



Meio Ambiente: Um Estudo Bibliométrico sobre Biocombustíveis

M. M. de Carvalho ^a, A. P. V. B. V. Lopes ^b, D. S. L. Marzagão ^c

a. Universidade de São Paulo, São Paulo, marlymc@usp.br

b. Universidade de São Paulo, São Paulo, aplopes10@usp.br

c. Universidade de São Paulo, São Paulo, dslm0401@usp.br

Abstract

The need to reduce greenhouse gases emission improves the interest in research and production of biofuels.

The main objective of this work is to understand the literature of biofuels, more specifically related to the strategies adopted by countries seeking sustainability and environmental preservation. For this, the authors performed a bibliometric study with content analysis. The database chosen was ISI Web of Knowledge (Web of Science), with the topics “biofuels” and “strategy”. One hundred thirty works were obtained, but the authors chose to only analyze articles, decreasing the number to eighty-nine jobs, which involved three hundred seventy-nine authors, sixty-four journals and thirty-six countries. After reading the abstracts, thirteen articles were excluded because they did not fit the theme, resulting a final sample of seventy-six articles, between 1999 and 2010.

The authors analyzed the publications (journals and most important areas) and citations (frequency, most cited articles, citations of articles to references). The journals that published more articles on the topic were: Biomass & Bioenergy, Energy Policy, Environmental Science & Technology, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. The main areas were: agriculture, bacteria / protein, biomass, fuel consumption, emissions and energy.

Keywords: *biofuels, strategy, bibliometric study.*

1 Introdução

O panorama de produção de combustíveis começou a passar por transformações no ano de 1973, com a crise mundial do petróleo, principal combustível fóssil.

A cobrança internacional pela diminuição da emissão dos gases do efeito estufa, em especial o CO₂, estimulou o interesse de muitos países pela pesquisa e produção de biocombustíveis (DANIELSEN *et al.*, 2009; PACKER, 2009; RYAN *et al.*, 2006).

As grandes empresas produtoras de combustíveis, que antes dominavam o mercado e trabalhavam sem a presença de colaboração ou parcerias, buscaram

formas de cooperação com o intuito de partilharem custos em pesquisa e produção, bem como aumentar a capacidade de produção de matérias-primas capazes de serem transformadas em biocombustíveis, tais como cana-de-açúcar e milho.

Com o aumento da produção de produtos agrícolas destinados aos biocombustíveis, cresceu também a preocupação com os possíveis impactos que poderiam ser gerados na agricultura mundial, tais como aumento de preços.

Este trabalho tem como objetivo analisar a literatura de biocombustíveis, mais precisamente relacionada às estratégias adotadas pelos países, em busca de sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

2. Metodologia

O método de pesquisa utilizado neste trabalho foi o “estudo bibliométrico”, com foco na análise de indicadores de publicações e citação.

O estudo bibliométrico permite identificar padrões na literatura, tais como principais periódicos, evolução das publicações ao longo do tempo, influência do fator de impacto dos periódicos, autores de destaque, palavras-chaves mais utilizadas e fluxo de citações, bem como envolve áreas como matemática, ciências sociais, ciências naturais, engenharia e ciências da vida (GLANZEL, 2003)

Segundo Garfield (1972), a análise de fator de impacto da base de dados ISI (*Institute for Scientific Information*) surgiu em 1971, com o intuito de mapear as informações dos periódicos, bem como de avaliá-los e ranqueá-los, uma vez que o número de periódicos crescia a cada ano.

O “*Journal Citation Report*” é um indicador, atualizado anualmente, que fornece métricas de desempenho dos periódicos, entre elas o fator de impacto (GLANZEL & MOED, 2002) (ver Eq.1).

$$\text{Fator de impacto} = \frac{\text{total de citações recebidas pelos artigos publicados no periódico, nos últimos dois anos}}{\text{total de artigos publicados no periódico, nos últimos dois anos}}$$

Eq. 1. Cálculo do fator de impacto de um periódico.

2.1 Amostra

Foi realizada uma busca na base de dados *ISI Web of Knowledge (Web of Science)*, com os tópicos “*biofuel*” e “*strategy*”. A busca resultou em 130 trabalhos. Os autores optaram por analisar apenas os artigos, pelo fato de passarem por dupla avaliação e para que as análises dos periódicos pudessem ser realizadas. O número de trabalhos caiu para 89. Estes artigos envolveram 379 autores, 64 periódicos e 36 países.

Todos os resumos foram lidos e 13 artigos foram excluídos, por não se adequarem à temática da pesquisa. A amostra final foi composta por 76 trabalhos, publicados entre 1999 e 2010.

2.1 Indicadores de publicações

O primeiro indicador de publicação analisado foi o de publicações por periódico. Nesta análise foi possível verificar quais os periódicos que mais publicaram, bem como seus respectivos escopos editoriais e principais áreas de atuação.

O segundo indicador foi o de publicações por área e ano. Com base na análise de áreas do *ISI* e palavras áreas chaves dos artigos, foram identificadas as áreas mais relacionadas com o tema pesquisado. Após a leitura dos resumos, os artigos foram codificados em áreas.

2.2 Indicadores de citação

O primeiro indicador de citação foi a frequência de citação por contagem anual. No grupo de 76 artigos analisados, verificou-se o ranking dos cinco mais citados ao longo do tempo.

Considerando que o número de citações de um artigo está diretamente relacionado com o impacto do trabalho, o segundo indicador foi o de trabalhos mais citados. Nesta análise, acrescentou-se o fator de impacto do periódico, bem como uma análise qualitativa dos trabalhos, identificando os objetivos e principais resultados ou conclusões dos artigos.

O terceiro indicador foi obtido com da construção de uma rede de citação de artigos para referências. As referências dos artigos podem conter trabalhos importantes para a pesquisa que, por algum motivo não apareceram na busca. Um exemplo deste tipo de trabalho são os livros, que ficam de fora no momento da escolha de analisar apenas artigos. Os dados foram tratados no *software Sitkis* (SCHILDT, 2002) e as redes foram desenhadas com o auxílio do *software Ucinet* (BORGATTI, 2002).

3 Resultados

As seções seguintes destinam-se a apresentar os resultados obtidos por meio do estudo bibliométrico.

3.1 Indicadores de publicações

Os 76 artigos analisados foram publicados em 53 periódicos, o que demonstra a multidisciplinaridade da área, com uma média de 1,4 artigos por periódico. A Tabela 1 apresenta a relação de periódicos que publicaram mais do que dois artigos, com a respectiva análise de escopo editorial e principais áreas abordadas.

Verificou-se que um periódico publicou sete artigos e outro publicou seis artigos, enquanto dois publicaram três artigos e oito publicaram dois artigos.

As principais áreas identificadas no *ISI* foram: *energy & fuels; environmental sciences; biotechnology & applied microbiology; agricultural engineering; chemistry, physical; environmental studies*.

Analisando conjuntamente as áreas apresentadas no *ISI* e a frequência com que as palavras chaves apareceram nos artigos, os artigos foram codificados nas seguintes áreas: biomassa, energia, agricultura, desempenho, consumo, emissão, bactéria / proteína.

Tab. 1. Publicações por periódico, escopo e áreas de atuação.

Periódico	Escopo	Principais áreas de atuação	Publicações
Biomass & Bioenergy	gestão ambiental, aspectos econômicos	biomassa, resíduos biológicos, bioenergia, meio ambiente	7
Energy Policy	economia, planejamento, política de preços, investimento, conservação, meio ambiente	demanda e fornecimento de energia	6
Environmental Science & Technology	ciência ambiental, tecnologia	meio ambiente	3
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	ciências biológicas, físicas e sociais	química, física, economia, biologia, ecologia, evolução, meio ambiente, genética, neurociência	3
Agrekon	economia agrícola	bioeconomia, biotecnologia, biodiversidade, bioenergia, sustentabilidade	2
Applied and Environmental Microbiology	microbiologia	biotecnologia, engenharia de proteínas, biorremediação, microbiologia de alimentos, ecologia microbiana	2
Climate Research	clima	organismos, eco-sistemas, sociedade humana	2
Conservation Biology	diversidade do planeta Terra	biologia, meio ambiente	2
Crop Science	agricultura	plantas, genética, fisiologia, ecologia, biotecnologia	2
Metalurgia International	metalurgia	engenharia, ciência de materiais	2
Plant Biotechnology Journal	agricultura, horticultura, silvicultura, biodiversidade	genética, bioquímica, fisiologia, meio ambiente	2
Sensors and Actuators B-Chemical	microssistemas, sensores	materiais, tecnologia, dispositivos	2

A Tabela 2 apresenta a evolução das publicações ao longo do tempo. Os resultados mostram um interesse crescente do tema a partir de 2006, com picos em 2008 e 2010.

Tab. 2 Publicações por área e ano, entre 1999 e 2010.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
agricultura					1			2	5	1	9	18	
bactéria / proteína											5	5	
biomassa					1		1	1	3	1	8	15	
consumo									1			1	
desempenho								1	1	4		6	
emissão						1				4	4	9	
energia	2	2	1					2	3	7	5	22	
Total	2	0	2	1	2	1	0	4	6	17	10	31	76

Verificou-se em 2006 um interesse em pesquisa de energias alternativas, que se manteve em 2007, juntamente com a preocupação dos possíveis impactos na agricultura. Em 2008, ainda com foco em combustíveis substitutos, cresceu o interesse por pesquisa em biomassa. Já em 2009 buscou-se alcançar maior desempenho e conseqüente menor emissão de gases. Por fim, em 2010, apesar da maior concentração de áreas o foco foi biomassa e agricultura.

3.2 Indicadores de citação

Com base na amostra total, a Tabela 3 apresenta o ranking dos cinco artigos mais citados a partir de 2001, ano em que este grupo de artigos passou a ser citado.

Os artigos que mais vezes apareceram no ranking foram: Chaudhuri & Lovley (2003), que buscaram identificar novas formas de produção de energia por meio de biomassa; Mahapatra & Mitchel (1999), que pesquisaram produção de biocombustíveis utilizando madeira; Kalam *et al.* (2003), que testaram a utilização de óleo de côco na produção de biocombustíveis na Malásia.

Tab. 3. Ranking dos cinco artigos mais citados, entre 2001 e 2010.

Ano	Mais citado	Segundo mais citado	Terceiro mais citado	Quarto mais citado	Quinto mais citado
2010	Atsumi <i>et al.</i> (2008)	Chaudhuri & Lovley (2003)	Shang <i>et al.</i> (2008)	Danielsen <i>et al.</i> (2009)	Ivnitski <i>et al.</i> (2008) / Landis <i>et al.</i> (2008)
2009	Chaudhuri & Lovley (2003)	Atsumi <i>et al.</i> (2008)	Ivnitski <i>et al.</i> (2008)	Brunel <i>et al.</i> (2007) / Ryan <i>et al.</i> (2006)	Kalam <i>et al.</i> (2003) / Zuo <i>et al.</i> (2008)
2008	Chaudhuri & Lovley (2003)	Atsumi <i>et al.</i> (2008)	Ryan <i>et al.</i> (2006)	Brunel <i>et al.</i> (2007)	Kalam <i>et al.</i> (2003)
2007	Chaudhuri & Lovley (2003)	Ryan <i>et al.</i> (2006)	Mahapatra & Mitchell (1999)	Kalam <i>et al.</i> (2003)	Brunel <i>et al.</i> (2007) / Hillring (2002)
2006	Chaudhuri & Lovley (2003)	Kalam <i>et al.</i> (2003)	Mahapatra & Mitchell (1999)	Hillring (2002)	Kituyi <i>et al.</i> (2001) / Krook <i>et al.</i> (2004) / Bens & Hutti (2001)
2005	Chaudhuri & Lovley (2003)	Kalam <i>et al.</i> (2003)	Mahapatra & Mitchell (1999) / Bens & Hutti (2001)	-	-
2004	Chaudhuri & Lovley (2003)	Mahapatra & Mitchell (1999)	Kituyi <i>et al.</i> (2001)	Kalam <i>et al.</i> (2003)	-
2003	Kituyi <i>et al.</i> (2001)	Mahapatra & Mitchell (1999)	Bens & Hutti (2001) / Chaudhuri & Lovley (2003) / Lineback <i>et al.</i> (1999)	-	-
2001	Mahapatra & Mitchell (1999)	Bens & Hutti (2001)	-	-	-

A tabela 4 apresenta a relação dos dezoito artigos mais citados, cujo filtro foi o número mínimo de dez citações. Nesta tabela os artigos aparecem ranqueados pelo índice corrigido pelo fator de impacto, do maior para o menor. Constatou-se que o fator de impacto tem influência sobre as citações, podendo melhorar ou piorar o posicionamento de um artigo. Um exemplo disso é o artigo Ryan *et al.* (2006). Sem considerar o fator de impacto ele seria o quarto artigo mais citado. Considerando o fator de impacto do periódico em que ele foi publicado, ele aparece como oitavo artigo mais citado.

Tab. 4. Artigos mais citados.

Autores	Periódico	Citações	Fator de impacto	Índice corrigido	Objetivos	Principais resultados ou conclusões
Chaudhuri & Lovley (2003)	Nature Biotechnology	304	29,50	9.270,48	identificar estratégias de produção utilizando carboidratos	os resultados representaram um importante avanço na área de conversão de açúcar em eletricidade
Atsumi <i>et al.</i> (2008)	Nature	143	34,48	5.073,64	utilizar engenharia metabólica para a produção de álcoois de melhor desempenho	os álcoois são um bom substituto para os combustíveis fósseis
Shang <i>et al.</i> (2008)	Advanced Functional Materials	48	6,99	383,52	relatar o método "substrate-lift-up"	a produção de bietanol é uma alternativa para a diminuição de emissão de gases
Landis <i>et al.</i> (2008)	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	28	9,43	292,10	analisar os impactos do aumento da plantação de milho para a produção de biocombustíveis	um dos impactos é o aumento dos custos da produção de soja, devido a mudança no cenário produtivo

Autores	Periódico	Citações	Fator de impacto	Índice corrigido	Objetivos	Principais resultados ou conclusões
Ivnitski <i>et al.</i> (2008)	Small	37	6,17	265,33	identificar características químicas importantes na produção de biocombustíveis	demonstraram o potencial de nanomateriais bioinorgânicos como solução tecnológica
Brunel <i>et al.</i> (2007)	Electrochemistry Communications	34	4,24	178,26	realizar testes químicos em células de biocombustíveis	os resultados dos testes indicaram características químicas capazes de aumentar o desempenho dos biocombustíveis
Danielsen <i>et al.</i> (2009)	Conservation Biology	27	4,67	152,98	analisar os efeitos das plantações de óleo de palma na biodiversidade	um dos resultados mostrou que o período necessário para compensar a emissão de gases através da produção de biocombustíveis seria entre 75 e 93 anos
Ryan <i>et al.</i> (2006)	Energy Policy	41	2,44	140,88	analisar fatores motivadores da produção de biocombustíveis na Europa	os principais fatores motivadores são: diminuição de emissões de gases, segurança energética, desenvolvimento de comunidades rurais
Kalam <i>et al.</i> (2003)	Renewable Energy	37	2,23	119,36	analisar a produção de óleo de côco para biocombustíveis, na Malásia	os resultados mostraram que o côco possui propriedades similares ao diesel e que a sua utilização permite a diminuição de emissão de alguns gases, com exceção do CO ₂
Fu <i>et al.</i> (2008)	Analytical Chemistry	16	5,21	99,42	realizar testes químicos em células de biocombustíveis	os resultados dos testes indicaram características químicas capazes de aumentar o desempenho de compostos químicos, entre eles as células de biocombustíveis
Mahapatra & Mitchell (1999)	Biomass & Bioenergy	18	3,33	77,87	identificar as implicações do uso da madeira para a produção de biocombustíveis	existem restrições econômicas e sociais vinculadas com a utilização da madeira
Kituyi <i>et al.</i> (2001)	Biomass & Bioenergy	15	3,33	64,89	analisar a madeira como fonte de produção de biocombustíveis, no Quênia	fatores demográficos e sociais podem afetar a demanda e o consumo de biocombustíveis
Hillring (2002)	Biomass & Bioenergy	14	3,33	60,56	analisar distintas estratégias de produção de biocombustíveis na Suécia, num período de 20 anos	o tamanho do mercado influi diretamente no rumo da produção
Zuo <i>et al.</i> (2008)	Sensors and Actuators B-Chemical	12	3,08	49,00	descrever reações químicas no desenvolvimento de biomassa	o desenvolvimento adequado de biomassa favorece a diminuição de emissão de gases
Packer (2009)	Energy Policy	10	2,44	34,36	identificar características das algas na produção de biocombustíveis	as algas favorecem a diminuição de emissão de gases
Krook <i>et al.</i> (2004)	Resources Conservation and Recycling	10	1,99	29,87	estudar os efeitos da queima da madeira em caldeiras de biocombustíveis	os resultados indicaram altas concentrações de metais nas caldeiras
Kalnes <i>et al.</i> (2007)	International Journal of Chemical Reactor Engineering	14	0,73	24,26	analisar características do chamado "diesel verde"	o diesel verde pode ser produzido por meio de distintas fontes, tais como soja e palma
Axelsson <i>et al.</i> (2006)	Nordic Pulp & Paper Research Journal	13	0,85	24,10	analisar propriedades de caldeiras de celulose	os resíduos de madeira da produção de celulose podem servir de biomassa para a produção de biocombustíveis

Na rede da figura 1 é possível verificar as citações de artigos para referências, com limitação mínima de três citações, tanto para artigos quanto para referências. Nesta rede verificam-se grupos de pesquisa, com interesses comuns em pesquisas.

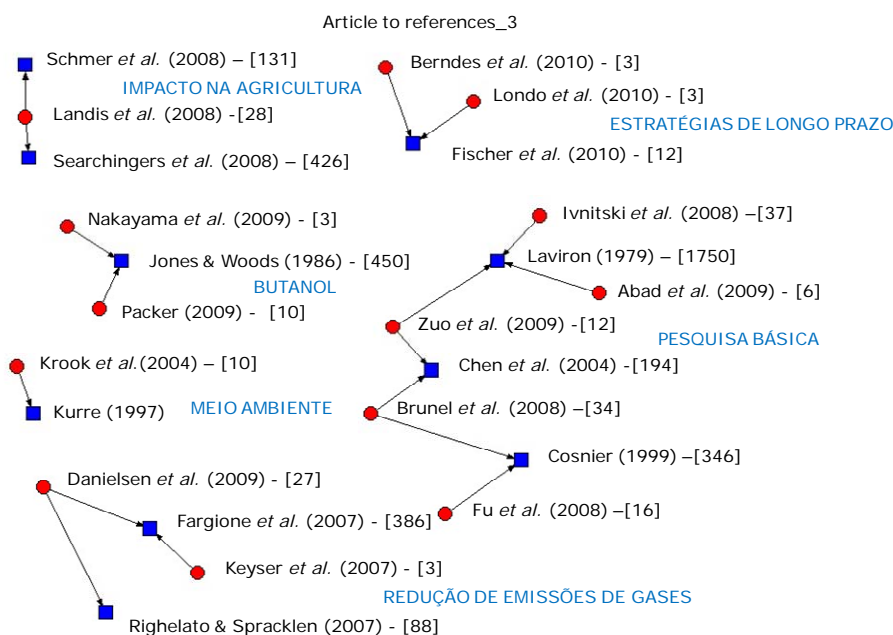


Fig. 1. Rede de citação de artigos para referências. Nota1: Gráfico feito no *software Ucinet* com os dados importados pelo *software Sitkis*. Nota 2: Os círculos vermelhos representam os artigos e os quadrados azuis representam as referências.

5 Conclusões

Os periódicos de maior destaque foram *Biomass & Bioenergy*, *Energy Policy*, *Environmental Science & Technology*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.

As áreas que mais se relacionaram com os tópicos de busca foram energia, agricultura e biomassa.

Apesar de existirem na amostra publicações a partir de 1999, foi em 2006 que o interesse pelo tema aumentou, com um crescimento médio de publicações de 100% ao ano.

Um trabalho representativo, muito citado ao longo do tempo, foi Chaudhuri & Lovley (2003), na área de biotecnologia. Num período mais recente, dois trabalhos mereceram destaque, sendo eles Atsumi *et al.* (2008) e Chang *et al.* (2008), ambos na área de meio ambiente.

Alguns países realizaram suas pesquisas sem parceria com nenhum outro país, como por exemplo, o Brasil, México e Canadá. Os Estados Unidos apareceram inicialmente num grupo pequeno, relacionando-se com China, França, Bélgica e Japão. Posteriormente, num grupo maior, os Estados Unidos apareceram de forma bem central, relacionando-se com Malásia, Suíça, Singapura, Austrália, Inglaterra, Holanda, Indonésia, Dinamarca e Alemanha.

Uma limitação desta pesquisa é a utilização de uma única base de dados e um possível gerador de viés é a escolha de análise dos trabalhos mais citados como sendo os mais representativos, que pode ser influenciado pela auto-citação.

6 Referências Bibliográficas

Abad J.M., Gass M., Bleloch A., Schiffrin D.J., 2009. Direct electron transfer to a metalloenzyme redox center coordinated to a monolayer-protected cluster. *Journal*

of the American Chemical Society. 131, 10229-10236.

Atsumi S., Hanai T., Liao J.C., 2008. Non-fermentative pathways for synthesis of branched-chain higher alcohols as biofuels. *Nature*. 451, 86-U13.

Axelsson E., Olsson M.R., Berntsson T., 2006. Increased capacity in kraft pulp mills: Lignin separation and reduced steam demand compared with recovery boiler upgrade. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*. 21, 485-492.

Bens O., Hutti R.F., 2001. Energetic utilization of wood as biochemical energy carrier – A contribution to the utilization of waste energy and landuse. *International Journal of Thermal Sciences*. 40, 344-351.

Berndes G., Hansson J., Egeskog A., Johnsson F., 2010. Strategies for 2nd generation biofuels in EU - Co-firing to stimulate feedstock supply development and process integration to improve energy efficiency and economic competitiveness. *Biomass & Bioenergy*. 34, 227-236.

Borgatti S., Everett M., Freeman L. 2002. Ucinet 6 for Windows: software for social network analysis. Analytic Technologies.

Brunel L., Denele J., Servat K., Kokoh, K.B., Jolivatt C., Innocent C., Cretin M., Rolland M., Tingry S., 2007. Oxygen transport through laccase biocathodes for a membrane-less glucose/O₂ biofuel cell. *Electrochemistry Communications*. 9, 331-336.

Chaudhuri S.K., Lovley D.R., 2003. Electricity generation by direct oxidation of glucose in mediatorless microbial fuel cells. *Nature Biotechnology*. 21, 1229-1232.

Chen T., Barton S.C., Binyamin G., Gao Z.Q., Zhang Y.C., Kim H.H., Heller A., 2001. A miniature biofuel cell. *Journal of the American Chemical Society*. 123, 8630-8631.

Cosnier S., 1999. Biomolecule immobilization on electrode surfaces by entrapment or attachment to electrochemically polymerized films: A review. *Biosensors & Bioelectronics*. 14, 443-456.

Danielsen F., Beukema H., Burgess N.D., Parish F., Bruhl C.A., Donald P.F., Murdivarso D., Phalan B., Reiinders L., Struebig M. Fitzherbert E.B., 2009. Biofuel Plantations on Forested Lands: Double Jeopardy for Biodiversity and Climate. *Conservation Biology*. 23, 348-358.

Fargione J., Hill J., Tilman D., 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science*. 319, 1253-1238.

Fischer G., Prieler S., Van Velthuisen H., 2010. Biofuel production potentials in Europe: Sustainable use of cultivate land and pastures, Part II: Land use scenarios. *Biomass & Bioenergy*. 34, 173-187.

Fu Y.C., Chen C., Xie Q.J., Xu X.H., Zou C., Zhou Q.M., Tan L., Tang H., Zhang Y.Y., Yao S.Z., 2008. Immobilization of enzymes through one-pot chemical preoxidation and electropolymerization of dithiols in enzyme-containing aqueous suspensions to develop biosensors with improved performance. *Analytical Chemistry*. 80, 5829-5838.

Garfield E., 1972. Citation analysis as a tool in journal evaluation – journals can be ranked by frequency and impact of citations for science policy studies. *Science*. 178, 471-479

Glanzel W., 2003. Bibliometric as a research field: A course on theory and application of bibliometric indicators. Course Handouts.

Glanzel W., Moed H.F., 2002. Journal impact measures in bibliometric research. *Scientometrics*. 53, 171-193.

Hillring B., 2002. Rural development and bioenergy - experiences from 20 years of development in Sweden. *Biomass & Bioenergy*. 23, 443-451.

Ivnitski D., Artyushkova K., Rincon R.A., Atanassov P., Luckarift H.R., Johnson G.R., 2008. Entrapment of enzymes and carbon nanotubes in biologically synthesized silica: Glucose oxidase-catalyzed direct electron transfer. *Small*. 4, 357-364.

Jones D.T., Woods D.R., 1986. Acetone-butanol fermentation revisited. *Microbiological Reviews*. 50, 484-524.

Kalam M.A., Husnawan M., Masjuki H.H., 2003 Exhaust emission and combustion evaluation of coconut oil-powered indirect injection diesel engine. *Renewable Energy*. 28, 2405-2415.

Kalnes T., Marker T., Shonnard D.R., 2007. Green diesel: A second generation biofuel. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*. 5.

Keyzer M., Merbis M., Voortman R., 2008. The biofuel controversy. *Economist-Netherlands*. 156, 507-527.

Kituyi E., Marufu L., Wandiga S., Jumba I.O., Andreae M.O., Helas G., 2001. Biofuel availability and domestic use patterns in Kenya. *Biomass & Bioenergy*. 20, 71-82.

Krook J., Martensson A., Eklund M., 2004. Metal contamination in recovered waste wood used as energy source in Sweden. *Resources Conservation and Recycling*. 41, 1-14.

Kurre E., 1997. Characterizing construction and demolition debris for lead contamination. *Waste Age*. 28, 117-118.

Landis D.A., Gardiner M.M., Van der Werf W., Swinton S.M., 2008. Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes. *Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America*. 105, 20552-20557.

Laviron E., 1979. General expression of the linear potential sweep voltammogram in the case of diffusionless electrochemical systems. *Journal of Electroanalytical chemistry*. 101, 19-28.

Lennen R.M., Braden D.J., West R.M., Dumesic J.A., Pfleger B.F., 2010. A Process for Microbial Hydrocarbon Synthesis: Overproduction of Fatty Acids in *Escherichia coli* and Catalytic Conversion to Alkanes. *Biotechnology and Bioengineering*. 106, 193-202.

Li Y.Y., Tan Y.M., Deng W.F., Xie Q.J., Zhang Y.Y., Chen J.H., Yao S.Z., 2010. Electropolymerization of catecholamines after laccase-catalyzed preoxidation to efficiently immobilize glucose oxidase for sensitive amperometric biosensing. *Sensors and Actuators B-Chemical*. 151, 30-38.

Lineback N., Dellinger T., Shienvold L.F., Witcher B., Reynolds A., Brown L.E., 1999. Industrial greenhouse gas emissions: Does CO₂ from combustion of biomass

residue for energy really matter? *Climate Research*. 13, 221-229.

Londo M., Lensink S., Wakker A., Fischer G., Prieler S., Van Velthuis H., De Wit M., Faaij A., Junginger M., Berndes G., Hansson J., Egeskog A., Duer H., Lundbaek J., Wisniewski G., Kupczyk A., Konighofer K. 2010. The refuel eu road map for biofuels in transport: Application of the project's tools to some short-term policy issues. *Biomass & Bioenergy*. 34, 244-250.

Mahapatra A.K., Mitchell C.P., 1999. Biofuel consumption, deforestation, and farm level tree growing in rural India. *Biomass & Bioenergy*. 17, 291-303.

Nakayama S.I., Kosaka T., Hirakawa H., Matsuura K., Yoshino, S., Furukawa, K., 2008. Metabolic engineering for solvent productivity by down regulation of the hydrogenase gene cluster hupCBA in *Clostridium saccharoperbutylacetonicum* strain N1-4. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 78, 483-493.

Packer M., 2009. Algal capture of carbon dioxide; biomass generation as a tool for greenhouse gas mitigation with reference to New Zealand energy strategy and policy. *Energy Policy*. 37, 3428-3427.

Righelato R., Spacklen D.V., 2007. Environment – Carbon mitigation by biofuels or by saving and restoring forests? *Science*. 317, 902-902.

Ryan L., Convery F., Ferreira S., 2006. Stimulating the use of biofuels in the European Union: Implications for climate change policy. *Energy Policy*. 34, 3184-3194.

Schildt H.A., 2002. *Sitkis: Software for Bibliometric Data Management and Analysis*. Helsinki: Institute of Strategy and International Business.

Schmer M.R., Vogel K.P., Mitchell R.B., Perrin K., 2008. Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 105, 464-469.

Searchinger T., Heimlich R., Houghton R.A., Dong F., Elobeid A., Fabiosa J., Tokgoz S., Hayes D., Yu T., 2008. Use of US croplands for biofuel increases greenhouse gases through emissions from land-use change. *Science*. 319, 1238-1240.

Shang N.G., Papakonstantinou P., McMullan M., Chu M., Stamboulis A., Potenza A., Dhesi S.S., Marchetto H., 2008. Catalyst-Free efficient growth, orientation and biosensing properties of multilayer graphene nanoflake films with sharp edge planes. *Advanced Functional Materials*. 18, 3506-3514.

Sodhi N.S., Koh L.P., Clements R., Wanger T.C., Hill J.K., Hamer K.C., Clough Y., Tscharntke T., Posa M.R.C., Lee T.M., 2010. Conserving Southeast Asian forest biodiversity in human-modified landscapes. *Biological Conservation*. 143, 2375-2384.

Zuo S.H., Teng Y.J., Yuan H.H., Lan M.B., 2008. Direct electrochemistry of glucose oxidase on screen-printed electrodes through one-step enzyme immobilization process with silica sol-gel/polyvinyl alcohol hybrid film. *Sensors and Actuators B-Chemical*. 133, 555-560.