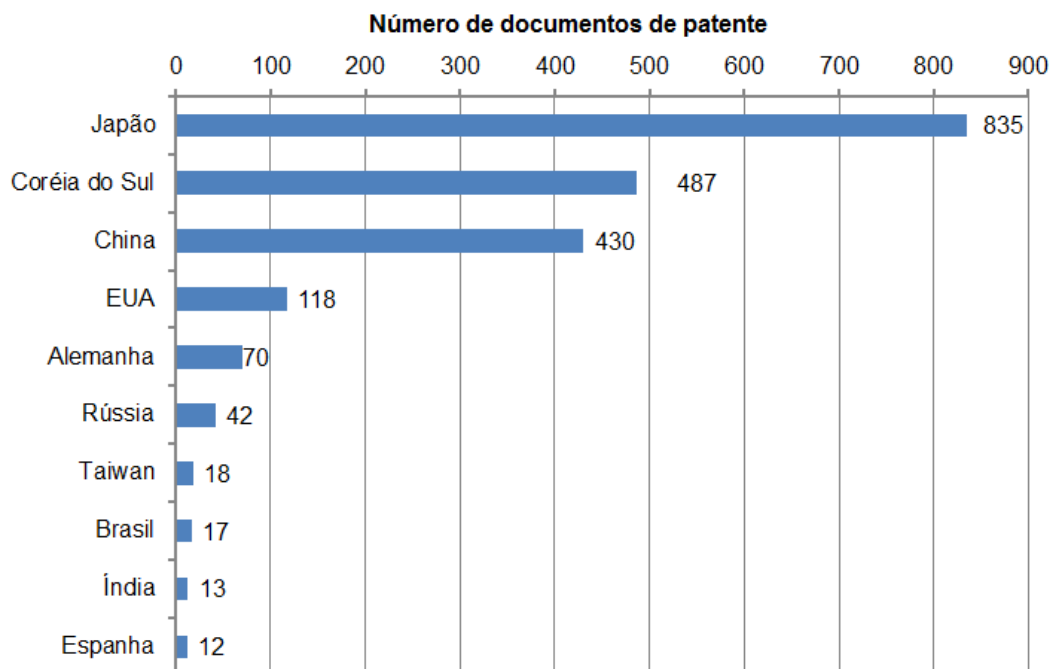
A Ásia concentrou a grande maioria dos documentos de patentes em carvão vegetal associados ao subdomínio Materiais – Metalurgia, seguido por Europa e América, sendo responsável no conjunto de 2001 a 2010 por 1789 documentos (85,2% do total), como mostra a Figura 5.18. Por outro lado, Oceania e a África tiveram uma participação insignificante no patenteamento em carvão vegetal nesse subdomínio para o mesmo intervalo de tempo.

Como observado no patenteamento mundial em carvão vegetal, o Japão é o principal país de origem de documentos de patente em carvão vegetal dentro do subdomínio Materiais – Metalurgia. Em segundo lugar está Coréia do Sul, seguida de perto pela China, como ilustra a Figura 5.19. O Brasil aparece entre os dez principais países patenteadores em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia ocupando a oitava posição, no entanto, em valores absolutos, o número de documentos de patentes depositados pelo Brasil é bem inferior ao de países de maior proeminência.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 5.18 Número de documentos de patentes em carvão vegetal relacionado ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia por continente de 2001 a 2010.



Font

e: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 5.19 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais países patenteadores no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia entre 2001 a 2010.

Embora o Japão lidere o ranking dos principais países patenteadores em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia, o país teve uma diminuição de 52,2% nos depósitos entre 2001 e 2010. A redução apresentada pelo Japão reforça a provável substituição dessa matéria-prima por outras fontes e reflete os indicadores apresentados no relatório da WIPO ^[69,71].

A China apresentou o maior crescimento no número de documentos dentro do subdomínio Materiais – Metalurgia na última década. Em 2001, 9 documentos de patentes foram originados na república chinesa e, em 2010, essa quantidade de documentos cresceu para 90 patentes, representando um crescimento de 900%, como pode ser observado na Tabela C1 do Apêndice C.

A Coréia do Sul também apresentou um aumento significativo no número de documentos de patentes depositados no período de 2001 a 2010 com 69,7% de crescimento. Por outro lado, EUA e Alemanha apresentaram redução, respectivamente de 45,5% e 70,0% no patenteamento. O Brasil originou apenas um documento de patente em 2001 e outros dois documentos em 2010, com uma participação muito modesta no total mundial presenciado nesse período.

5.3.2 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia com base classificação internacional de patentes (CIP)

Os assuntos tecnológicos representados pelos códigos CIP de 4 dígitos associados aos documentos de patentes em carvão vegetal são bastante diversificados dentro do subdomínio Materiais – Metalurgia, como pode ser visto na Tabela 5.7. Os dez principais assuntos tecnológicos nesse subdomínio somam 1937 documentos de patentes, concentrando 91,8% do total dos registros recuperados entre 2001 e 2010. Os dois principais assuntos tecnológicos, os códigos C01B e C04B, somaram 1537 documentos de

patentes relacionados a carvão vegetal, representando 72,9% do patenteamento no subdomínio Materiais – Metalurgia.

Tabela 5.7 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal relacionado ao subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010.

Classificação Internacional de Patente	Número de Patentes		
	Total	2001	2010
C01B Elementos não-metálicos; seus compostos	848	66	97
C04B Cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, por ex., argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica; refratários; tratamento da pedra natural	734	73	69
B01J Processos químicos ou físicos, por ex., catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos	301	37	27
C22C Ligas	193	34	16
C22B Produção ou refino de metais; pré-tratamento de matérias-primas	172	12	27
B01D Separação	145	13	18
B09B Eliminação de resíduo sólido	136	13	11
C10B Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas para produção de gás, coque, alcatrão ou substâncias similares	129	19	13
C02F Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos	119	13	8
C21D Modificação da estrutura física de metais ferrosos; dispositivos gerais para o tratamento térmico de metais ou ligas ferrosas ou não ferrosas; maleabilização de metais por descarburização, revenimento, ou outros tratamentos	100	12	9

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Entre os dez principais assuntos tecnológicos, três estão diretamente relacionados com o setor siderúrgico ou produtor de ligas metálicas, os quais são os códigos C22C, C22B e C21D, reforçando a importância do carvão vegetal para o setor. Entre esses três códigos, apenas o código C22B apresentou evolução no número de documentos de patentes no período de 2001 e 2010, enquanto os códigos C22C e C21D apresentaram redução, respectivamente de 52,9% e 25,0%, como pode ser observado na Tabela C2 do Apêndice C. Para o caso específico do código C04B, o mesmo apresentou uma leve redução de 5,5% no período entre 2001 e 2010, o que provavelmente está relacionado com a hipótese de a base de dados de patentes (Derwent Index) ainda não ter indexado todos os documentos de patentes depositados em 2010.

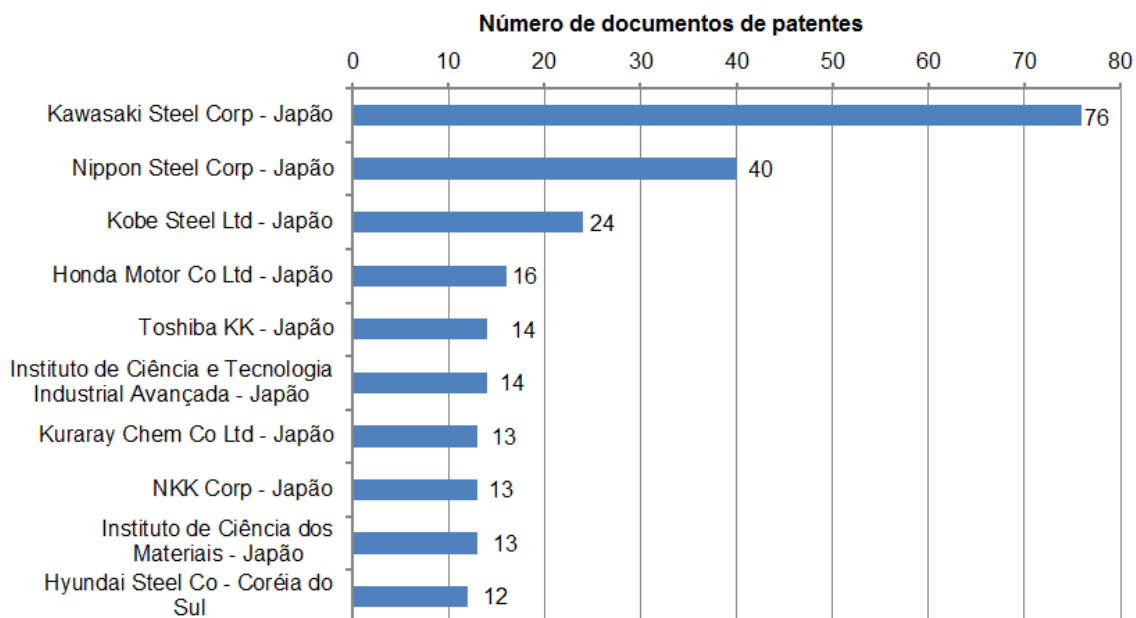
Embora os códigos B01J, B01D, B09B, C10B e C02F figurem entre os principais assuntos tecnológicos relacionados ao subdomínio Materiais – Metalurgia, na realidade os mesmos não estão associados ao subdomínio segundo a classificação OST, como pode ser observado comparando-se as Tabelas 5.7 e 4.2. Esse resultado se deve a possibilidade de um mesmo documento de patente poder ser classificado com mais de um código CIP. Além disso, esse resultado reforça a multidisciplinaridade ou interdisciplinaridade do subdomínio Materiais – Metalurgia com outras áreas, tais como Procedimentos Técnicos (códigos CIP B01J e B01D), Meio Ambiente – Poluição (códigos CIP B09B e C02F) e Química de Base (código CIP C10B).

5.3.3 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia

As empresas e instituições japonesas representam 9 entre os 10 principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal relacionados ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia para o período de 2001 a 2010, sendo o outro integrante do grupo a empresa sul coreana Hyundai Steel, como se observa na Figura 5.20.

Dentre os 10 principais titulares no subdomínio, 5 são empresas relacionadas com o setor siderúrgico, mostrando a importância da aplicação do carvão vegetal neste ramo. A presença do Instituto Japonês de Ciência e Tecnologia Industrial Avançada (AIST) e do Instituto Japonês de Ciência dos Materiais (NIMS) entre os principais titulares, mostra o interesse e importância do carvão vegetal na política de desenvolvimento tecnológico do país na área de materiais e metalurgia.

Para o subdomínio Materiais – Metalurgia, as empresas Kawasaki Steel, Nippon Steel, Kobe Steel e NKK Corp, concentraram, respectivamente, 88,2%, 87,5%, 91,7% e 76,9% dos seus depósitos de documentos de patentes em carvão vegetal no seguinte grupo de assuntos tecnológicos (códigos CIP de 4 dígitos): Ligas (C22C), Modificação da Estrutura Física de Metais Ferrosos (C21D), Produção ou Refino de Metais (C22B) e Manufatura de Ferro ou Aço (C21B). Isso mostra uma sintonia de patenteamento entre as empresas do setor siderúrgico japonês.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.20 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010.

Por outro lado, a empresa coreana Hyundai Steel priorizou seu patenteamento em assuntos tecnológicos diferentes dos concorrentes japoneses, concentrando 91,7% dos seus depósitos no seguinte grupo de códigos: Elementos Não-Metálicos (C01B), Separação (B01D), Processos Químicos ou Físicos (B01J) e Eliminação de Resíduo Sólido (B09B). O detalhamento das áreas de depósitos dos principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no subdomínio pode ser observado na Tabela C3 do Apêndice C.

As empresas japonesas Honda Motor, Toshiba KK e Kuraray Chem, bem como os institutos de Ciência e Tecnologia Avançada e de Ciência dos Materiais, concentraram, respectivamente, 56,3%, 57,1%, 100,0%, 71,4% e 61,5% dos seus depósitos de documentos de patentes em carvão vegetal no assunto tecnológico Elementos não-metálicos (C01B). Como pode ser observado na Tabela 5.7, o código C01B é o principal assunto tecnológico de patenteamento em carvão vegetal associado ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia.

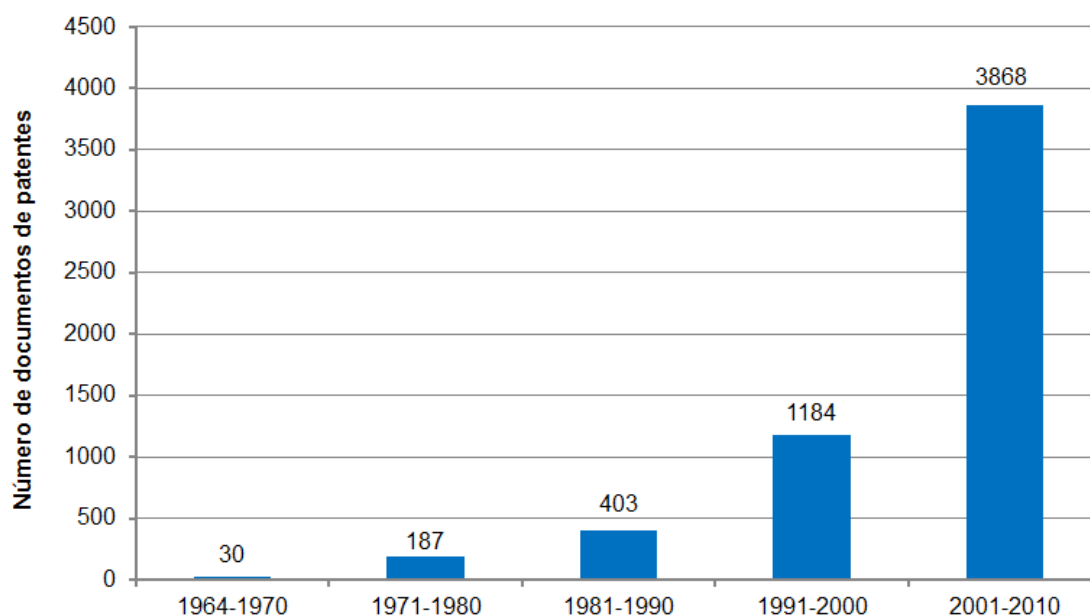
5.4 Documentos de patentes em carvão vegetal relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas

5.4.1 Evolução temporal e distribuição geográfica

Os documentos de patentes em carvão vegetal relacionados com aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas apresentaram uma evolução temporal muito semelhante ao do patenteamento mundial e subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia, como pode ser visto na Figura 5.21, em comparação com as Figuras 5.1 e 5.16. Entre 1964 e 2010 foram depositados 5672 documentos associados a essa categorização, o que representa 19,2% do total dos registros recuperados na pesquisa.

A última década (2001-2010) também concentrou a grande maioria dos documentos de patentes na área de aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, como mostrado na Figura 5.21. Esse último período foi responsável

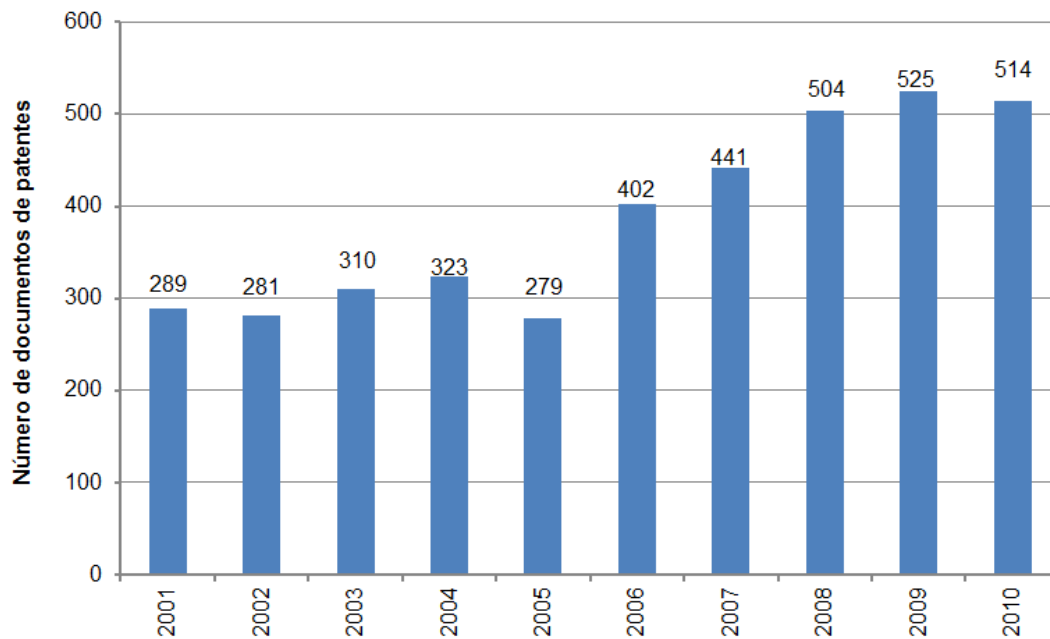
por 68,2% dos documentos depositados ao longo de todo o intervalo de 1964-2010 e representou um crescimento de 226,7% em relação à década anterior (1991-2000).



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.21 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas por década no período de 1964 a 2010.

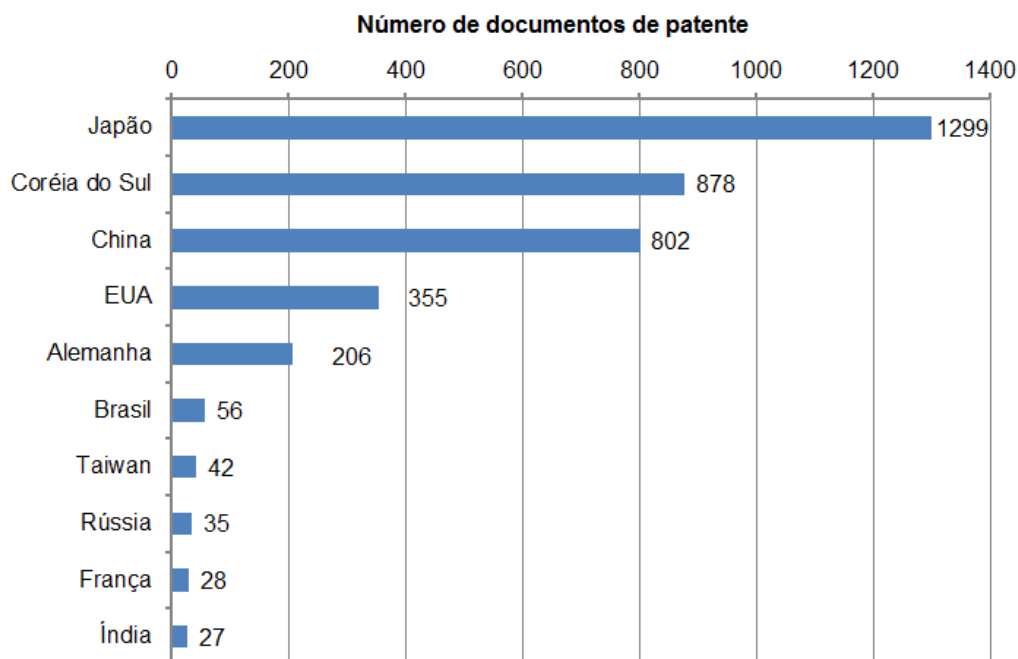
Também foi verificado que a segunda metade da última década apresentou uma maior quantidade de depósitos de documentos de patentes em carvão vegetal, como mostrado na Figura 5.22. Esse crescimento, de maneira similar ao resultado do patenteamento mundial em carvão vegetal, também foi influenciado principalmente pelo crescimento dos depósitos da Coreia do Sul e da China, como mostrado na Tabela D1 do Apêndice D.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.22 Evolução do número de documentos de patentes em carvão vegetal na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas no período de 2001 a 2010.

Para a década de 2001-2010, os principais países de origem dos documentos de patentes em carvão vegetal relacionados à categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas são bem semelhantes aos mostrados para o patenteamento mundial e para o subdomínio Materiais – Metalurgia nesse mesmo intervalo, como se observa na Figura 5.23.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.23 Número de documentos de patentes em carvão vegetal para os principais países patentadores na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 a 2010.

Os 5 principais países patentadores (Japão, Coréia do Sul, China, EUA e Alemanha) em carvão vegetal dentro da categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas somam 3540 documentos de patentes depositados na última década (2001-2010), representando 91,5% do total desse intervalo. O Brasil é o sexto principal patenteador dentro da categorização, mas com quantidade inexpressiva de 56 documentos de patentes, quando comparado com os outros principais países, apesar do crescimento de 500,0% no número de documentos de patentes brasileiros nessa categorização no período pesquisado.

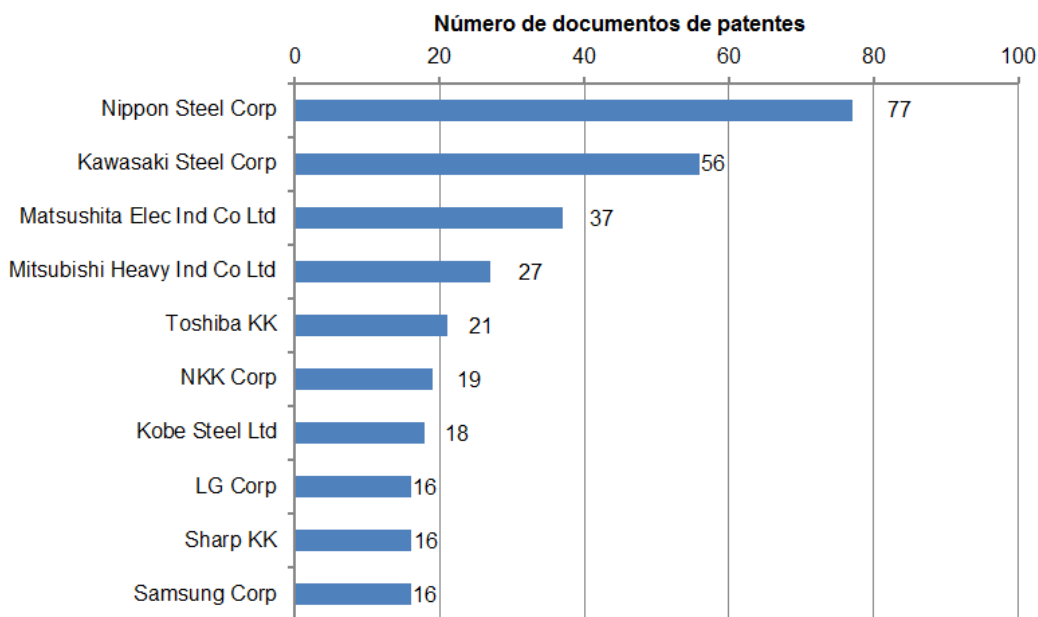
Entre 2001 e 2010, o Japão foi o principal patenteador de tecnologias associadas a essa categorização com 1299 documentos, evidenciando a tradição japonesa de interesse e domínio tecnológico no desenvolvimento de aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas em geral. Embora seja o principal país de origem dos documentos de patentes nessa categorização, o Japão também apresentou declínio no número de documentos depositados,

com redução de 43,6%. Por outro lado, Coréia do Sul e China apresentaram crescimento respectivamente de 204,4% e 3640,0% na quantidade de depósitos, como pode ser observado na Tabela D1 do Apêndice D. Este fato mostra o interesse e provável investimento expressivo que esses países têm realizado na pesquisa, desenvolvimento e fabricação de máquinas e equipamentos voltados para o carvão vegetal.

5.4.2 Principais titulares e principais assuntos tecnológicos

Assim como para os indicadores tecnológicos desenvolvidos em carvão vegetal para o patenteamento mundial e para o subdomínio Materiais – Metalurgia no período de 2001 a 2010, os principais titulares de documentos de patentes na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas são empresas japonesas, como ilustra o gráfico da Figura 5.24. Entre os dez principais titulares no período de 2001 a 2010, há oito empresas japonesas e duas sul coreanas (LG Corp e Samsung Corp), o que evidencia a hegemonia do Japão no conhecimento e desenvolvimento do carvão vegetal e mostra que a Coréia do Sul está investindo forte na produção científica e tecnológica relacionada a esse material.

Entre 2001 e 2010, as empresas do setor siderúrgico Nippon Steel, Kawasaki Steel e NKK Corp, bem como a empresa Mitsubishi Heavy Ind, concentraram seus depósitos aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas que promovem a destilação destrutiva de substâncias carbonáceas para produção de gás, coque, alcatrão ou substâncias similares, o que mostra o interesse desses titulares na produção e aproveitamento dos subprodutos da carbonização de materiais orgânicos, como pode ser observado na Tabela D2 do Apêndice D. Por outro lado, a também empresa do setor siderúrgico Kobe Steel concentrou seus depósitos nas áreas mais diretamente relacionadas ao setor como manufatura de ferro e aço, produção ou refino de metais e ligas metálicas.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 5.24 Principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas para o período de 2001 a 2010.

Na última década (2001-2010), as empresas Matsushita Elect Ind, Toshiba KK, LG Corp, Sharp KK e Samsung Corp apresentaram um patenteamento diversificado, englobando várias assuntos tecnológicos (códigos CIP de 4 dígitos) relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas. Os principais assuntos tecnológicos, priorizados pelos principais titulares na categorização, estão detalhados na Tabela D2 do Apêndice D.

A maioria dos documentos de patentes originados no Brasil relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas foram depositados por pessoas físicas. Dos 56 documentos de patentes originados no país, apenas 26 têm empresas como titulares, como pode ser observado na Tabela 5.8. Em números absolutos, as empresas nacionais depositaram quantidades insignificantes de documentos de patentes, quando comparadas com os principais titulares.

Tabela 5.8 Principais titulares brasileiros de documentos de patentes em carvão vegetal relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 e 2010.

<u>Titular</u>	<u>Nº de documentos de patente</u>
Rima Agropecuária & Serviços Ltda	6
Acesita S.A	2
Bricarbras Briquetagem e Carbonização Ltda	2
K&K Tecnologias Ind S.A	2
V&M do Brasil S.A.	1
Petrobrás Petróleo Brasil S.A	1
Braco Importadora e Exportadora S. A	1
Empresa de Cimento Liz S.A.	1
Holytech Tecnologia Sustentável Ltda	1
Brasil Recycle S.A	1

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Os documentos de patentes em carvão vegetal associados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas estão classificados dentro de uma vasta variedade de assuntos tecnológicos. Os dez principais assuntos tecnológicos somaram 2158 documentos de patentes o que representa 55,8% das patentes dessa categorização.

Como pode ser observado na Tabela 5.9, entre 2001 e 2010, o principal código CIP associado a esta categorização é o código C10B que apresentou crescimento de 46,2% e também é o principal assunto tecnológico dos documentos de patentes originados no Brasil (ver Tabela 5.5), bem como o principal código de depósito de alguns dos principais titulares em documentos de patentes em carvão vegetal relacionados à categorização (ver Tabela D2 do Apêndice D).

Tabela 5.9 Principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal associados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 e 2010.

Classificação Internacional de Patente	Número de Patentes		
	Total	2001	2010
C10B Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas para produção de gás, coque, alcatrão ou substâncias similares	639	65	95
A47J Equipamento de cozinha; moedores de café; moedores de especiarias; aparelhos para fazer bebidas	501	23	64
B01D Separação	399	41	54
C02F Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos	355	26	33
B09B Eliminação de resíduo sólido	264	35	16
C10L Combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G ou C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo	199	17	20
C01B Elementos não-metálicos; seus compostos	176	14	29
F24B Estufas ou fogões domésticos para combustíveis sólidos; acessórios para uso relacionado com estufas ou fogões	160	11	16
F23G Fornos crematórios; incineração de refugos ou combustíveis de baixo teor por combustão	156	27	12
B01J Processos químicos ou físicos, por ex., catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos	145	15	14

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Dentre os dez principais assuntos tecnológicos referentes a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, os códigos A47J e C01B apresentaram os maiores crescimentos na última década (2001-2010) com, respectivamente, 178,3% e 107,1% de aumento no número de documentos de patentes. Esses códigos são o quarto e nono principais assuntos do patenteamento mundial em carvão vegetal (ver Tabela 5.4). Isso mostra sintonia entre os indicadores para o patenteamento mundial e da categorização, o que pode indicar uma tendência de áreas de pesquisa e desenvolvimento em carvão vegetal.

Os assuntos tecnológicos representados pelos códigos B01D, C02F, C10L e F24B também apresentaram aumento no número de documentos de patentes entre 2001 e 2010, com crescimentos respectivos de 31,7%, 26,9%, 17,6% e 45,5%, como pode ser observado na Tabela D3 do Apêndice D. Por outro lado, os códigos B09D, F23G e B01J apresentaram um declínio, com reduções respectivas de 54,3%, 55,6% e 6,7%.

Os resultados obtidos para os principais assuntos tecnológicos referentes a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas podem indicar tendências de patenteamento, assim como demonstram a importância científica e comercial de documentos de patentes relacionados a essa categorização.

5.4.3 Patentes triádicas relativas à destilação destrutiva de substâncias carbonáceas (CIP C10B)

O procedimento de seleção de patentes triádicas empregado recuperou 6 documentos em carvão vegetal relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas. Isso significa que dos 639 registros associados ao código C10B no período de 2001 a 2010, apenas 0,94% foram depositados pelo menos nos EUA, Japão e no Escritório Europeu de Patentes (EPO). Tomando o critério triádico como um parâmetro, indicador e classificador da relevância e importância dos documentos de patentes, este resultado indica que, entre os documentos depositados, somente uma pequena parcela possui potencial econômico e tecnológico que viabilizam os custos de patenteamento nos EUA, Japão e EPO ^[72]. Entre as patentes triádicas encontradas, 4 são de

origem japonesa, resultado que reforça a liderança do Japão como o principal país de origem de documentos de patentes em carvão vegetal em todos os indicadores desenvolvidos na pesquisa.

Em termos de titularidade, 4 patentes foram depositadas por empresas, sendo Hitachi Ind Co Ltd (Japão), British American Tobacco Co (Reino Unido), STM Co Ltd (Japão) e Sanei Kensetsu KK (Japão) titulares de um documento cada. O Instituto de Pesquisa Wuhan Kaidi (China) foi o titular de uma patente, bem como o inventor japonês Masao Kanai (pessoa física), como mostrado na Tabela D4 do Apêndice D. Nenhuma das empresas figura entre os principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, e apenas a patente do inventor japonês Masao Kanai foi depositada no Brasil.

Com a análise de conteúdo das patentes triádicas identificadas na pesquisa, verificou-se que o documento depositado pela empresa japonesa Hitachi Ind Co Ltd é referente a um dispositivo, sistema e método de carbonização (título e número de publicação da patente, ver Tabela D4 do Apêndice D). A invenção descrita na patente afirma prover um dispositivo que pode ser instalado em espaço limitado e que é capaz de promover um método de carbonização que produz mais facilmente material carbonizado dentro de condições especificadas e desejadas. Para isso o material a ser processado é movido ao longo do forno de carbonização com velocidade controlada e os gases inflamáveis liberados no processo são queimados dentro do mesmo compartimento. Além disso, os gases quentes liberados na carbonização são recirculados no sistema, de forma controlada, para maior homogeneidade de temperatura, um controle mais refinado das condições de carbonização (temperatura) e também para secagem do material a ser processado. A invenção tem aplicação industrial para carbonização de materiais orgânicos tais como folhas de chá usadas, palha, serragem e palha de trigo.

A empresa britânica British American Tobacco Co também depositou uma patente relacionada à carbonização, mais especificamente associada à carbonização e/ou ativação de material carbonáceo (título e número de publicação da patente, ver Tabela D4 do Apêndice D). O documento é

referente a um método e aparato de carbonização e ativação de material carbonáceo e um método e aparato para a produção de gotas sólidas de resinas orgânicas a partir de líquidos precursores. Para isso, material carbonáceo é carbonizado e/ou ativado por temperatura em um forno rotatório sem presença de oxigênio. No aparato de produção de gotas sólidas de material polimérico, os líquidos precursores do processo são utilizados para obtenção de resinas poliméricas, sendo um caso específico, a produção de resina fenólica com estrutura mesoporosa que pode ser utilizada como matéria-prima no forno de carbonização e ativação para fabricação de material trocador de íons.

Assim como as empresas Hitachi Ind Co Ltd e British American Tobacco Co, a empresa japonesa STM Co Ltd também depositou uma patente relacionada com carbonização. O documento refere-se a um aparato para tratamento térmico através do uso de vapor superaquecido (título e número de publicação da patente, ver Tabela D4 do Apêndice D). A invenção descrita no documento aplica-se ao tratamento térmico (desidratação, secagem e carbonização) de materiais viscosos ou sólidos ricos em carbono (resíduos ou lixo), excluindo matéria líquida ou gasosa, onde os materiais carbonáceos podem ser orgânicos ou inorgânicos. Para isso o aparato opera em dois estágios, no primeiro, o material é colocado num forno rotatório que é aquecido com vapor em temperaturas na faixa de 200°C a 700°C. No primeiro estágio ocorrem, principalmente, desidratação e carbonização do material em processamento. Em seguida, o material usado no primeiro forno alimenta um segundo forno rotatório (vapor com temperatura na faixa de 400-1000°C) onde o segundo estágio ocorre, sendo esse estágio caracterizado principalmente pela carbonização completa do material. Além de ser aplicado no tratamento de resíduos ou lixo, o aparato descrito na invenção produz carvão vegetal (combustível ou matéria-prima) e também carvão ativado (em função da elevada temperatura do segundo forno).

Enquanto as patentes depositadas pelas empresas British American Tobacco Co e STM Co Ltd tratam do processo de carbonização, sendo o carvão vegetal ativado um dos produtos e/ou objetivos, a patente depositada

pela empresa japonesa Sanei Kensetsu KK refere-se diretamente a um aparato e método de produção de carvão vegetal ativado termicamente (título e número de publicação da patente, ver Tabela D4 do Apêndice D). A invenção descrita no documento está relacionada a um melhoramento de equipamento e processo de produção de carvão vegetal a alta temperatura (800°C ou mais), utilizando madeira ou bambu como matéria-prima. Para alcançar o objetivo proposto, a invenção descreve um método onde ar é injetado homogeneamente dentro do forno de carbonização permitindo a tratamento do material em temperaturas na faixa de 800-1200°C e produzindo carvão ativado com condutividade elétrica inferior a 10 Ω .cm (“high-temperature charcoal”). O carvão produzido possui elevada capacidade de absorção de formaldeído, benzeno, tolueno, xileno, etilbenzeno, clorobenzeno e outros similares e, quando associado a carvão vegetal produzido a baixas temperaturas, o produto também apresenta boa capacidade de absorção de amônia, amina e similares.

Embora tenha relação direta com o processo de carbonização, a patente depositada pelo Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Wuhan Kaidi (chinês) trata de um processo e sistema de gaseificação de biomassa a alta temperatura, onde o carvão vegetal produzido na carbonização é matéria-prima para a produção de gás (título e número de publicação da patente, ver Tabela D4 do Apêndice D). A invenção descrita no documento é referente à produção de gás sintético a partir de pó de carvão de madeira. Para isso, madeira seca é carbonizada em um forno com temperatura entre 450°C e 550°C. Após a carbonização, o carvão vegetal produzido é transformado em pó e transportado para um gaseificador que trabalha a temperatura de 1300°C e pressão de 3 Mpa. O gás sintético produzido pode ser utilizado para geração de energia em sistemas de turbinas a gás, para células combustíveis, em óleos sintéticos, na metalurgia e siderurgia.

Assim como a patente depositada pela empresa STM Co Ltd, a patente depositada pelo inventor japonês Masao Kanai utiliza resíduo e/ou lixo no processo de carbonização e, da mesma forma que a invenção da patente do instituto Wuhan Kaidi, utiliza o carvão produzido como matéria-prima em um forno gaseificador (título e número de publicação da patente, ver Tabela D4 do

Apêndice D). A invenção descrita no documento trata da carbonização de resíduo/lixo e um sistema de geração de energia elétrica, no qual o material a ser processado é carbonizado a 600°C e em seguida transportado para o forno gaseificador, onde é incinerado em temperaturas entre 1100°C e 1500°C. Os gases liberados no processo de carbonização são queimados no forno incinerador para atingir a temperatura de gaseificação. Diferentemente das outras invenções, a patente do inventor Masao Kanai contempla também a ligação direta do processo de carbonização e gaseificação com uma planta de geração de energia elétrica. Além disso, o calor de exaustão da planta é reciclado para alimentar o sistema de carbonização. Dentre as patentes triádicas identificadas, essa foi a única cujo depósito foi solicitado no Brasil.

5.5 Discussão geral dos resultados

O avanço do patenteamento referente ao carvão vegetal foi verificado principalmente na década de 2001-2010, período no qual houve a concentração de 55,9% do total dos documentos de patentes depositados. Outros autores ^[27,29,30] também indicaram a representatividade do intervalo em outras áreas tecnológicas, bem como o relatório estatístico de indicadores da WIPO ^[69] aponta a duplicação do patenteamento mundial entre 1995 e 2011.

Os documentos de patentes associados a carvão vegetal envolveram múltiplos países e áreas tecnológicas, sendo esse um resultado não restrito a esse material ^[74]. No entanto, os resultados mostraram que os países mais proeminentes no patenteamento em carvão vegetal foram Japão, Coreia do Sul, China, EUA e Alemanha, especialmente entre 2001 e 2010. No caso da Coreia do Sul e da China, o crescimento no número de documentos de patentes foi mais intenso, novamente não sendo esse um fato restrito ao carvão, como observado por outros autores ^[27,29,30]. Índia, Rússia, Taiwan, Reino Unido e Brasil são outros países que se destacaram, mas em menor escala.

O patenteamento em carvão vegetal mostrou-se associado principalmente aos domínios tecnológicos Química – Materiais e

Procedimentos Industriais, resultado que também foi observado por outros autores ^[27,29] em diferentes áreas, indicando que esses domínios concentram interesse no desenvolvimento de pesquisa e tecnologia. Em termos de subdomínios tecnológicos, o patenteamento em carvão vegetal se mostrou bastante diversificado, englobando todos os subdomínios da classificação OST. Entre os dez principais subdomínios, os indicadores mostraram destaque Consumo das Famílias e Procedimentos Térmicos, que apresentaram crescimento de, respectivamente, 95,3% e 74,4% entre 2001 e 2010. No primeiro caso (Consumo das Famílias), pode ser um indicativo que o carvão vegetal possui um processo produtivo estabelecido e aplicações que facilmente atingem o mercado final. No segundo caso (Procedimentos Térmicos), embora esse material tenha perdido campo para outras fontes energéticas ^[71], trata-se de um material com grande potencial energético e de fonte de matéria-prima, atraído, portanto, o interesse no desenvolvimento de novos processos de sua obtenção/produção e de seus produtos derivados. Embora Componentes Elétricos não figurou entre os 10 principais subdomínios, o mesmo apresentou crescimento de 81,8%, indicando o potencial de aplicação do carvão vegetal na área, resultado diretamente ligado as excelentes propriedades elétricas desse material, como descrito por outros autores ^[75].

Os resultados mostraram, como esperado, que há uma forte relação entre os indicadores obtidos para os principais subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP de 4 dígitos). Os subdomínios Farmacêuticos – Cosméticos e Engenharia Médica se mostraram entre as principais áreas de patenteamento em carvão vegetal, resultado que refletiu a presença dos assuntos tecnológicos A61K (Preparação para finalidades médicas) e A61P (Atividade terapêutica) entre as principais subclasses associadas ao patenteamento em carvão vegetal, especialmente o código A61K que é o código com o maior número de documentos de patentes. A mesma correlação foi verificada entre o subdomínio Química de Base e os códigos B01J (Compostos heterolíticos), C01B (Compostos não metálicos), entre o subdomínio Consumo das Famílias e o código A47J (Equipamento de cozinha), entre Materiais – Metalurgia e o código C04B (Cal, magnésia, escória,

cimentos), entre o subdomínio Meio Ambiente – Poluição e o código C02F (Tratamento de água e esgoto) e entre Procedimento Térmico e o código C10B (Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas).

Sob o ponto de vista dos titulares dos documentos de patentes em carvão vegetal, os resultados mostraram uma grande diversidade de titulares desde grandes empresas a pessoas físicas, tanto no período total da pesquisa (1952-2010), como na última década (2001-2010). Não foi verificada a proeminência de um titular específico, no entanto foi observado que entre os principais depositantes há um predomínio de empresas e corporações, principalmente as de origem japonesa, sendo esse um resultado coerente frente a liderança do Japão como principal país de origem dos documentos. Comparando-se os principais titulares do período total da pesquisa com os da última década, observou-se que há uma grande similaridade, com destaque para as empresas sul-coreanas LG Chem e Samsung Electronics que assumiram posições entre os 10 principais patenteadores do período de 2001-2010. Esse resultado se mostrou compatível com o indicador que apresenta a Coreia do Sul como o segundo principal país de origem de documentos de patentes em carvão vegetal. Embora a China ocupe a terceira posição entre os principais países de origem dos documentos, não foi verificada nenhuma empresa, corporação ou instituição chinesa entre os principais titulares, o que pode indicar a diversidade de participantes chineses desenvolvendo pesquisa e tecnologia em carvão vegetal no país.

Os resultados mostraram que a quantidade de documentos de patentes relacionados a carvão vegetal originados no Brasil foi significativamente pequena, quando comparada com os principais países patenteadores na área. O país foi responsável por apenas 1,13% dos depósitos, no período total da pesquisa, e por 0,99% dos depósitos no intervalo entre 2001 e 2010. Esse indicador apresenta um grande contraste entre a condição do Brasil como principal produtor de carvão vegetal ^[7] e sua atuação no desenvolvimento tecnológico na área. Outros autores também indicaram esse contraste em outras áreas tecnológicas, como nanotecnologia (nanocelulose) e fibras naturais (sisal) ^[27,29].

De maneira similar ao patenteamento mundial em carvão vegetal, foi observado que o Brasil apresentou crescimento no número de depósitos ao longo dos anos, especialmente entre 2001 e 2010. Os resultados mostraram que há similaridade entre os principais subdomínios tecnológicos e assuntos tecnológicos (nível de subclasses dos códigos CIP) de depósito dos documentos brasileiros em comparação com o patenteamento mundial. Isso pode indicar que o Brasil está atento, pelo menos, em quais as áreas há um interesse global de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Também foi verificada, como esperado, a correlação direta entre os principais subdomínios e assuntos tecnológicos dos documentos de patentes brasileiros. Em termos dos titulares dos documentos originados no Brasil, foi verificada uma grande diversidade de titulares, com predomínio de empresas e instituições (universidades) entre os principais depositantes, muito embora sem grande representatividade no patenteamento nacional e, tão pouco no mundial.

No patenteamento em carvão vegetal para o subdomínio Materiais – Metalurgia, verificou-se aumento dos depósitos relacionados ao subdomínio, com concentração da maior parte dos documentos no período de 2001-2010. Japão, Coréia do Sul, China, EUA e Alemanha também se mostraram os principais países patenteadores nesse subdomínio. Por outro lado, foi verificado que a participação do Brasil no patenteamento em carvão vegetal associado a Materiais – Metalurgia foi insignificante, sendo o país responsável por apenas 0,62% dos documentos referentes ao subdomínio entre 2001 e 2010.

Os resultados mostraram proeminência de empresas japonesas entre os principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010, especialmente corporações ligadas ao setor siderúrgico (Kawasaki Steel, Nippon Steel, Kobe Steel e NKK Corp). Esse resultado reforça a forte relação entre carvão vegetal e o setor siderúrgico e produtor de metais e ligas, uma vez que uma das principais aplicações desse material é como agente termorreduzidor em processos de fabricação de metais e ligas metálicas ^[1,3,4,9,45].

Foi verificada a presença dos códigos C22C (Ligas), C22B (Produção e refino de metais) e C21D (Modificação de estrutura física de metais ferrosos) entre os principais assuntos tecnológicos em carvão vegetal relacionado ao subdomínio Materiais – Metalurgia, outro resultado que reforça a importância do carvão vegetal para o setor produtor de metais e ligas metálicas. Em relação aos outros principais assuntos tecnológicos associados ao subdomínio, foi verificada similaridade entre as principais subclasses de patentes em Materiais – Metalurgia e as principais subclasses do patenteamento mundial. Esse resultado era esperado, de certa forma, em virtude da forte relação do subdomínio Materiais – Metalurgia com outras áreas, especialmente Procedimentos Térmicos, Química de Base, Meio Ambiente – Poluição e Procedimentos Térmicos, como mostrado na rede de coocorrência da Figura 5.10.

Em termos da categorização desenvolvida na pesquisa, os resultados mostraram que parte significativa dos documentos de patentes associados ao carvão vegetal é referente a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, especialmente para os documentos depositados entre 2001 e 2010, década na qual 23,5% das patentes estão relacionadas com a categorização. Foi verificada forte similaridade entre os indicadores dos principais titulares do patenteamento em carvão vegetal mundial e para o subdomínio Materiais – Metalurgia, em comparação com os principais titulares de documentos associados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas. Esse resultado mostra a diversidade de atuação das grandes corporações, especialmente as empresas japonesas, bem como indica a importância do potencial comercial e tecnológico da categorização. Em relação aos principais assuntos tecnológicos de depósito dos documentos associados à categorização, foi verificado que 5 dos 10 principais códigos apresenta forte relação com a produção e processamento do carvão vegetal e seus derivados (códigos C10B, B01D, C10L, C10B e B01J), resultado que pode indicar um avanço no interesse no desenvolvimento de novos processos e métodos de obtenção desse material e produtos derivados.

A importância dos avanços tecnológicos na produção/processamento do carvão vegetal e produtos derivados, observada nos indicadores relacionados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, foi verificada com a análise do conteúdo das patentes triádicas associadas à área. Os resultados mostraram que, patentes com alto potencial comercial e tecnológico, são referentes à carbonização de materiais diversos (desde lixo e resíduo até produtos agrícolas como a madeira e bambu) com finalidade de obtenção de carvão vegetal, carvão vegetal ativado, resinas poliméricas, gás sintético, entre outros produtos e usos. Esse resultado mostra forte concordância entre tecnologias recentes e aplicações tradicionais do carvão vegetal descritas por vários autores ^[1,6,20,31,32]. Com a análise das patentes triádicas, foi verificado que apenas uma pequena parcela dos documentos de patentes em carvão vegetal possui potencial econômico e tecnológico a ponto de viabilizar os custos de patenteamento nos escritórios de patentes dos EUA, Japão e EPO [72].

6 CONCLUSÃO

A partir da análise dos documentos de patentes associados ao carvão vegetal, foi possível mapear a evolução temporal do patenteamento e a distribuição geográfica (países e titulares mais proeminentes), bem como identificar os principais domínios e subdomínios tecnológicos relacionados, tanto em termos mundiais como a situação brasileira.

O número de documentos de patentes em carvão vegetal cresceu significativamente entre 1952 e 2010, sendo verificada a concentração de 55,9% dos depósitos no período de 2001 a 2010. A última década também concentrou a maior parte das patentes em carvão vegetal originadas no Brasil, bem como os documentos referentes ao subdomínio Materiais – Metalurgia e a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas.

Japão, Coréia do Sul, China, EUA e Alemanha foram os principais países de origem dos documentos de patentes relacionados ao carvão vegetal. Foi verificado que as cinco nações, conjuntamente, originaram 82,4% dos documentos depositados no período de análise da pesquisa. Os 5 países também foram as nações mais proeminentes no patenteamento em carvão vegetal para o subdomínio Materiais – Metalurgia e para categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, tanto no período total da pesquisa, como na última década (2001-2010). O Brasil originou um número de documentos de patentes em carvão vegetal muito inferior aos dos países mais proeminentes para todos os indicadores elaborados na pesquisa, o que sugere que o país apresenta pequena representatividade no avanço tecnológico em carvão vegetal quando o critério de avaliação é o patenteamento.

O patenteamento em carvão vegetal abrangeu todos os domínios e subdomínios tecnológicos da classificação OST. Para os domínios, apenas Farmacêuticos – Biotecnologias apresentou redução no número de documentos de patentes em carvão vegetal entre 2001 e 2010. No mesmo período, foi verificado que 56,7% dos subdomínios apresentaram crescimento no número de documentos, o que significa dizer que houve redução no avanço do desenvolvimento tecnológico em boa parte das áreas relacionadas ao

carvão vegetal. Entre os principais subdomínios tecnológicos que apresentaram crescimento, destacaram-se Consumo das Famílias, Materiais – Metalurgia, Engenharia Médica, Procedimentos Térmicos e Componentes Elétricos, com respectivamente 95,3%, 18,1%, 34,3%, 74,4% e 81,8% de aumento no número de documentos de patentes relacionados ao carvão vegetal.

Há forte relação entre os principais subdomínios e assuntos tecnológicos relacionados com o patenteamento em carvão vegetal, tanto no contexto mundial, como para o subdomínio Materiais – Metalurgia e para a categorização desenvolvida. Os 10 principais códigos (nível de subclasse da CIP) do patenteamento mundial concentraram 44,5% dos depósitos entre 2001 e 2010, com destaque para os códigos A47J (Equipamento de cozinha), C10B (Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas), A61P (Atividade terapêutica) e C01B (Elementos não metálicos) que apresentaram crescimento no número de documentos respectivamente de 91,2%, 38,9%, 35,1% e 47,0%. Foi observado forte similaridade entre os principais assuntos tecnológicos do patenteamento mundial em comparação com os principais assuntos identificados para o subdomínio Materiais – Metalurgia, bem como para os da categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas. Para o subdomínio Materiais – Metalurgia, os códigos C01B (Elementos não metálicos), C22B (Produção ou refino de metais) e B01D (Separação) se destacaram apresentando crescimento respectivo de 47,0%, 125,0% e 38,5%. No caso da categorização, apenas os códigos B09B (Eliminação de resíduo sólido), F23G (Fornos crematórios) e B01J (Processo químico ou físico) apresentaram declínio no número de documentos, com redução respectiva de 54,8%, 55,6% e 6,7%.

A titularidade dos documentos de patentes relacionados ao carvão vegetal foi bastante diversificada, englobando desde pessoas físicas até grandes corporações. Não foi identificada a proeminência de um ou mais autores, no entanto houve predominância de empresas entre os principais titulares para todos os indicadores desenvolvidos (patenteamento mundial, brasileiro, subdomínio Materiais – Metalurgia e categorização) no período total

da pesquisa e na última década. Para o período de 2001 a 2010, houve uma concentração de empresas japonesas entre os principais titulares dos depósitos, com exceção da americana DuPont e das coreanas LG e Samsung. Nesse mesmo intervalo de tempo, os indicadores da pesquisa mostraram similaridade entre os principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal no patenteamento mundial, no subdomínio Materiais – Metalurgia e na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, com destaque especial para as empresas japonesas do setor siderúrgico Nippon Steel, Kawasaki Steel, Kobe Steel e NKK Corp, e para as também japonesas Matsushita Elec, Mitsubishi Heavy Ind e Toshiba KK.

O estudo de análise de conteúdo de patentes triádicas (patentes depositadas nos EUA, Japão e EPO) foi exploratório e seus resultados limitados, sendo possível identificar alguns aspectos dos documentos de patentes em carvão vegetal associados a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas. A seleção dos documentos baseada no sistema trilateral, recuperou apenas 6 patentes num universo de 639. Foi verificado que 4 das 6 patentes recuperadas são de origem japonesa, uma de origem britânica e uma de origem chinesa. Nenhum dos depositantes das patentes triádicas figurou entre os principais titulares apresentados nos indicadores desenvolvidos. O estudo mostrou que as patentes estão associadas a processos, métodos, sistemas e equipamentos de carbonização de materiais diversos (lixo, resíduos, madeira, bambu), com o objetivo de produção de carvão vegetal, carvão vegetal ativado, resinas poliméricas, gás, entre outros, para aplicações diversas.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados obtidos, as seguintes recomendações podem ser estabelecidas para futuras pesquisas:

- Elaborar uma metodologia de seleção de documentos patentes relacionadas ao carvão vegetal mais refinada que exclua documentos não relacionados;
- Realizar análises de monitoramento e prospecção tecnológica a partir de documentos de patentes relacionadas ao carvão vegetal em setores de interesse;
- Aprofundar a análise do relacionamento entre os subdomínios tecnológicos, assuntos tecnológicos, países patenteadores e titulares dos documentos de patentes relacionadas ao carvão vegetal;
- Realizar entrevistas com especialistas na área do carvão vegetal com o objetivo de validar resultados e complementar a análise dos resultados obtidos;
- Realizar um estudo de caso voltado para empresa (s) do setor do carvão vegetal, prospectando informações e soluções tecnológicas de interesse;
- Aprimorar o estudo comparativo entre o desenvolvimento tecnológico do carvão vegetal no Brasil em comparação com outros países;
- Ampliar o estudo da análise de conteúdo de patentes relacionadas ao carvão vegetal, identificando tendências e tecnologias com potencial de aplicação no Brasil;
- Desenvolver um sistema de monitoramento baseado na atualização periódica de um banco de dados e emissão de alertas sobre tendências relevantes;

8 REFERÊNCIAS

[1] ANTAL, M. J. J; GRONLI, M. The art, Science, and Technology of Charcoal Production. Ind. Eng. Chem. Res. n. 42, p. 1619-1640. 2003.

[2] KELLEY, D.W. Charcoal and charcoal burning. Shire Publications. 32 p. 2002.

[3] FAO - Food and Agriculture Organization of the Unites Nations. Industrial charcoal making. Forestry Department. Paper 63. 1985. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/X5555E/x5555e00.htm#Contents>>. Acesso em: 15 jun. 2012.

[4] FAO - Food and Agriculture Organization of the Unites Nations. Simple technologies for charcoal making. Forestry Department. Paper 41. 1987. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/X5328e/x5328e00.HTM>>. Acesso em: 12 mai. 2012.

[5] EMMERICH, F. G.; LUENGO, C. A. Babassu charcoal: a sulfurless renewable thermo-reducing feedstock for steelmaking. Biomass and Bioenergy. v. 10, n.1, p. 41-44. 1996.

[6] BEGLINGER, E. Charcoal production. Oregon State University. Report 1661-11. 06 pp. 1956. Disponível em: <http://ir.library.oregonstate.edu/dspace/bitstream/1957/1999/1/FPL_1666-11ocr.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2011.

[7] FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626#ancor>>. Acesso em: 18 jun. 2012.

- [8] SOARES, N. S; SILVA, M. L; FONTES, A. A. Análise econométrica do mercado brasileiro de carvão vegetal no período de 1974 a 2000. *Scientia Forestalis*, n. 66, p. 84-93, dez. 2004.
- [9] DUBOC, E; COSTA, C. J; VELOSO, R. F; OLIVEIRA, L. S; PALUDO, A. Panorama atual da produção de carvão vegetal no Brasil e no Cerrado. Planaltina - DF. Embrapa Cerrados. p. 37. 2007.
- [10] BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço energético nacional 2011: Ano base 2010. Rio de Janeiro. 266 p.: 180 ill. 2011. Disponível em:
<http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html> Acesso em: 30 mar. 2012.
- [11] UNITED NATION STATISTIC DIVISION - UNSD. UN Data A world of Information. Disponível em:<http://data.un.org/Data.aspx?q=charcoal&d=ComTrade&f=_I1Code%3a45> Acesso em: 14 mar. 2012.
- [12] BRITO, J. O. O uso energético da madeira. *Estudos Avançados* 21 (59): 185 - 193. fev. 2007. Disponível em:
<<http://www.inee.org.br/downloads/eventos/JoseBrito%20ESALQ.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2011.
- [13] BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Produção da Extração Vegetal e Silvicultura. v. 25. 2010. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2010/pevs2010.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2011.
- [14] CALAIS, D. Florestas Energéticas no Brasil: disponibilidade e demanda. Associação Mineira de Silvicultura - AMS. abr. 2009.

[15] Associação Mineira de Silvicultura - AMS. Evolução do consumo de carvão vegetal conforme origem. Disponível em: <<http://www.silviminas.com.br/>>.

Acesso em: 25 set. 2011.

[16] REMADE. Crescimento no mercado de carvão vegetal. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/artigos_tecnicos.php?busca=carv%E3o%20vegetal>. Acesso em: 5 abr. 2011.

[17] LOTFI, S. V. A siderurgia brasileira a carvão vegetal: um estudo de arranjos verticais. 2010. 141 f. (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

[18] BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. MME/EPE. Plano Decenal de Energia 2020. Brasília. 2 v.: II. 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html> Acesso em: 2 mar. 2012.

[19] ANDRADE, E. N. Carvão vegetal. O Eucalipto. 2ª Edição. 17 pp. 1961. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/newspt_abril10.html>. Acesso em: 18 set. 2011.

[20] MOHAN, D.; PITTMAN, C.U.; STEELE, P.H. Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: a critical review. Energy & Fuels, v. 20, n. 3, p. 848-889, may. 2006.

[21] KLOCK, U; MUNIZ, G. I. B; HERNANDEZ, J. A; ANDRADE, A. S. Química da Madeira. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2005. Disponível em: <<http://www.marioloureiro.net/ciencia/biomass/quimicadamadeira.pdf>>. Acesso em 27 Nov. 2011.

[22] BRITO, J.O; BARRICHELO, L.E.G. Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia. . Circular Técnica. IPEF. nº 52, 07 pp. 1979.

[23] BRITO, J. O, BARRICHELO. L. E. G. Considerações sobre a produção de carvão vegetal com madeiras da Amazônia. IPEF/ESALQ. v.2, n. 5, 25 p, mar. 1981.

[24] ROWELL, R. M; PETTERSEN, R; HAN, J.S; ROWELL, J. S; TSHABALALA, M.A. Cell Wall Chemistry. Capítulo 03 do livro Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Editado por Roger M. Rowell. Editora Taylor & Francis Group. New York, 2005.

[25] SANTOS, I.D. (2008). Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica, contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado. [Distrito Federal] 2008. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Publicação EFL - ___/2008, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. Brasília, DF.

[26] SILVA, J. C.; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Endocarpos de babaçu e de macaúba comparados à madeira de eucalyptus grandis para a produção de carvão vegetal. IPEF, n.34, p.31-34, dez.1986.

[27] SCOPEL, F. Caracterização da fabricação e uso de compósitos poliméricos contendo fibras naturais com ênfase no polipropileno/sisal a partir da análise de documentos de patentes. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de São Carlos. 2012.

[28] ASSIS, C. F. C. Caracterização de carvão vegetal para sua injeção em altos-fornos a carvão vegetal de pequeno porte. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Rede Temática em Engenharia de Materiais. 113 p. 2008.

- [29] MILANEZ, D. H. Nanotecnologia: indicadores tecnológicos sobre os avanços em materiais a partir da análise de documentos de patentes. 2011. 176f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2011.
- [30] ROCCO, G. C. Desenvolvimento de um método para levantamento de tecnologias de materiais empregados no trem de força automotivo (powertrain) a partir da análise de patentes. 2012. 161f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2012.
- [31] BRITO, J.O. Princípios de produção e utilização de carvão vegetal de madeira. Documentos Florestais. IPEF. nº 09. 14 pp. 1990. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap9.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2012.
- [32] FOELKEL, C. Produção de Carvão Vegetal Utilizando Madeira de Florestas Plantadas de Eucalipto. Eucalyptus. n. 27. abr. 2010. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/newspt_abril10.html>. Acesso em: 8 jun. 2011.
- [33] MENDES, M. G.; OLIVEIRA, J. B.; GOMES, P. A. Carbonização de coco babaçu. 38º Congresso ABM. V.1, p. 139-159. 1983.
- [34] TEIXEIRA, M. A. Babassu: a new approach for an ancient Brazilian biomass. Biomass and bioenergy. n. 32, p. 857 – 864. 2008.
- [35] MACHADO, F. S. Aproveitamento energético de finos de carvão em alto forno visando redução de emissões e obtenção de créditos de carbono. 2009. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. 2009.

[36] SANTOSA, S. F. O. M; HATAKEYAMA, K. Processo sustentável de produção de carvão vegetal quanto aos aspectos: ambiental, econômico, social e cultural. *Produção*. v. 22, n. 2, p. 309-321, mar./abr. 2012.

[37] MENDES, M. G; OLIVEIRA, J. B; GOMES, P. A. Carbonização de coco babaçu. 38° Congresso ABM. V.1, p. 139-159. 1983.

[38] ASADA, T; ISHIHARA, S; YAMANE, T; TOBA, A; YAMADA, A; OIKAWA, K. Science of bamboo charcoal: Study on carbonizing temperature of bamboo charcoal and removal capability of harmful gases. *Journal of Health Science*. v. 48, n. 6, pp. 473-479. dez. 2002.

[39] BRITO, J. O; BARRICHELO, L. E. G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: i. densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. *IPEF*. n.14, p.9-20. 1977. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr14/cap01.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2012.

[40] BRITO, J. O; BARRICHELO, L. E. G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão: 2. densidade da madeira x densidade do carvão. *IPEF*. n.20, p.101-113. jun. 1980. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr20/cap08.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2012.

[41] SCHEIDT, P. Carvão ilegal abastece siderúrgicas. *Revista Planeta*. n. 420. set. 2007. Disponível em: <<http://www.terra.com.br/revistaplaneta/edicoes/420/artigo59522-1.htm>>. Acesso em: 12 set. 2012.

[42] COLOMBO, S. F. O; PIMENTA, A. S; HATAKEYAMA, K. Produção de carvão vegetal em fornos cilíndricos verticais: um modelo sustentável. XIII SIMPEP. Nov. 2006. Disponível em:
<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1208.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2011.

[43] Carvão Vegetal: Aspectos Técnicos, Sociais, Ambientais e Econômicos. IEE-CENBIO. dez. 2008. Disponível em:
<http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/notatecnica_x.pdf>. Acesso em: 19 out. 2011.

[44] VIENA SIDERÚRGICA S/A. Disponível em:
<<http://www.vienairon.com.br/institucional/infra.aspx>>. Acesso em: 23 Jul. 2011.

[45] Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais - SINDIFER. Disponível em: <<http://www.sindifer.com.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

[46] GLOBALIZATION. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Jun. 2002. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/globalization/>>. Acesso em: 22 out. 2012.

[47] PORTER, A. L.; CUNNINGHAM, S. W. Tech Mining: Exploiting New Technologies for Competitive Advantage. New Jersey: J. Wiley & Sons. 2005.

[48] ASHTON, W. B.; KLAVANS, R. A. Keeping abreast of science and technology: technical intelligence for business. Columbus: Battelle Press, 1997.

[49] MARTINO, J. P. Technological forecasting for decision making. New York: McGraw-Hill, 1993.

[50] FULD, L. M. The new competitor intelligence: the complete resource for finding, analyzing, and using information about your competitors. New York: J. Wiley, 1994.

[51] DERWENT INNOVATIONS INDEX. Disponível em:
<http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=DIIDW&search_mode=Refine&qid=3&SID=1CAAF9H4n2A3g@2EEkg&page=1&doc=3&colname=DIIDW>. Acesso em: 23 out. 2012.

[52] WEB OF SCIENCE. Disponível em:
<http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?highlighted_tab=WOS&product=WOS&last_prod=WOS&SID=1AD4lp@pLFIBN1iMd54&search_mode=GeneralSearch>. Acesso em: 06 ago. 2011.

[53] COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. Banco de Teses. Disponível em:
<<http://www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

[54] BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES (BDTD). Disponível em: <<http://bdtd.ibict.br/>>. Acesso em: 6 set. 2011.

[55] DERWENT INNOVATIONS INDEX. Disponível em:
<http://apps.webofknowledge.com/DIIDW_GeneralSearch_input.do?highlighted_tab=DIIDW&product=DIIDW&last_prod=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&SID=1AD4lp@pLFIBN1iMd54>. Acesso em: 23 ago. 2011.

[56] COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Portal de Periódicos. Disponível em:
<<http://www2.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp?urlorigem=true>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

[57] THOMSON. Derwent Innovations Index: tools of the trade. London: Thomson Scientific, 2003.

[58] SCHMOCH, U. Concept of a technology classification for country comparisons. Final report to the World Intellectual Property Organization (WIPO). jun. 2008. Disponível em: <http://www.wipo.int/edocs/mdocs/classifications/en/ipc_ce_41/ipc_ce_41_5-annex1.pdf>. Acesso em: 9 out. 2011.

[59] WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). International Patent Classification (IPC). Disponível em: <<http://www.wipo.int/classifications/ipc/en>> Acesso em: 10 jan. 2012.

[60] INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Portal INPI. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 16 fev. 2012.

[61] ZOTERO. Disponível em: <<http://www.zotero.org/>>. Acesso em: 06 nov 2011.

[62] BRASIL. Rio+20 United Nation Conference on Sustainable Development. Disponível em: <<http://www.rio20.gov.br>> Acesso em: 10 jul. 2012.

[63] SILVA, A. M. Estudo da utilização da biomassa em substituição parcial ao carvão mineral utilizado no processo de fabricação do ferro gusa em alto forno. 2008. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, 2008.

[64] NORGATE, T.; LANGBERG, D. Environmental and economic aspects of charcoal use in steelmaking. ISJI International, v.49, n. 4, p. 587-595. 2009.

[65] LAIRD, D.A. The charcoal vision: a win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanent carbon sequestration, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal*, v. 100, n. 1, p. 178-181, jan-feb. 2008.

[66] WATTS, R; PORTER, A. L. *Innovation Forecasting. Technological Forecasting and Social Change*. n. 56, pp. 25-47. 1997.

[67] ARRUDA, T. P. M; PIMENTA, A. S; VITAL, B. R; LUCIA, R. M. D; ACOSTA, F. C. Avaliação de duas rotinas de carbonização em fornos retangulares. *Revista Árvore*. Viçosa-MG, v.35, n.4, p.949-955. 2011.

[68] PINHEIRO, P. C. C. Seminário “Encuentro Regional sobre biocombustibles y Energias Renovables”. UDELAR. Montevideu, Uruguai. 2009.

[69] WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). *World Intellectual Property Indicators*. 2012. Disponível em: <<http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/>> Acesso em: 15 jan. 2013.

[70] THESAURUS.COM. Disponível em: <<http://www.thesaurus.com>> Acesso em: 18 fev. 2013

[71] KUNIKO, S. Charcoal adds to the good life. *Nipponia*. n. 19. Dez. 2001. Disponível em: <<http://web-japan.org/nipponia/nipponia19/en/topic/>> Acesso em: 15/06/2013.

[72] ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *Patent Statistics Manual*. OECD. 2009.

[73] ESPACENET. Escritório Europeu de Patente. Disponível em: <http://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP/> Acesso em: 09/05/2013.

[74] DANG, Y. et al. Trends in worldwide nanotechnology patent applications: 1991-2008. *Journal of Nanoparticle Research*, v. 12, n. 3, p. 687-706, 2010.

[75] EMMERICH, F. G. et al. Applications of a granular model and percolation theory to the electrical resistivity of heat treated endocarp of babassu nut. *Carbon*, v. 25, n. 3, p. 417-424, 1987.

[76] WORLD TRADE ORGANIZATION (WTO). TRIPS: Agreement on trade-related aspects of intellectual property rights. Disponível em: <http://www.wto.org/english/tratop_e/trips_e/t_agm3_e.htm> Acesso em: 05/07/2013.

APÊNDICE A – Detalhamento do patenteamento mundial em carvão vegetal

A.1 Evolução dos documentos de patentes em carvão vegetal para os principais países de origem do documento

A Tabela A1 apresenta a evolução, por década, do número de documentos de patentes em carvão vegetal dos quinze maiores países detentores no período de 1952-2010.

Tabela A1 Evolução, por década, do patenteamento mundial em carvão vegetal dos quinze principais países de origem do documento (1952 e 2010).

#	Países	1952-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	Nº de Docum.
1	Japão	11	350	914	1151	2969	4485	9880
2	Coréia do Sul	-	1	2	26	556	4284	4879
3	EUA	17	282	462	549	909	1851	4070
4	China	-	-	-	66	185	3023	3274
5	Alemanha	7	92	258	538	531	786	2212
6	Rússia	5	100	264	436	274	280	1359
7	França	3	69	98	156	126	154	606
8	Reino Unido	3	71	75	78	137	178	542
9	Índia	-	1	-	1	48	340	390
10	Brasil	-	-	34	76	60	163	333
11	Taiwan	-	-	-	-	10	198	208
12	Itália	-	9	10	30	37	58	144
13	Canadá	-	12	15	22	43	35	127
14	Austrália	-	1	2	23	37	55	118
15	Suíça	3	23	31	29	15	17	118
16	Outros	15	88	101	178	212	337	931

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

A.2 Evolução dos documentos de patentes em carvão vegetal para os subdomínios tecnológicos associados

A Tabela A2 apresenta a evolução, ano a ano, do número de documentos de patentes para os subdomínios tecnológicos associados a carvão vegetal no período entre 2001 e 2010.

A.3 Principais subdomínios tecnológicos de depósitos de documentos de patentes em carvão vegetal dos principais titulares

A Tabela A3 apresenta os principais subdomínios tecnológicos onde os dez principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal concentraram seus depósitos entre 2001 e 2010.

Tabela A2 Evolução do número anual de documentos de patentes em carvão vegetal nos subdomínios tecnológicos (2001-2010).

Subdomínio Tecnológico	N. de Doc.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Crescimento (%)
Química de Base	2857	280	230	274	254	275	296	300	315	326	307	9,6
Consumo das Famílias	2552	172	184	201	189	198	242	343	315	372	336	95,3
Procedimentos Técnicos	2157	212	197	192	170	189	206	251	234	260	246	16,0
Materiais – Metalurgia	2109	193	177	187	180	201	193	234	240	276	228	18,1
Meio Ambiente – Poluição	1821	186	188	202	167	163	161	185	189	198	182	-2,2
Farmacêuticos – Cosméticos	1500	127	173	163	194	168	175	156	121	108	115	-9,4
Produtos Agrícolas e Alimentares	1263	104	115	153	125	137	192	134	120	96	87	-16,3
Química Orgânica	1119	92	127	129	121	142	153	110	92	86	67	-27,2
Engenharia Médica	1099	102	109	89	95	101	108	126	110	122	137	34,3
Procedimentos Térmicos	1065	82	83	85	98	81	111	123	129	130	143	74,4
Trabalho com Materiais	980	91	114	81	98	79	100	103	97	117	100	9,9
Componentes Elétricos	887	55	77	75	89	77	100	116	103	95	100	81,8
Construção Civil	855	86	76	81	81	81	87	92	83	105	83	-3,5
Química Macromolecular	750	69	63	75	83	81	87	83	64	79	66	-4,3
Aparelhos Agrícolas e Alimentícios	693	72	72	83	58	62	52	64	82	86	62	-13,9
Tratamento de Superfície	586	52	46	58	65	46	62	69	56	72	60	15,4
Biotecnologia	567	67	64	75	64	45	49	56	67	36	44	-34,3
Manutenção – Gráfica	341	37	32	42	23	28	38	50	31	37	23	-37,8
Máquinas – Ferramentas	340	36	33	31	25	31	30	25	43	46	40	11,1
Análise – Mensuração – Controle	269	20	31	32	30	19	29	35	25	32	16	-20,0
Motores – Bombas – Turbinas	236	22	17	27	24	20	26	18	30	26	26	18,2
Transporte	177	10	9	17	16	11	11	38	14	26	25	150,0
Componentes Mecânicos	126	10	10	15	18	8	13	11	16	14	11	10,0
Ótica	102	8	14	12	17	9	12	12	4	7	7	-12,5
Espacial – Armamentos	93	13	4	10	2	10	8	7	16	9	14	7,7
Audiovisual	71	7	5	8	6	10	12	5	7	7	4	-42,9
Semicondutores	71	5	4	7	5	6	11	9	8	8	8	60,0
Informática	45	1	5	7	1	6	7	3	4	6	5	400,0
Técnicas Nucleares	40	5	2	1	3	2	5	3	7	5	7	40,0
Telecomunicações	17	4	1	2	2	2	1	-	1	1	3	-25,0

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Tabela A3 Principais subdomínios tecnológicos de depósitos dos documentos de patentes em carvão vegetal dos dez principais titulares entre 2001 e 2010.

Titular	Subdomínio Tecnológico	Número de Documentos de Patentes
DuPont Pioneer Hi-Bred	- Produtos Agrícolas e Alimentares	135
	- Biotecnologia	117
Nippon Steel Corp	- Química de Base	81
	- Materiais – Metalurgia	40
Kawasaki Steel Corp	- Materiais – Metalurgia	76
	- Química de Base	43
Matsushita Elec Ind Co Ltd	- Componentes Elétricos	29
	- Audiovisual	18
Mitsubishi Heavy Ind Co Ltd	- Química de Base	36
	- Meio Ambiente – Poluição	31
	- Procedimentos Técnicos	21
	- Materiais – Metalurgia	9
Kobe Steel Ltd	- Materiais – Metalurgia	24
	- Química de Base	22
Toshiba KK	- Química de Base	16
	- Meio Ambiente – Poluição	15
	- Materiais – Metalurgia	14
	- Procedimentos Técnicos	9
LG Chem Ltd	- Componentes Elétricos	12
	- Procedimentos Térmicos	5
	- Procedimentos Técnicos	4
	- Trabalho com Materiais	4
NKK Corp	- Química de Base	20
	- Materiais – Metalurgia	13
Samsung Electronics Co Ltd	- Componentes Elétricos	13
	- Ótica	9
	- Procedimentos Técnicos	7
	- Materiais – Metalurgia	6

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B – Detalhamento do patenteamento em carvão vegetal no Brasil

B.1 Evolução dos documentos de patentes em carvão vegetal brasileiros para os subdomínios tecnológicos associados

A Tabela B1 apresenta a evolução, ano a ano, do número de documentos de patentes em carvão vegetal originados no Brasil para os subdomínios tecnológicos associados no período entre 2001 e 2010.

B.2 Evolução dos documentos de patentes em carvão vegetal brasileiros para os dez principais assuntos tecnológicos (código CIP de 4 dígitos)

A Tabela B2 apresenta a evolução, ano a ano, do número de documentos de patentes em carvão vegetal originados no Brasil para os dez principais assuntos tecnológicos (códigos CIP de 4 dígitos) associados no período entre 2001 e 2010.

Tabela B1 Evolução anual do patenteamento brasileiro em carvão vegetal nos subdomínios tecnológicos para o período de 2001 a 2010.

Subdomínio Tecnológico	N. de Doc. de Patentes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Química de Base	70	3	1	3	4	7	9	9	16	17	1
Consumo das Famílias	22	1	2	2	2	-	-	4	1	7	3
Procedimentos Técnicos	21	1	1	1	1	1	1	5	8	1	1
Materiais – Metalurgia	17	1	1	1	4	1	2	1	1	3	2
Meio Ambiente – Poluição	13	-	-	1	2	-	3	3	3	1	-
Procedimentos Térmicos	10	1	-	-	1	4	-	1	2	1	-
Produtos Agrícolas e Alimentares	8	-	-	1	-	1	3	2	1	-	-
Farmacêuticos – Cosméticos	6	2	-	-	-	-	-	3	-	-	1
Química Orgânica	5	-	-	1	-	-	-	3	-	-	1
Aparelhos Agrícolas e Alimentícios	5	-	-	-	-	-	1	-	2	2	-
Biotecnologia	4	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-
Engenharia Médica	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-
Trabalho com Materiais	3	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1
Análise – Mensuração – Controle	3	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-
Química Macromolecular	3	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-
Componentes Mecânicos	3	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-
Construção Civil	3	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-
Máquinas – Ferramentas	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Manutenção – Gráfica	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Motores – Bombas – Turbinas	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Tratamento de Superfície	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Espacial – Armamentos	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Tabela B2 Evolução anual do patenteamento brasileiro em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos (códigos CIP de 4 dígitos) para o período de 2001 a 2010.

Código CIP	N. de Doc.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
C10B	37	2	-	1	3	5	6	6	8	6	-
C10L	25	1	1	2	1	1	3	2	7	6	1
A47J	19	1	2	1	2	-	-	3	1	6	3
B01D	12	1	1	-	1	-	-	5	2	1	1
C02F	8	-	-	-	2	-	2	2	2	-	-
C07C	6	1	-	-	-	-	-	1	2	2	-
A61K	6	2	-	-	-	-	-	3	-	-	1
C05F	5	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-
B01J	5	1	-	-	-	-	-	-	3	-	1
C22B	5	-	1	1	-	1	-	-	-	1	1

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C – Detalhamento do patenteamento em carvão vegetal no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia

C.1 Evolução dos documentos de patentes em carvão vegetal para os principais países patentadores no subdomínio Materiais – Metalurgia

A Tabela C1 apresenta a evolução, ano a ano, do número de documentos de patentes em carvão vegetal originados nos principais países patentadores no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia no período entre 2001 e 2010.

Tabela C1 Evolução do patenteamento em carvão vegetal para os quinze principais países patentadores no subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010.

#	Países	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
1	Japão	113	104	107	84	93	80	70	70	60	54	853
2	Coréia do Sul	33	36	40	38	37	35	61	72	79	56	487
3	China	9	7	17	28	26	43	56	67	87	90	430
4	EUA	11	11	10	8	14	14	18	6	20	6	118
5	Alemanha	10	7	2	9	12	8	7	4	8	3	70
6	Rússia	7	7	4	4	5	2	4	3	2	4	42
7	Taiwan	1	-	-	-	4	4	5	1	2	1	18
8	Brasil	1	1	1	4	1	2	1	1	3	2	17
9	Índia	3	-	2	1	1	1	3	1	-	1	13
10	Espanha	-	-	-	-	3	1	-	2	2	4	12
11	França	3	-	-	-	-	-	1	4	1	2	11
12	Reino Unido	-	1	2	-	2	2	2	-	-	1	10
13	Austrália	-	1	-	1	-	-	1	1	2	-	6
14	Áustria	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	4
15	Canadá	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	3
16	Outros	1	1	2	3	1	1	-	6	6	2	23

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

C.2 Evolução do patenteamento em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos no subdomínio Materiais – Metalurgia

A Tabela C2 apresenta a evolução, ano a ano, do número de documentos de patentes em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos associados ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia no período entre 2001 e 2010.

C.3 Principais assuntos tecnológicos de depósitos de patentes em carvão vegetal dos principais titulares no subdomínio Materiais – Metalurgia

A Tabela C3 apresenta os principais assuntos tecnológicos onde os principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal associados ao subdomínio tecnológico Materiais – Metalurgia concentraram seus depósitos entre 2001 e 2010.

Tabela C2 Evolução do patenteamento anual em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos relacionados ao subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 a 2010.

Assunto Tecnológico (código CIP de 4 dígitos)	N. de Doc. de Patentes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
C01B	848	66	61	68	71	95	89	106	83	112	97
C04B	743	73	61	76	68	70	65	79	80	93	69
B01J	301	37	19	26	25	37	32	44	30	24	27
C22C	193	34	21	17	17	17	15	17	20	19	16
C22B	172	12	14	11	9	17	12	20	27	23	27
B01D	145	13	12	12	10	15	13	24	11	17	18
B09B	136	13	14	19	15	19	13	11	9	12	11
C10B	129	19	11	20	9	14	11	9	11	12	13
C02F	119	13	5	16	17	13	14	13	9	11	8
C21D	100	12	17	8	5	8	8	10	12	11	9

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Tabela C3 Principais assuntos tecnológicos de depósitos dos documentos de patentes em carvão vegetal dos dez principais titulares no subdomínio Materiais – Metalurgia entre 2001 e 2010.

Titular	Subdomínio Tecnológico	Número de Documentos de Patentes	Total
Kawasaki Steel Corp	C22C Ligas	31	76
	C21D Modificação da Estrutura Física de Metais Ferrosos	27	
	C22B Produção ou Refino de Metais	23	
	C21B Manufatura de Ferro ou Aço	16	
Nippon Steel Corp	C21B Manufatura de Ferro ou Aço	17	40
	C22B Produção ou Refino de Metais	14	
	C22C Ligas	9	
	C21D Modificação da Estrutura Física de Metais Ferrosos	7	
Kobe Steel Ltd	C22C Ligas	11	24
	C21B Manufatura de Ferro ou Aço	8	
	C22B Produção ou Refino de Metais	7	
	C21D Modificação da Estrutura Física de Metais Ferrosos	5	
Honda Motor Co Ltd	C01B Elementos Não-Metálicos	9	16
Toshiba KK	C01B Elementos Não-Metálicos	8	14
Instituto Japonês de Ciência e Tecnologia Avançada	C01B Elementos Não-Metálicos	10	14
Kuraray Chem Co Ltd	C01B Elementos Não-Metálicos	13	13
NKK Corp	C22C Ligas	7	13
	C21D Modificação da Estrutura Física de Metais Ferrosos	6	
	C21B Manufatura de Ferro ou Aço	3	
	C22B Produção ou Refino de Metais	1	
Instituto Japonês de Ciência dos Materiais	C01B Elementos Não-Metálicos	8	13
Hyundai Steel Co	C01B Elementos Não-Metálicos	6	12
	B01D Separação	6	
	B01J Processos Físicos ou Químicos	2	
	B09B Eliminação de Resíduo Sólido	2	

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

APÊNDICE D – Detalhamento do patenteamento em carvão vegetal na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas

D.1 Evolução dos documentos de patentes em carvão vegetal para os principais países patenteadores na categorização

A Tabela D1 apresenta a evolução, ano a ano, do número de documentos de patentes em carvão vegetal originados nos principais países patenteadores na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas no período entre 2001 e 2010.

Tabela D1 Evolução do patenteamento em carvão vegetal para os quinze principais países patenteadores na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 e 2010.

#	Países	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Crescimento (%)
1	Japão	172	147	162	148	109	126	115	116	107	97	- 43,6
2	Coréia do Sul	45	46	47	61	58	61	122	151	150	137	204,4
3	China	5	9	17	25	32	130	101	135	161	187	3640,0
4	EUA	27	40	28	34	34	37	46	37	40	32	18,5
5	Alemanha	17	17	20	21	22	19	20	23	23	24	41,2
6	Brasil	1	2	3	4	8	4	7	12	9	6	500,0
7	Taiwan	2	1	4	6	1	7	10	4	4	3	50,0
8	Rússia	1	7	8	4	2	1	4	2	3	3	200,0
9	França	1	1	4	4	1	2	2	3	6	4	300,0
10	Índia	4	2	3	2	1	1	5	3	2	4	0,0
11	Reino Unido	2	2	4	1	1	5	1	4	4	2	0,0
12	Austrália	3	1	3	4	-	-	2	1	3	1	- 66,7
13	Itália	4	-	1	-	1	3	2	3	1	2	- 50,0
14	Canadá	2	1	2	-	1	4	-	1	1	1	- 50,0
15	África do Sul	1	1	-	1	1	-	-	1	1	-	- 100,0
16	Outros	2	2	3	4	5	1	2	7	9	7	250,0

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

D.2 Principais assuntos tecnológicos de depósitos de patentes em carvão vegetal dos principais titulares na categorização

A Tabela D2 apresenta os principais assuntos tecnológicos onde os principais titulares de documentos de patentes em carvão vegetal associados à categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas concentraram seus depósitos entre 2001 e 2010.

D.3 Evolução do patenteamento em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos na categorização

A Tabela D3 apresenta a evolução, ano a ano, do número de documentos de patentes em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos associados à categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas período entre 2001 e 2010.

D.4 Análise do conteúdo de patentes triádicas

A Tabela D4 apresenta informações referentes as patentes triádicas em carvão vegetal relacionadas ao principal código CIP de 4 dígitos (C10B) associado a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas, no período de 2001 a 2010.

Tabela D2 Principais assuntos tecnológicos de depósitos dos documentos de patentes em carvão vegetal dos dez principais titulares na categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 e 2010.

Titular	Subdomínio Tecnológico	N. Doc.	Total
Nippon Steel Corp	C10B Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas	49	77
	C21B Manufatura de Ferro ou Aço	10	
Kawasaki Steel Corp	C10B Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas	21	56
	C22B Produção ou Refino de Metais	19	
Matsushita Elec Ind Co Ltd	H01G Capacitores, retificadores, detectores, dispositivos de chaveamento, dispositivos sensíveis à luz e a temperatura do tipo eletrolítico	14	37
	H04R Alto-falantes, microfones, captadores de toca-discos ou transdutores acústico eletromecânicos similares; aparelhos de surdez; sistemas de alto-falantes	10	
Mitsubishi Heavy Ind Co Ltd	C10B Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas	14	27
	B09B Eliminação de Resíduo Sólido	11	
Toshiba KK	C02F Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas	8	21
	C10B Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas	7	
NKK Corp	C10B Destilação destrutiva de substâncias carbonáceas	10	19
	B09B Eliminação de Resíduo Sólido	9	
Kobe Steel Ltd	C21B Manufatura de Ferro ou Aço	4	18
	C22B Produção ou Refino de Metais	3	
	C22C Ligas	3	
LG Corp	H01M Processos ou meios, por ex., baterias, para a conversão direta da energia química em energia elétrica	7	16
	B01D Separação	3	
Sharp KK	C02F Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas	11	16
	B01D Separação	9	
	B01D Separação	4	
Samsung Corp	G03G Eletrografia; eletrofotografia; magnetografia	3	16
	H01G Capacitores, retificadores, detectores, dispositivos de chaveamento, dispositivos sensíveis à luz e a temperatura do tipo eletrolítico	3	
		3	

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Tabela D3 Evolução do patenteamento anual em carvão vegetal para os dez principais assuntos tecnológicos relacionados à categorização aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas entre 2001 a 2010.

Código CIP	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Crescimento (%)
C10B	65	50	72	58	58	58	49	65	69	95	46,2
A47J	23	36	49	40	30	50	61	72	76	64	178,3
B01D	41	34	19	24	27	42	51	53	54	54	31,7
C02F	26	23	35	27	29	33	49	49	51	33	26,9
B09B	35	43	39	19	26	21	22	21	22	16	- 54,3
C10L	17	19	13	16	18	18	18	27	33	20	17,6
C01B	14	11	15	13	15	17	17	17	28	29	107,1
F24B	11	5	11	16	13	22	19	25	22	16	45,5
F23G	27	25	16	7	7	13	24	14	11	12	- 55,6
B01J	15	13	15	11	17	12	14	18	16	14	- 6,7

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Tabela D4 Patentes triádicas em carvão vegetal relacionadas a aparatos, dispositivos, equipamentos e máquinas (2001 a 2010).

Número de publicação da patente	Título do documento	Depositante	País de origem
US2008142354 EP1666567 JP2005054059	Carbonizing device, carbonization system, and carbonizing method	Hitachi Techno Co Ltd	Japão
US2010098615 EP2074059 JP2010510947	Carbonising and/or activating carbonaceous material	British American Tobacco Ltd	Reino Unido
US2003136317 EP1331442 JP2004263193	Apparatus for thermal treatment using superheated steam	STM Co Ltd	Japão
US2006099133 EP1535982 JP2004525777	Charcoal producing method and apparatus	Sanei Kensetsu KK	Japão
US2012025141 EP2374864 JP2012510530	High temperature gasifying process with biomass and system thereof	Instituto Wuhan Kaidi	China
US2006124039 EP1669432 JP2005077059	Waste carbonizing and energy utilizing system	Masao Kanai	Japão

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.