

CARBONIZAÇÃO DE BIOMASSA DE BABAÇU E SUAS POTENCIAIS APLICAÇÕES: UMA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

CARBONIZATION OF THE BIOMASS OF BABASSU AND POTENTIAL APPLICATIONS: A TECHNOLOGICAL PROSPECTING

Ariane Maria da Silva Santos¹; Anupama Ghosh²; Bartolomeu Cruz Viana Neto³; Odair Pastor
Ferreira⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Materiais – PPGCM
Universidade Federal do Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
arianemaria22@hotmail.com

² Departamento de Física
Universidade Federal do Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
anupama1984@gmail.com

³ Departamento de Física
Universidade Federal do Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
bcvneto@gmail.com

⁴ Departamento de Física
Universidade Federal do Ceará – UFC - Fortaleza/CE – Brasil
opferreira@gmail.com

Resumo

*Recentemente, agregar valor à biomassa, em geral, tem sido um aspecto importante da pesquisa, pois fornece uma variedade de benefícios sócio-econômicos. O babaçu (*Orbignya phalerata*) é uma das espécies vegetais nativas comuns no centro-norte do território brasileiro. Este fruto apresenta relevante potencial tecnológico, sobretudo somado a uma das técnicas mais promissoras de conversão de biomassa, a carbonização e dessa forma, a biomassa adquire maior valor agregado. O objetivo desse estudo é realizar um rastreamento das pesquisas já desenvolvidas e com resultados patenteados, analisando pesquisas com as palavras-chave: carbonização, carbonização hidrotérmica, babaçu (nome científico: *Orbignya phalerata*), carvão, biomassa e suas combinações. A prospecção foi realizada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI) e Derwent Innovations Index, e para a busca de artigos, na base de periódicos Google Scholar (Google Acadêmico) e Scopus. Os resultados obtidos na prospecção para o INPI, foram insatisfatórios, em relação ao Derwent Innovations Index. Como conclusão, observa-se que ainda são necessárias mais pesquisas que levem a um maior entendimento e descoberta de novas tecnologias de utilização desta biomassa e suas aplicações, principalmente no Brasil.*

Palavras- chave: carbonização; carbonização hidrotérmica; babaçu; carvão; biomassa.

Abstract

*Recently, adding value to the biomass, in general, has been one important aspect of research because it provides a variety of socioeconomic benefits. “Babassu” (scientific name: *Orbignya phalerata*) is a common native plant species in north-central Brazil. This fruit of babassu is technologically potent, especially coupled with one of the most promising techniques called biomass conversion by carbonization and this way, biomass becomes more added value. The aim of the current study is to perform a trace of research analyzing the already developed and patented results searched with the keywords: carbonization, hydrothermal carbonization, babassu, charcoal, biomass, and combinations of them. The survey was conducted in the web-database of National Institute of Industrial Property of Brazil (INPI) and Derwent Innovations Index.. Also, Scientific articles has been searched with the same keywords in the web-database of articles on Google Scholar and Scopus. The results found in the survey of INPI were unsatisfactory compared to that in Derwent Innovations Index. In conclusion, it is observed that more research is needed to do in order to better understanding and finding new applications of this biomass and related technologies, mainly in Brazil.*

Key-words: carbonization; hydrothermal carbonization; babassu; charcoal; biomass.

1. Introdução

Uma prospecção tecnológica tem o intuito de buscar conhecimentos, de fazer análise de estudos científicos com foco no presente e no futuro, avaliando seus impactos socioeconômicos. Assim, como o babaçu possui relevante potencial tecnológico, foi objeto de estudo. Está entre as espécies vegetais nativas comuns no centro-norte do território brasileiro, esta palmeira ocorre em uma zona de transição entre as florestas úmidas da bacia amazônica e as terras semiáridas do Nordeste com maior destaque.

O estado do Maranhão concentra cerca de 10 milhões de hectares com palmeiras e junto com o Piauí, apresentam zonas de alta densidade, com populações superiores a 200 palmeiras por hectare (COSTA, 2014). A palmeira de babaçu, de nome científico *Orbignya phalerata*, é do tipo monocaule, que produz frutos de forma oblongo-elipsoides de coloração marrom com polpa fibrosa e tegumento composto por 3 a 6 amêndoas. Frutifica o ano todo com pico de produção de agosto à dezembro (CARVALHO, 2007).

A cadeia produtiva do babaçu é uma das mais representativas do extrativismo vegetal no Brasil, em razão da área de abrangência da palmeira babaçu, bem como das inúmeras potencialidades e atividades econômicas que podem ser desenvolvidas a partir dela, de sua importância para famílias que sobrevivem da agricultura de subsistência associada à sua exploração, e da forte mobilização social e política em favor do acesso livre aos babaçuais. (BRASIL, 2009)

Em termos de produção, a cadeia produtiva do babaçu é relativamente simples. Ela abrange a extração dos cachos com cocos na floresta e sua condução até uma área de processamento, na qual se separam a casca do coco (a parte fibrosa externa) e a parte dura (endocarpo) que contém as

amêndoas que produzirão o óleo de babaçu. Do mesocarpo extraído depois de arrancar a casca é possível produzir uma farinha para multi-misturas de alto valor nutritivo e que pode ser utilizada como parte da merenda escolar das escolas rurais. Cerca de 64 produtos, tais como carvão, etanol, metanol, celulose, farináceas, ácidos graxos e glicerina podem ser produzidos a partir do babaçu (SOUSA, 2008).

O coco babaçu nativo é formado do epicarpo (11%), que é a camada fibrosa externa do fruto; o mesocarpo (23%), uma porção intermédia com elevado teor de amido e fibras, além do o endocarpo (59%), que possui uma elevada concentração de lignina e é usado para a produção de carvão; e as amêndoas (7%), a partir da qual o óleo é extraído. O óleo está presente nas amêndoas do coco da árvore de babaçu e é utilizado para consumo humano e produção de cosméticos. (NASCIMENTO, 2004)

No que se refere aos produtos extrativos vegetais, no qual o babaçu está inserido, o carvão vegetal é o mais importante. Este carvão possui baixa densidade e baixa força de compressão, além de possuir outras características vantajosas: teor de enxofre e fósforo extremamente baixo, reatividade mais elevada que a do coque, além de ser um verdadeiro combustível renovável, por isso não contribui para o aumento de CO₂ global (EMMERICH & LUENGO, 1996).

Quanto às tecnologias de conversão termoquímica da biomassa, dentre os processos mais relevantes estão a combustão ou pirólise e carbonização hidrotérmica. A carbonização hidrotérmica (HTC) é uma das técnicas indicadas para a conversão de biomassa ou seus derivados em (nano) materiais carbonosos. Além do caráter ecológico, traz outras vantagens como baixas temperaturas de processamento (130 – 250 °C), pressão autogerada, reaproveitamento de resíduos, faz uso de meio reacional aquoso, pode ocorrer na ausência de catalisadores e surfactantes, secagem desnecessária do precursor, elevada taxa de conversão em carbono (60%), baixo consumo de energia, baixo custo tecnológico, processamento simples e boa capacidade de produção em larga escala (CASTRO, 2013).

A carbonização convencional ou pirólise é considerada a mais promissora das tecnologias de conversão térmica, visto que o processo permite ser direcionado para a produção de um ou outro subproduto (líquido, sólido ou gasoso). Além disso, segundo Gómez (2002), a possibilidade de produzir especialidades químicas e produtos com maior valor agregado torna o processo muito atraente quando comparado às outras fontes renováveis de energia limpa.

Trata-se de uma reação de decomposição termoquímica na ausência de oxigênio, a mesma necessita da inserção de calor, sendo classificada como uma reação endotérmica. Os produtos obtidos podem ser sólidos, líquidos e gasosos como por exemplo, carvão vegetal, bio-óleo e

monóxido de carbono. Os rendimentos e a qualidade destes produtos dependem dos parâmetros de síntese (CASTRO, 2013).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma prospecção tecnológica a respeito de carbonização convencional ou pirólise, à base de biomassa do babaçu (*Orbignya phalerata*), analisando a evolução das competências tecnológicas traduzidas no número de patentes e artigos.

2. Metodologia

No presente trabalho, a prospecção foi baseada na pesquisa de patentes e artigos científicos. Foram utilizadas para a busca de patentes as bases de dados fornecidas pela CAPES: Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI) e Derwent Innovations Index, e para a busca de artigos, na base de periódicos Google Scholar (Google Acadêmico) e Scopus, utilizando as palavras chaves, citadas abaixo.

Foram exploradas patentes e artigos com os termos: “carbonização (carbonization)”; “carbonização (carbonization) AND biomassa (biomass)”; Carbonização (carbonization) AND *Orbignya phalerata* OR babaçu (babassu); “carbonização hidrotérmica (hydrothermal carbonization) AND *Orbignya phalerata* or babaçu (babassu)”; “*Orbignya phalerata* OR babaçu (babassu) AND carvão (charcoal)”.

A pesquisa com o nome popular, babaçu, não obteve grande expressão, assim também foi utilizado o nome científico *Orbignya phalerata*, já que esta nomenclatura é reconhecida mundialmente, abrangendo maiores resultados.

A pesquisa para o banco de patentes levou em consideração a base do INPI, que procedeu-se seguindo os seguintes passos: Tópico Patente – Busca – Pesquisa Avançada – Resumo. As palavras compostas como *Orbignya phalerata* e Carbonização Hidrotérmica foram colocadas entre parênteses e os conectivos *AND* e *OR* foram utilizados, pelo fato de ser orientação de pesquisa do banco de patente.

Em relação ao banco do Web of Science, foi selecionada a opção *Derwent Innovations Index*, em seguida, as opções: pesquisa rápida e tópico. Para as combinações, foi selecionado a opção: adicionar outro campo. Para a base de dados de artigos Google Scholar, foi selecionado o tópico: pesquisar na Web e desmarcando a opção: incluir patentes e citações. Também foram utilizados os conectivos *AND* e *OR*.

E por fim, para a base Scopus, inicialmente foi selecionando a opção: *Document search*, e em seguida o tópico: *Article Title, Abstract, Keywords*.

A pesquisa por artigos e patentes foi realizada nos meses de abril e maio de 2015.

3. Resultados e discussão

3.1 Patentes

Na Tabela 1 estão demonstrados os números de patentes encontrados nas bases INPI e Derwent Innovations Index relacionados às palavras chaves do trabalho analisado.

Tabela 1- Número de patentes encontradas por palavra chave e combinações

PALAVRAS CHAVES	INPI	Derwent Innovations Index
Carbonização (Carbonization)	162	11.458
Carbonização (carbonization) AND Biomassa (biomass)	29	649
Carbonização (carbonization)	1	448
AND <i>Orbignya phalerata</i> or babaçu (babassu)		
Carbonização Hidrotérmica (Hydrothermal Carbonization)	0	44
AND <i>Orbignya phalerata</i> or babaçu (babassu)		
<i>Orbignya phalerata</i> or babaçu (babassu) AND Carvão (charcoal)	5	6

Fonte: Autoria própria (2015)

Não foi encontrado nenhuma patente no escritório nacional para a combinação “Carbonização Hidrotérmica (Hydrothermal Carbonization) AND *Orbignya phalerata* or babaçu (babassu)” o que é preocupante, já que o número de registros de patentes revela a propriedade sobre inventos gerados, sendo um entrave à inovação no país.

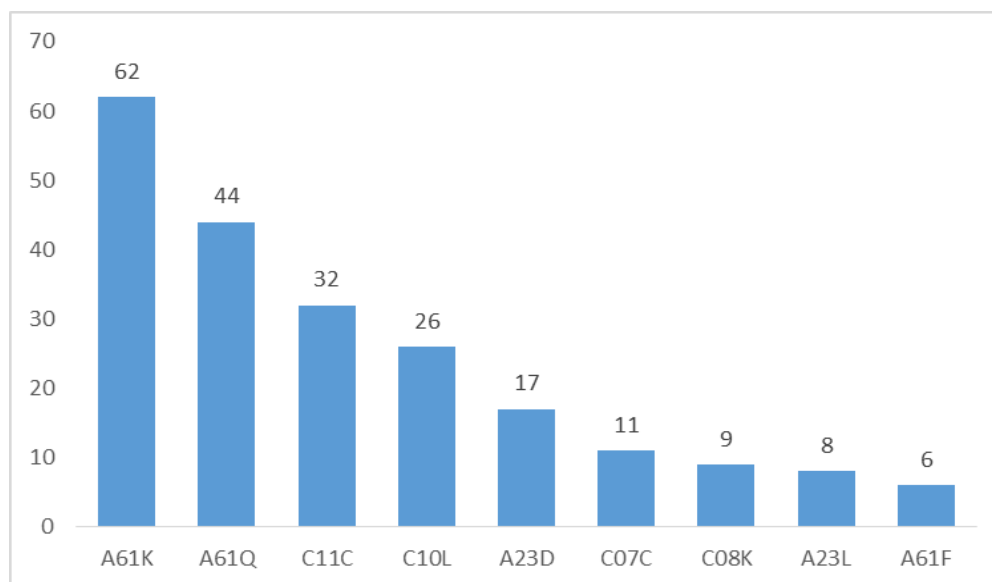
Além do caráter ecológico, a carbonização traz outras vantagens, baixo custo tecnológico, processamento simples e boa capacidade de produção em larga escala (Castro, 2013). Apesar das potencialidades, os resultados obtidos na prospecção para o escritório nacional de patentes INPI, foram insatisfatórios, levando-se em consideração a pequena quantidade, em relação ao Derwent Innovations Index.

A prospecção efetuada, utilizando a combinação “Carbonização Hidrotérmica (Hydrothermal Carbonization) AND *Orbignya phalerata* or babaçu (babassu)”, não localizou nenhuma patente relacionada aos termos citados para o escritório do INPI, o que demonstra que as pesquisas com o tema carbonização de babaçu são muito recentes.

A Classificação Internacional de Patentes (IPC) tem como objetivo inicial o estabelecimento de uma ferramenta de busca eficaz para o leitor, em relação a recuperação de documentos de patentes pelos escritórios de propriedade intelectual e demais usuários, (incluindo a avaliação do avanço técnico e resultados úteis ou utilidades) de divulgações técnicas em pedidos de patente.

Assim, a figura 1 ilustra patentes pelo IPC, que obtiveram mais resultados, para os termos truncados “Carbonização Hidrotérmica (Hydrothermal Carbonization) AND *Orbignya Phalerata* or babaçu (babassu)”, extraído da base Derwent Innovations Index.

Figura 1: Patentes por Código de Classificação Internacional para os termos “Carbonização (Carbonization) AND *Orbignya Phalerata* or babaçu (babassu)”



LEGENDA:

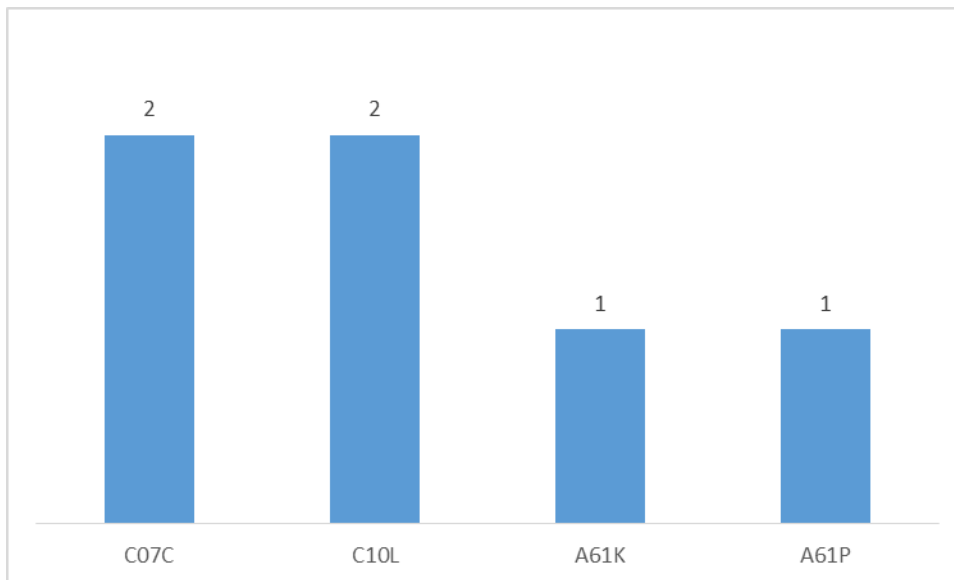
A61K: Finalidade médica, odontológica ou higiênica	C07C: Compostos acíclicos ou carboxílicos
A61Q: Cosméticos ou similares de higiene pessoal	C08K: Substâncias Orgânicas ou Inorgânicas em Composições
C11C: Ácidos graxos derivados de gorduras, óleos e ceras	A23L: Produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas
C10L: Combustíveis não incluídos em outro local	A23D: Alimentos ou produtos alimentícios
A61F: Filtros; Dispositivos que promovem desobstrução de estruturas tubulares	

Fonte: Autoria própria (2015)

A seção A trata de necessidades humanas e a seção C trata de química e metalurgia. Um grande número de patentes apresenta o código A61K, indicando que o produto pode ser adaptado para produtos farmacêuticos; seguido do código A61Q para utilização do babaçu em cosméticos, seguido do código C11C relacionado a recuperação de ácidos graxos a partir de material de refugo. O código C10L refere-se a gás natural, gás natural de sintético e outros combustíveis obtidos por outros processos.

A figura 2 ilustra as Patentes por Código de Classificação Internacional para a combinação “*Orbignya Phalerata* or babaçu (babassu) AND Carvão (charcoal)”, extraído da base Derwent Innovations Index.

Figura 2: Patentes por Código de Classificação Internacional para a combinação “*Orbignya Phalerata* or babaçu (babassu) AND Carvão (charcoal)”



LEGENDA:

A61K: Finalidade médica, odontológica ou higiênica

A61P: Alimentos ou produtos alimentícios

C07C: Compostos acíclicos ou carboxílicos

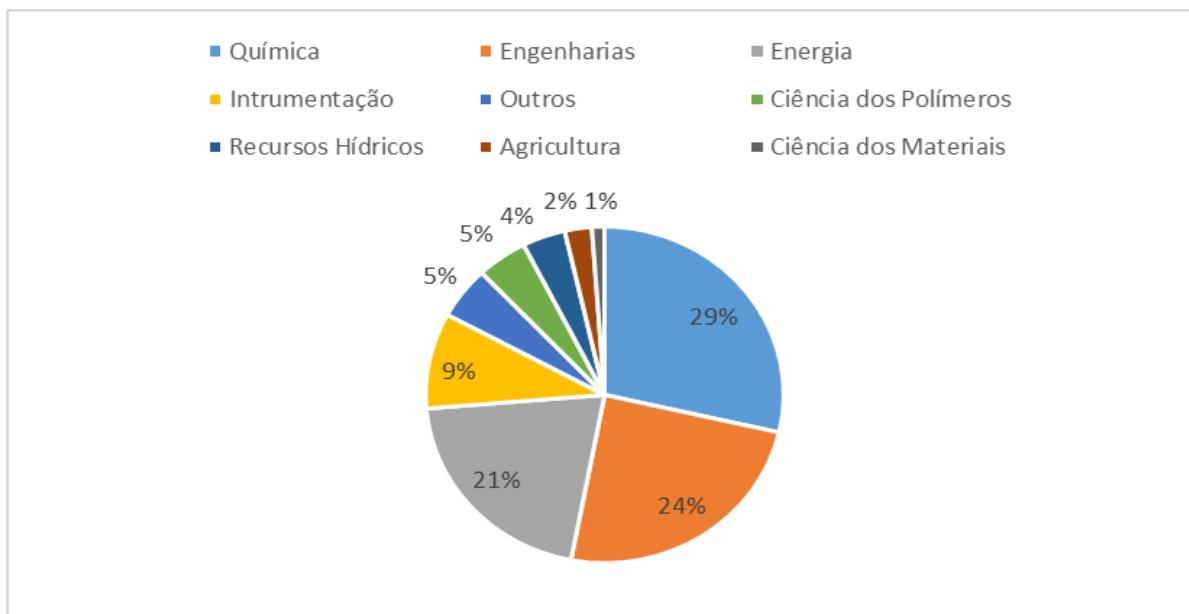
C10L: Combustíveis não incluídos em outro local

Fonte: Aatoria própria (2015)

O código A61K obteve mais resultados, já que extratos de babaçu podem ser utilizados na higiene pessoal; seguido do código A61P que abrange o preparo e o tratamento da matéria-prima para ser utilizada como produto alimentício; seguido do código C07C, confirmando compostos que contêm carbono e C10L referindo-se a gás natural, gás natural de sintético e outros combustíveis obtidos por outros processos.

Na figura 3 é ilustrado as áreas que mais publicam patentes com as palavras-chave “Carbonização (carbonization) AND Biomassa (biomass)”, extraído da base Derwent Innovations Index.

Figura 3: Áreas com maior número de publicações de patentes

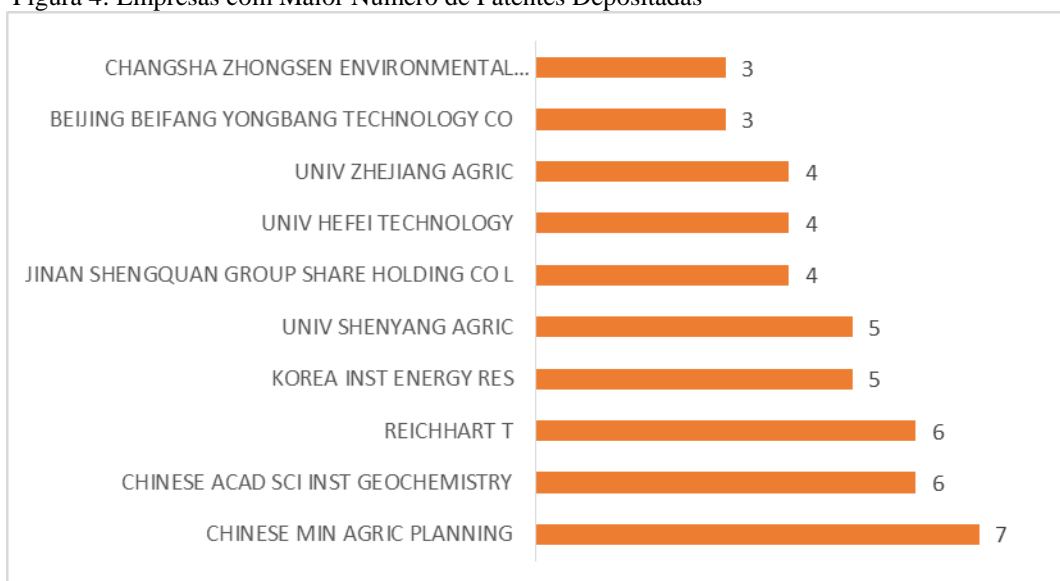


Fonte: Aatoria própria (2015)

As áreas de química, pelas reações que ocorrem no processo de carbonização; engenharias, pelos mecanismos que regem o processo de conversão térmica e energia, pelo potencial energético tecnológico de natureza renovável do produto formado pela carbonização, foram as áreas com maiores resultados em relação as palavras-chave “Carbonização (carbonization) AND Biomassa (biomass)”. Também aparece a área de Ciência dos Materiais pelo fato de estudar a propriedade dos produtos gerados da técnica de carbonização.

Algumas empresas visando a obtenção de lucros e expansão de sua abrangência, além do desenvolvimento da inovação e de novas tecnologias depositam patentes. A figura 4 mostra as Empresas com Maior Número de Empresas Depositantes para as mesmas palavras-chave “Carbonização (carbonization) AND Biomassa (biomass)”, nas cinco primeiras páginas da base Derwent Innovations Index.

Figura 4: Empresas com Maior Número de Patentes Depositadas



Fonte: Aatoria própria (2015)

A chinesa Chinese Min Agric Planning foi a empresa com o maior número de depósitos, apresentando um total de 7 patentes, destacando-se na área de agricultura, processamento e produção de alimentos verdes. A também chinesa, Chinese Acad Sci Inst Geochemistry é um instituto de geoquímica de grande importância, pois conduz importante recurso ambiental e da investigação para resolver os problemas de sustentabilidade aos níveis nacional e regional, possuindo 6 patentes. Com o mesmo número de patentes depositadas, está a multinacional, com sede na Alemanha, Reichhart T. fabricante de componentes eletrônicos, mostrando as aplicações dos produtos gerados da carbonização.

O Brasil não aparece no ranking, servindo como um alerta para comunidade científica nacional e como consequência disso, o país pode sofrer grandes perdas para países outros países que estão à sua frente, pois costumam proteger seus inventos.

3.2 Artigos

Na Tabela 2 está representado o número de artigos encontrados na base de periódicos Google Scholar, relacionadas às palavras chaves do trabalho analisado.

Tabela 2- Número de artigos encontrados por palavra chave e combinações

PALAVRAS CHAVES	Google Scholar	Scopus
Carbonization	64.200	15.570
Carbonization AND Biomass	19.900	798
Carbonization AND <i>Orbignya phalerata</i> or Babassu	11	15.570
Hydrothermal	3	2
Carbonization AND <i>Orbignya phalerata</i> or Babassu		
<i>Orbignya phalerata</i> or Babassu AND Charcoal	114	11

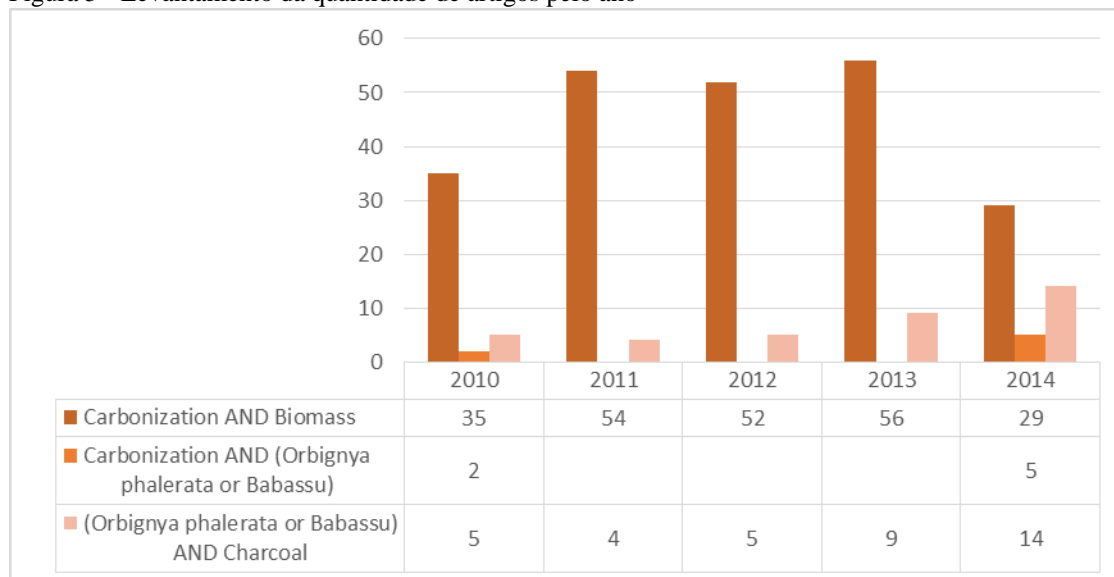
Fonte: Autoria própria (2015)

Foram encontrados poucos resultados para a combinação “Hydrothermal Carbonization AND *Orbignya phalerata* or Babassu” na base de dados Google Scholar, o que demonstra que as

pesquisas com o tema carbonização de babaçu são muito recentes ou que estes países não tem esta matéria-prima e não realizam pesquisas com ela, já que na maioria dos resultados, são brasileiros que publicam em revistas internacionais.

Foi analisada a quantidade de artigos publicados por ano extraído da base Google Scholar, a partir do ano 2010 a 2014 conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Levantamento da quantidade de artigos pelo ano

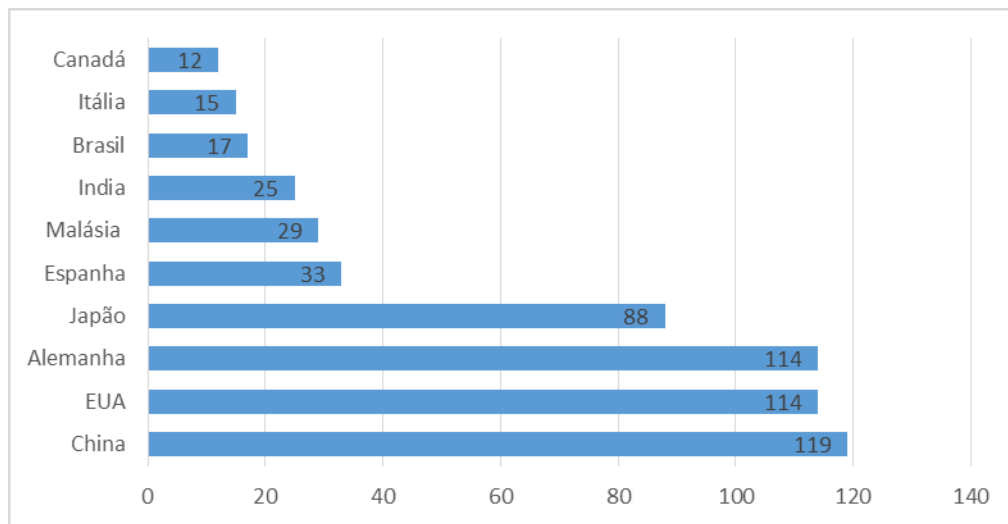


Fonte: Autoria própria (2015)

Verifica-se que existe uma quantidade relevante de artigos sobre carbonização e biomassa, no intervalo entre 2010 – 2014, em compensação, a quantidade de artigos sobre carbonização e babaçu ainda é muito pequena, quando comparada com as quantidades encontradas para a primeira combinação. Isso provavelmente se deve ao fato de o babaçu ser uma palmeira nativa do centro-norte do Brasil, o que é uma boa notícia para aumentar sua produção científica.

Dentre os países que mais publicaram artigos com as palavras-chave “Carbonização (carbonization) AND Biomassa (biomass)”, na base de dados Scopus, destacam-se China, Estados Unidos, Alemanha e Japão como ilustra a figura 6. A posição do Brasil ainda é tímida, o que denota a necessidade de que os pesquisadores atuem e se envolvam mais no estudo de uma biomassa disponível em larga escala no Brasil.

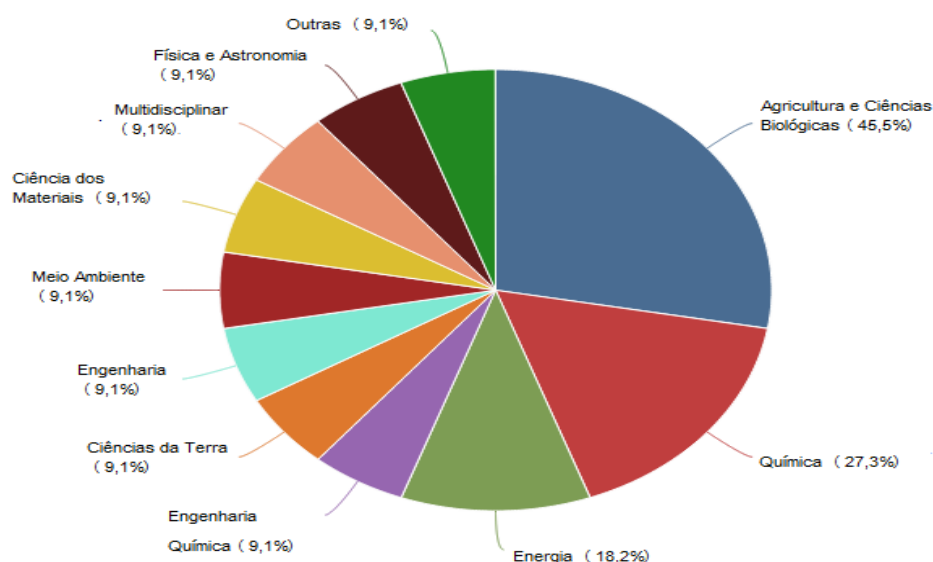
Figura 6 - Países com maior número de publicações de artigos



Fonte: Autoria própria (2015)

Foram analisadas as áreas nas quais foram publicados mais artigos na base de periódicos Scopus com os termos “*Orbignya Phalerata* or babaçu (babassu) AND Carvão (charcoal)” (Figura 7).

Figura 7: Áreas que mais publicaram artigos com o termo “*Orbignya Phalerata* or babaçu (babassu) AND Carvão (charcoal)”



Fonte: Autoria própria (2015)

Para o termo truncado *Orbignya Phalerata* or babaçu (babassu) AND Carvão (charcoal), observa-se a área de agricultura que estuda as aplicações do carvão e a de ciências biológicas que estuda a aplicação biológica, possuem mais publicações; seguidas das áreas de química que estuda composição e estrutura destes produtos, seguida pela área de energia, pelo potencial de geração de energia limpa dos mesmos.

4. Conclusão

Analisando os dados obtidos na pesquisa, foi possível observar que há um número satisfatório de patentes com as palavras-chave “Carbonização (carbonization) AND Biomassa (biomass)”, enquanto que não foram encontrados registros no escritório do INPI (Brasil) para os termos truncados “Carbonização hidrotérmica AND *Orbignya Phalerata* or babaçu”. Assim, os dados apresentados com a prospecção mostraram que a carbonização hidrotérmica de babaçu possui um campo aberto para futuras pesquisas científicas.

A China é o principal detentor de depósitos de patentes na área e o país que mais publica artigos com as palavras-chave “Carbonização (carbonization) AND Biomassa (biomass)”, na base de dados Scopus. Assim, a empresa chinesa Chinese Min Agric Planning foi a empresa com maior número de patentes depositadas na área.

Porém, ainda são necessárias mais pesquisas em relação a este produto de grande potencial energético, químico e alimentício. Além disso, a carbonização se mostra uma técnica de síntese de materiais carbonosos ambientalmente correta e de baixo custo. O Brasil é um país rico nesta

biomassa e pode explorar os aspectos tecnológicos relacionados à carbonização da mesma, com a possibilidade de retorno financeiro através de um produto de descarte da indústria do babaçu.

Referências

- BRASIL. **Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade**. Relatório: Workshop Nacional da Cadeia do Coco Babaçu, 2009. Brasília, DF, 2009. 48 p.
- CARVALHO, J.D.V. **Dossiê Técnico: Cultivo de Babaçu e Extração do Óleo**. CDT/UnB. 2007.
- CASTRO, A.J.R. de. **(Nano)materiais à base de carbono e nitrogênio obtidos a partir da carbonização hidrotérmica de biomassa**. 2013, 109p. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Ceará, 2013.
- COSTA, R.S. **Preparação de Materiais Carbonáceos a partir de Biomassa da Cadeia Produtiva do Babaçu (*Attalea speciosa*)**. 2014, 35p. Qualificação de mestrado – Universidade Federal do Piauí, 2014.
- EMMERICH, F.G.; LUENGO, C.A. Babassu charcoal: a sulfurless renewable thermo-reducing feedstock for steelmaking. **Biomass and Bioenergy**, v.10, p.41-44, 1996. DOI: 10.1016/0961-9534(95)00060-7.
- GOOGLE SCHOLAR (2015). Disponível em: < <https://scholar.google.com.br/>>. Acessado em 27 de maio de 2015.
- GÓMEZ, E. O., **Estudo da pirólise rápida de capim elefante em leito fluidizado borbulhante mediante caracterização dos finos de carvão**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas – SP, 369 p., 2002. Tese de doutorado.
- SOUSA A.I.P. **Efeitos do mesocarpo do babaçu sobre a bioquímica sanguínea em animais com tumor de Ehrlich**. Dissertação de Mestrado em Saúde e Ambiente. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, 2008
- INPI (2015). **Instituto Nacional de Propriedade Industrial**. Disponível em: <<http://formulario.inpi.gov.br/MarcaPatente/servlet/PatenteServletController>> Acessado em 27 de maio de 2015.
- NASCIMENTO, U.S. **Carvão de Babaçu como Fonte Térmica para Sistema de Refrigeração por absorção no Estado do Maranhão**. 2004, p. 82. Dissertação de mestrado - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- SCOPUS (2015). Disponível em: < <http://www.scopus.com/home.url>> Acessado em 27 de maio de 2015.
- WEB OF SCIENCE (2015). Disponível em:< http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=2EwkTpcAtaXqNasgrp8&preferencesSaved=> Acessado em 27 de maio de 2015.

Recebido: 12/06/2015

Aprovado: 02/10/2015