

## QUANTIFICAÇÃO DE TECNOLOGIAS EM GASEIFICAÇÃO ATRAVÉS DA ANÁLISE DOS PEDIDOS DE PATENTES E ARTIGOS LITERÁRIOS

### MEASUREMENT OF TECHNOLOGY IN GASIFICATION THROUGH ANALYSIS OF APPLICATIONS FOR PATENTS AND LITERARY ARTICLES

Mikele Cândida Sousa Sant'Anna<sup>1</sup>; Gustavo de Almeida Castro<sup>2</sup>; Lilian Herlen do Nascimento Araujo<sup>3</sup>, Gabriel Francisco da Silva<sup>4</sup>, Sergio Lucena<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife/PE – Brasil  
[mikelecandida@gmail.com](mailto:mikelecandida@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife/PE – Brasil  
[Gustavo.a.castro@hotmail.com](mailto:Gustavo.a.castro@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife/PE – Brasil  
[lilian\\_herlen@hotmail.com](mailto:lilian_herlen@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil  
[gabriel@ufs.br](mailto:gabriel@ufs.br)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife/PE – Brasil  
[lucena@ufpe.br](mailto:lucena@ufpe.br)

#### Resumo

*A gaseificação é o processo termoquímico que converte insumos sólidos, líquidos ou gasosos em gases com características basicamente combustíveis, através de sua oxidação parcial a temperaturas intermediárias. Para este processo diversos tipos de metodologias e equipamentos foram desenvolvidos nos últimos anos, tendo em vista o destaque que as energias alternativas ganharam para as próximas décadas, em substituição aos combustíveis fósseis. Para a realização da busca de patentes utilizou-se a base da WorldIntellectualPropertyOrganization (WIPO), do Banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e do European Patent Office (Espacenet). Para o monitoramento de publicações literárias utilizou-se as coleções indexadas do portal dos periódicos da CAPES e as bases indexadas do Scopus e Scielo. Como resultados, a base de patentes que apresentou maiores percentuais de registros foi Espacenet, seguido por WIPO e por último INPI. O maior quantitativo de publicações literárias encontram-se nos periódicos do Scopus, seguida das bases CAPES e Scielo. As patentes foram apresentadas por ano de depósito, classificação internacional e país de depósito. Os artigos foram classificados pelo número de publicações por base indexadas, idiomas de publicação, principais países e periódicos.*

**Palavras-chave:** gaseificação, metodologias, equipamentos, prospecção tecnológica.

## Abstract

*Gasification is a thermochemical process that converts solids, liquids or gaseous inputs into gaseous with fuel characteristics by partial oxidation under intermediate temperatures. For this process several methodology and equipments were developed in the last years in view of the prominent alternative energy gained for the coming decades to substitute fossil fuels. To perform the search of patents have used the basis of the World Intellectual Property Organization (WIPO) the database of the National Institute of Industrial Property (INPI) and the European Patent Office (Espacenet). For monitoring literary publications we used the CAPES portal of journals, Scopus indexed databases and Scielo indexed databases. As a result, the basis of patents that had higher percentages of records was Espacenet, followed by WIPO and finally INPI. The higher numbers of literary publications are located in Scopus journals followed by CAPES and Scielo databases. Patents were presented by year of filing, international classification and country of deposit. The articles were categorized by the number of publications indexed by base, language of publication, countries and journals.*

**Key-words:** Gasification, methodologies, equipments, technological forecasting.

## 1. Introdução

A gaseificação é o processo termoquímico que converte um insumo sólido ou líquido num gás com características basicamente combustíveis, através de sua oxidação parcial a temperaturas intermediárias, isto é, temperaturas acima das recomendadas nos processos de pirólise rápida e abaixo das recomendadas nos processos de combustão. Ao processo de gaseificação são supridas quantidades restringidas de oxigênio, na forma de oxigênio puro ou simplesmente ar atmosférico, dependendo, principalmente, do uso final do gás obtido (LORA *et al.*, 2008).

Alguns fatores influenciam na gaseificação, a exemplo da razão de equivalência (ER), a temperatura, a vazão de aquecimento, o tipo de agente de gaseificação, pressão, tempo de residência. Com o intuito de otimizar esses processos, nas últimas décadas intensificaram o uso de técnicas computacionais, com o grande avanço ocorrido na capacidade de cálculo computacional. Nos últimos anos possibilitou a modelagem numérica de escoamentos em configurações geométricas complexas como gaseificadores

O agente oxidante pode ser o ar, o oxigênio ou mesmo vapor. O gás produzido é um gás de baixo poder calorífico em torno de 4-7 MJ/Nm<sup>3</sup> (se o agente oxidante for ar) ou 10 a 18 MJ/Nm<sup>3</sup> (se o agente oxidante for oxigênio ou vapor), devido a esse baixo poder calorífico o gás resultante do processo de gaseificação é denominado de gás pobre. Na sua composição está presente CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> (se o agente oxidante for ar) entre outros elementos e vários contaminantes como particulados e alcatrão. O gás produzido pode ser usado para acionar um motor de combustão interna, uma turbina a gás, um forno de secagem de revestimento cerâmico, caldeiras, etc (ANDRADE, 2007).

O processo de gaseificação ocorre em equipamentos chamados de gaseificadores. Durante a gaseificação, algumas zonas características do processo podem ser identificadas: a secagem, a redução, oxidação e pirólise. Em reatores de leito fluidizado essas zonas não podem ser distinguidas. A Figura 1 mostra um diagrama do processo de gaseificação (ANDRADE, 2007).

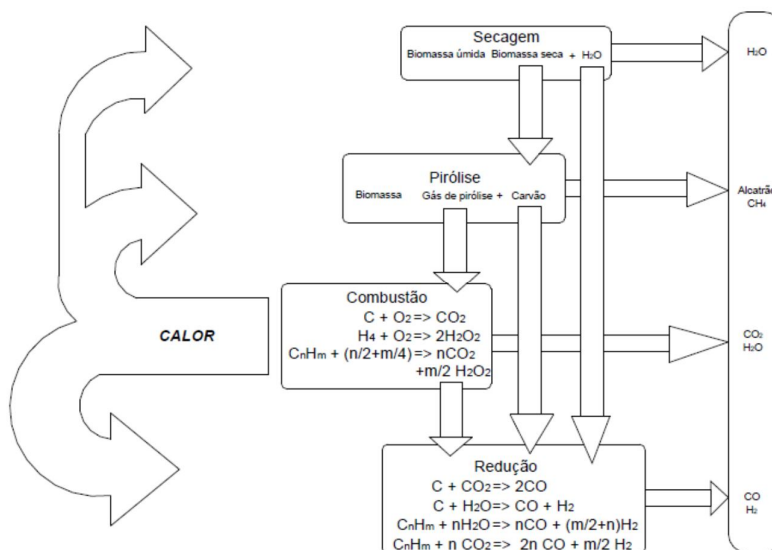


Figura 1 - Diagrama do processo de gaseificação.

Fonte: (ANDRADE, 2007)

Segundo Andrade (2007), o gás produzido por um sistema de gaseificação de biomassa contém uma determinada quantidade de contaminantes, que são os particulados, as cinzas e o alcatrão. Para que esse gás possa ser utilizado em um sistema de geração de potência com um motor alternativo ou uma turbina a gás ele deve ser o mais limpo possível. Para se realizar a limpeza do gás algumas alternativas podem ser utilizadas na realização dessa tarefa como, por exemplo, usar um ciclone para a retirada dos particulados e uma torre de lavagem para lavar o gás e retirar o particulado não retido pelo ciclone.

Segundo Boloy (2010) os ciclones possuem uma elevada eficiência de remoção de material particulado, a qual se encontra em uma faixa de 90% para a remoção de material com diâmetro superior a 5 µm; esses equipamentos dependem de material de construção, trabalham eficientemente a elevadas temperaturas do gás de síntese. Além de remover partículas, estes equipamentos podem ser utilizados para a remoção de alcatrão e materiais alcalinos (STEVENS, 2001).

## 2. Metodologia

Para a realização da busca de patentes seguiu-se a metodologia já utilizada em outros artigos (SERAFINI et al., 2011). Para o desenvolvimento da prospecção, foi tomado como base os pedidos

de patentes depositados no *European PatentOffice* (Espacenet – Worlwide), na *World Intellectual Property Organization (WIPO)* e no Banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil. A palavra-chave utilizada foi: gaseificação, na base do INPI, tendo-se o cuidado de só manter na pesquisa a gaseificação para gerar gás de síntese. A palavra *gasifier* foi utilizada nas bases do Espacenet e Wipo. Utilizou-se o campo de pesquisa “título e resumo”. A pesquisa foi realizada no mês de julho de 2012. Os resultados foram expressos por frequência da classificação internacional de patentes (CIP), do país de origem de depósito e do ano de depósito.

Para o desenvolvimento do monitoramento dos artigos foram tomados como base os trabalhos presentes nos periódicos da CAPES e nas bases indexadas do Scielo e Scopus, através dos sítios: [www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br), <http://www.scielo.org/php/index.php> e <http://www.scopus.com>, respectivamente. A palavra-chave utilizada na busca foi ‘Gaseificação’ no campo ‘*Buscar assunto*’ nos periódicos da CAPES; ‘*Gasifier and Energy*’ e ‘Gaseificação e Energia’ na base do Scielo. E na base do Scopus foi utilizada a palavra-chave: ‘*Gasifier and Energy*’. Para um melhor direcionamento do monitoramento, foram analisados apenas os artigos que continham a palavra-chave no título e resumo e os que eram referentes à gaseificação para a produção de energia. Os resultados foram expressos por frequência de trabalhos por coleção (bases onde os trabalhos foram indexados), ano de publicação, idioma, país, principais revistas, principais autores, áreas temáticas, afiliação e tipo de recurso. A pesquisa foi realizada no mês de outubro de 2012.

### **3. Resultados**

#### **3.1 Resultados da prospecção de patentes**

No banco de dados do INPI as principais classificações encontradas foram: 67 patentes da classificação: produção de gases contendo monóxido de carbono e hidrogênio a partir de matérias carbonáceas sólidas; materiais por processos de oxidação parcial envolvendo oxigênio ou vapor (gaseificação subterrânea de minerais); carburação do ar ou de outros gases (C10J); 14 patentes desta classificação: destilação destrutiva de substâncias carbonáceas para produção de gás, coque, alcatrão ou substâncias similares (C10B). Conforme a Figura 2.

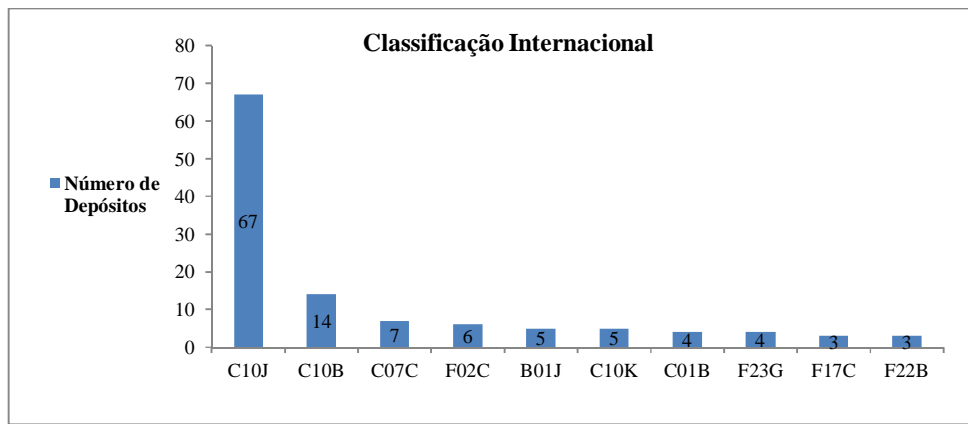


Figura 2. Número de documentos analisados no INPI pela CIP. Análise por subclasses com a palavra-chave gaseificação.  
 Fonte: Autoria Própria (2012)

No banco de dados do WIPO as principais classificações encontradas foram: 131 patentes da classificação: produção de gases contendo monóxido de carbono e hidrogênio a partir de matérias carbonáceas sólidas; materiais por processos de oxidação parcial envolvendo oxigênio ou vapor (gaseificação subterrânea de minerais); carburação do ar ou de outros gases (C10J) e 33 patentes desta classificação: manufatura de ferro ou aço (C21B). Conforme Figura 3.

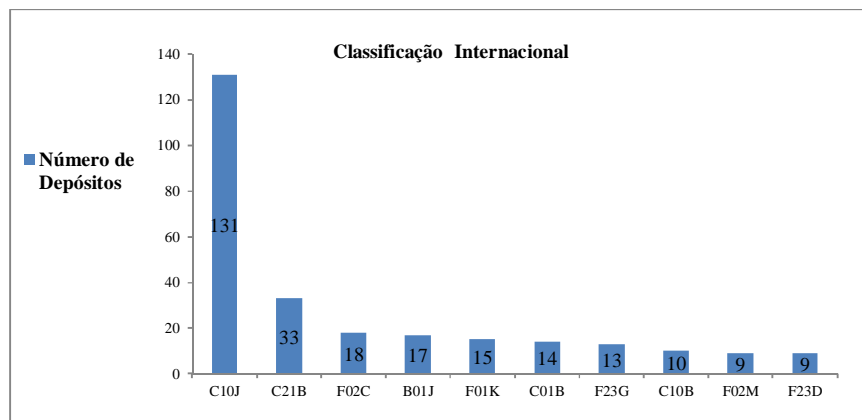


Figura 3. Número de documentos analisados na WIPO pela CIP. Análise por subclasses com a palavra-chave gasifier.  
 Fonte: Autoria Própria (2012)

No banco de dados do espacenet as principais classificações encontradas foram: 532 patentes da classificação: produção de gases contendo monóxido de carbono e hidrogênio a partir de matérias carbonáceas sólidas; materiais por processos de oxidação parcial envolvendo oxigênio ou vapor (gaseificação subterrânea de minerais); carburação do ar ou de outros gases (C10J) e 67 patentes desta classificação: estufas ou fogões domésticos para combustíveis sólidos; acessórios para uso relacionado com estufas ou fogões (F24B). Conforme Figura 4.

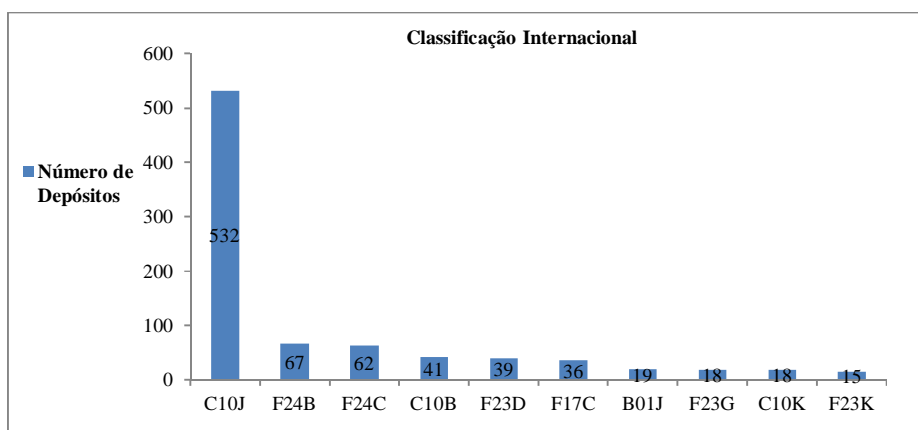


Figura 4. Número de documentos analisados no Espacenet pela CIP. Análise por subclasses com a palavra-chave gasifier.

Fonte: Autoria Própria (2012)

A Figura 5 ilustra o número de patentes pelos anos de depósitos para as bases de dados pesquisadas, podemos perceber que o ano de maior número de pedidos foi 2010, com 212 documentos, seguido de 2009 com 109 documentos. No período de 2002 até a data da realização da prospecção foram depositadas 82 patentes no INPI, 383 do Espacenet e 465 do WIPO. Destacando que as patentes foram pesquisadas com a palavra-chave gaseificação ou gasifier e tomando-se o cuidado de retirar as gaseificações que não objetivaram a geração de gases combustíveis.

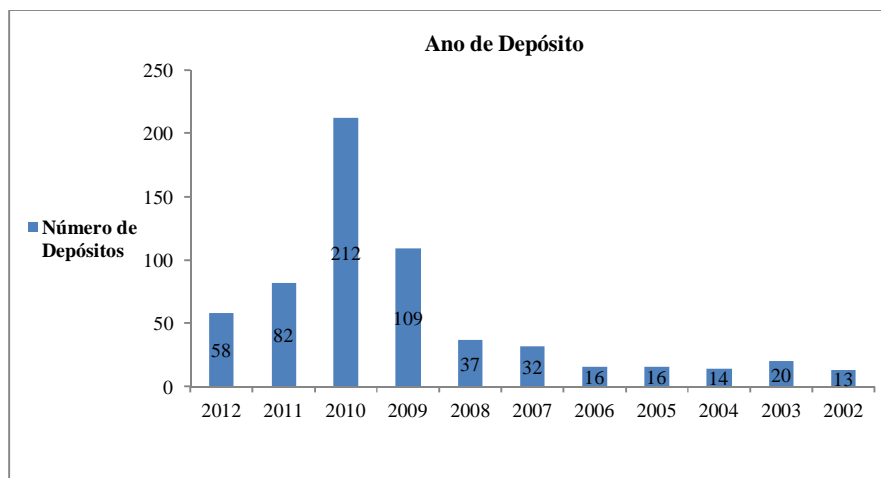


Figura 5. Número de documentos analisados (INPI, WIPO e ESPACENET) por ano de com a palavra-chave gasifier.

Fonte: Autoria Própria (2012)

Em relação aos países depositantes, a China (CN), seguido dos Estados Unidos (US), foram os países que apresentaram o maior número de patentes depositadas nos bases pesquisadas até a data da realização da prospecção, com o número de depósitos de 313 e 95, respectivamente. A Figura 6 ilustra o número de documentos analisados por países que realizaram o depósito.

Os pedidos realizados pelo Tratado de Cooperação entre Países (PCT) e a Oficina Europeia de Patentes (OEP) totalizaram 133 e 118 pedidos, respectivamente.

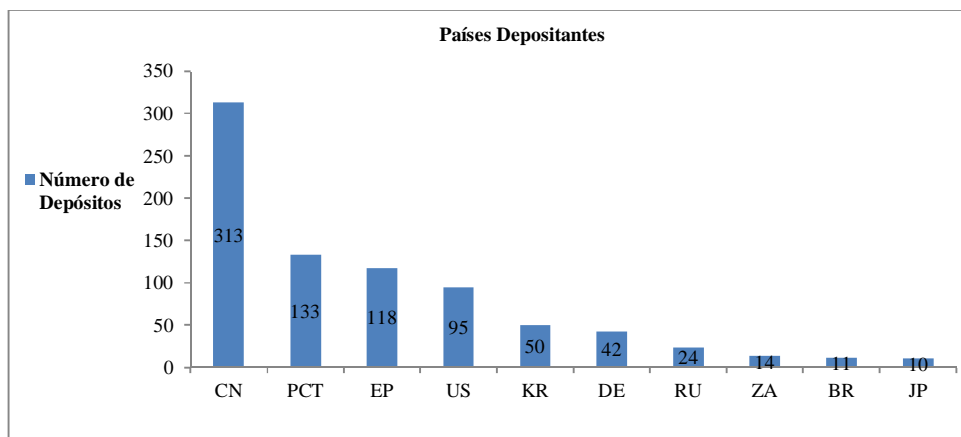


Figura 6. Número de documentos analisados no INPI por ano país de depósito com a palavra-chave gaseificação ou gasifier. Onde: CN= China; PCT=WO= Tratado de Cooperação de entre Países; KR= Republica da Coreia; DE= Alemanha; RU= Russia; BR= Brasil; JP=Japão.

Fonte: Autoria Própria (2012)

### 3.1 Resultados da prospecção de artigos

Utilizando-se a palavra-chave, *Gaseificação* no campo “buscar assunto” foram encontrados 15 documentos no Portal de periódicos da CAPES. Dentre estes documentos encontrados, apenas 8 eram referentes a Gaseificação e Energia. Os resultados referentes aos periódicos da CAPES são apresentados a seguir. Dos 8 documentos encontrados no Portal de periódicos da CAPES, observa-se que o período que mais ocorreu publicações direcionadas a Gaseificação foi o período entre 2008 e 2010 com 3 publicações. (Figura 7).

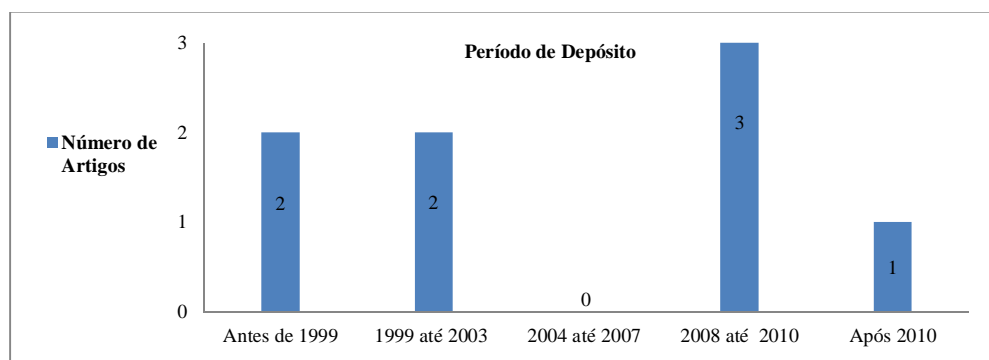


Figura 7. Número de documentos analisado nos periódicos da CAPES por período de publicação. Utilizando a palavra-chave *Gaseificação* no título.

Fonte: Autoria Própria (2012)

Dentre os idiomas mais utilizados para a escrita dos trabalhos relacionados a Gaseificação o inglês se destaca com 5 trabalhos e o português com 3. O tipo de recurso mais utilizado nos periódicos da CAPES foi o artigo com 7 publicações. Os periódicos que mais se destacaram foram *Energy For Sustainable Development* e *Polímeros*, ambos com 2 publicações (Figura 8).

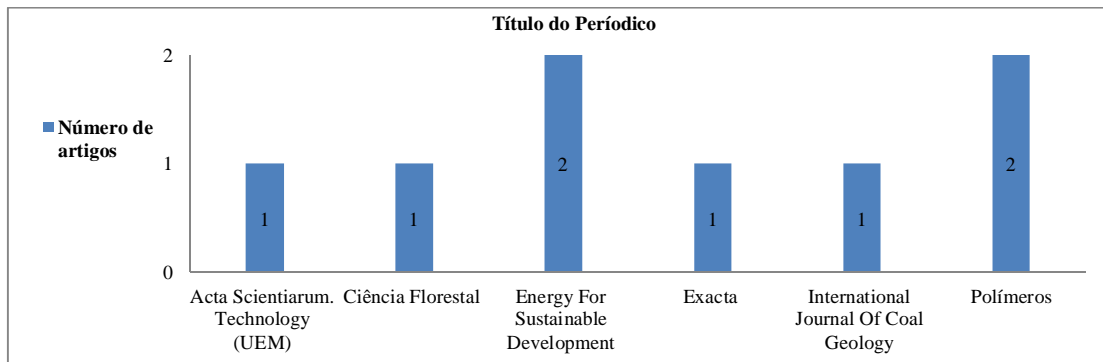


Figura 8. Número de documentos publicado nos periódicos da CAPES por título do periódico. Utilizando a palavra-chave *Gaseificação* no título.  
Fonte: Autoria Própria (2012)

Os tópicos mais abordados nos trabalhos publicados nos periódicos da CAPES foram conversão termoquímica de combustíveis, leito fluidizado, pneus automotivos e hidrogênio, com 2 publicações cada. Dentre os 8 periódicos observados, a coleção (bases onde os trabalhos foram indexados) que mais recebeu publicações foi a *SciVerse ScienceDirect (Elsevier)* com 3 publicações.

Utilizando-se a palavra-chave *Gasifier and Energy* na base da Scielo encontrou-se 7 resultados referentes à gaseificação na produção de energia. Dentre os 7 resultados encontrados, observou-se que o ano em que mais ocorreram publicações de trabalhos relacionados à gaseificação foi o ano de 2010 com 2, seguido de 2007 e 2011 com 1 publicação cada.

Procedendo a busca, procurou-se identificar as principais revistas indexadas na base do Scielo, as quais possuíam trabalhos com estudos voltados a gaseificação na produção de energia. As principais revistas encontradas foram *Informação e Tecnologia* e *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, ambas com 2 publicações. Das áreas temáticas analisadas, observou-se que *Engineering* é a área temática com maior destaque (com 5 publicações).

E para finalizar a busca com a palavra-chave *Gasifier and Energy* na base do Scielo, foram analisadas as coleções. E as que mais obtiveram resultados relacionados à gaseificação e energia foram as coleções referentes à Colômbia, em seguida o Chile e por último o Brasil, com 3, 2 e 2 publicações respectivamente.



Por fim, utilizou-se a palavra-chave *Gasifier and Energy* na base do Scopus e encontrou-se 1755 resultados referentes ao assunto. Os resultados desta pesquisa serão apresentados a seguir por frequência. Conforme gráfico representado pela Figura 9.

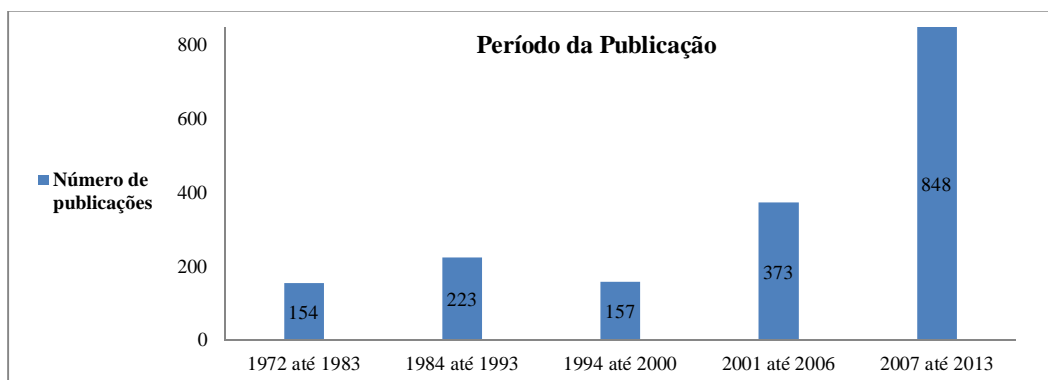


Figura 9. Número de documentos publicado na base do Scopus por Ano de publicação. Utilizandoa palavra-chave *Gasifier and Energy*no título.  
Fonte: Autoria Própria (2012)

Dentre os idiomas mais utilizados para a escrita dos trabalhos encontrados nas bases do Scopus, o inglês é o que tem o maior destaque com 1532 publicações, seguido do chinês e japonês com 52 e 30 publicações respectivamente. Dentre os resultados encontrados o tipo de documento mais utilizado nos trabalhos nas bases do Scopus, o artigo é o que mais se destaca com 928 publicações (Figura 10).

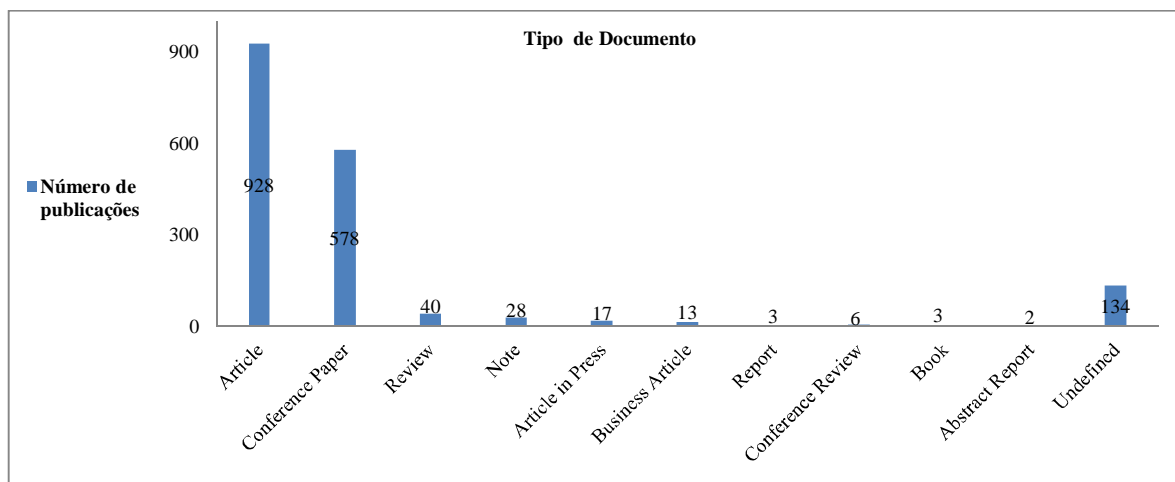


Figura 10. Número de documentos publicado na base do Scopus por tipo de documento. Utilizandoa palavra-chave *Gasifier and Energy*no título.  
Fonte: Autoria Própria (2012)

Os principais tipos de fontes encontrados nessa pesquisa foram *Journals* e *Conference Proceedings* com 1066 e 526 publicações, respectivamente.

As áreas temáticas que mais se destacaram na base do Scopus foram *Energy*, *Engineering* e *Chemical Engineering* com 762, 671 e 468 publicações, respectivamente.

Dos trabalhos publicados os títulos da fonte que mais se destacam são *International Journal of Hydrogen Energy* e *Biomass and Bioenergy* com 64 e 62 trabalhos publicados, respectivamente.

E para finalizar a busca, procurou-se identificar as principais afiliações dos trabalhos publicados referentes à gaseificação e energia na base do Scopus. Assim, observou-se que *National Energy Technology Laboratory* (laboratório operado pelo departamento de energia dos EUA) é o que apresenta maior destaque com 43 publicações afiliadas a este laboratório, seguido do *Politecnico di Milano* com 21 publicações.

#### **4. Conclusão**

Avaliando o cenário mundial e brasileiro, no que concerne aos documentos de pedidos de patentes, podemos caracterizar a prospecção relativa à gaseificação por estar em constante desenvolvimento, principalmente a partir do ano de 2009. Principalmente nas classificações internacionais referentes à produção de gases contendo monóxido de carbono e hidrogênio a partir de matérias carbonáceas sólidas; materiais por processos de oxidação parcial envolvendo oxigênio ou vapor (C01J).

A área é promissora, tendo em vista o número relativamente baixo de pedidos de depósitos com essa tecnologia, principalmente no cenário Brasileiro.

Através dessa pesquisa, foi possível analisar os trabalhos publicados presentes nos periódicos da CAPES e nas bases indexadas do Scielo e Scopus referentes à gaseificação e produção de energia. Desse modo, foi possível observar que esses trabalhos foram publicados em maior concentração nos últimos anos. A alta demanda mundial por fontes de energia renovável é um dos principais motivadores do crescente emprego e estudo dos sistemas de gaseificação.

#### **Referências**

- ANDRADE, R. V. (2007). Biomass gasification: A theoretical and experimental approach. *Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica*, Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG, Brasil.
- BOLOY, R.A.M. simulação computacional de gaseificação de madeira de pequeno porte empregando um gaseificador downdraft. *Dissertação de mestrado*. Universidade Estadual Paulista, 2010.

LORA, E.E.S.; ANDRADE, R.V.; SANCHEZ, C.G.; GÓMEZ, E.O.; SALES, C.A.V.B. Gaseificação. In: CORTEZ, L.A.B; LORA, E.E.S.; GOMEZ, E.O. (Org). *Biomassa para energia*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008.

SERAFINI, M.R; RUSSO, S.L.; PAIXÃO, A.E.; SILVA, G.F. Prospecção Tecnológica no Brasil: Características da Propriedade Intelectual no Nordeste. *RevistaGeintec*.v.1, n.1, 2011.

STEVENS, D. J. Hot Gas Conditioning: Recent Progress with Larger- Scale Biomass Gasification Systems. Update and Summary of recent Progress.NREL – National Renewable Energy Laboratory.2001.