BIODIESEL DE SEBO BOVINO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO
*BIODIESEL FROM BEEF TALLOW: A BIBLIOMETRIC STUDY***Luilcio Silva de Barcellos^a; Roberto Guimarães Pereira^a**^a Universidade Federal Fluminense (UFF) - Niterói, RJ, Brasil – Mestrado em Sistemas de Gestão (MSG)**Resumo**

O sebo é um insumo obtido a partir do abate de bovinos em matadouros e frigoríficos e é uma das principais matérias-primas para a produção de biodiesel no Brasil. A utilização deste resíduo na produção de biodiesel proporciona, não só, a expansão da produção do biocombustível, como também, propicia uma forma ambientalmente correta de descarte deste resíduo. O objetivo deste artigo é fazer um estudo bibliométrico sobre o biodiesel de sebo bovino buscando identificar o estado da arte desta matéria-prima, no que se refere à produção de biodiesel. A pesquisa revela que, nos últimos cinco anos, houve um crescente número de publicações com referência ao biodiesel de sebo bovino e observa-se uma concentração dos estudos nas propriedades físico-químicas e nos processos de produção deste biodiesel.

Palavras-chave: Sebo bovino, Biodiesel, Estudo bibliométrico.**Abstract**

Tallow is an raw material obtained from the slaughtering of bovine in slaughterhouses and fridges and is one of the main raw materials for the production of biodiesel in Brazil. Use of this residue in biodiesel production causes not only the expansion of biofuel production, but also provides an environmentally friendly way to discard of this input. The purpose of this paper is to make a bibliometric study on biodiesel from tallow seeking to identify the state of the art of this raw material, with regard the production of biodiesel. The survey reveals that in the last five years there was an increasing number of publications with reference to beef tallow biodiesel and observes a concentration of studies on the physicochemical properties and the processes of production of biodiesel.

Keywords: *beef tallow, Biodiesel, bibliometric study.***1. INTRODUÇÃO**

Com a crise do petróleo na década de 70, o mundo começou a se preocupar com a possível falta deste combustível. Desde então, a busca por combustíveis renováveis tornou-se uma questão indispensável à sustentabilidade, assim como, a diminuição das emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) e consequente redução dos Gases de Efeito Estufa (Krahl, 2009). Neste cenário, as pesquisas em biocombustíveis cresceram mundialmente e o Brasil apresenta-se como um dos grandes produtores, justificado por sua grande extensão territorial e, principalmente, pelo clima favorável (Kohlhepp, 2010).

Segundo a Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, produzindo, em 2012, cerca de 2,71 milhões de m³ de biodiesel (ANP, 2013). O Brasil tem atualmente 64 usinas de biodiesel autorizadas pela ANP para operar com uma capacidade total de 21.957,79 m³/dia.

O biodiesel é conhecido como ésteres, metílico ou etílico, de ácidos graxos que podem ser produzidos a partir de diversas fontes como óleos vegetais, óleo de cozinha residual, óleo de algas ou gordura animal (Demirbas, 2009).

Um dos processos mais utilizados para obtenção do biodiesel é a transesterificação. Este processo consiste

em usar um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio) para quebrar quimicamente a molécula do óleo natural em ésteres metílicos ou etílicos, obtendo como subproduto o glicerol (Demirbas, 2003; Pereira *et al.*, 2012).

A soja é a principal matéria-prima utilizada para a produção de biodiesel no Brasil, com 69,24% de participação, e o sebo bovino vem em seguida com 26,18% de participação, sendo a segunda matéria-prima mais utilizada no Brasil para a produção de biodiesel (ANP, 2013a).

O sebo é um insumo obtido a partir do abate de animais, principalmente o bovino. A utilização deste resíduo animal na produção de biodiesel permite a expansão da produção do biocombustível sem a concorrência com matérias-primas de caráter alimentício, como a soja. Além disto, o uso do sebo bovino para a produção de biodiesel é mais uma alternativa de descarte deste resíduo de origem animal (Levy, 2011).

Portanto, o objetivo deste artigo é fazer um estudo bibliométrico sobre o biodiesel de sebo bovino buscando identificar o estado da arte desta matéria-prima e sua utilização para a produção de biodiesel no Brasil e no mundo.

2. METODOLOGIA

Nesta pesquisa, buscou-se fazer um levantamento bibliométrico no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na base *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Foram escolhidas estas bases por contemplarem os principais periódicos internacionais e nacionais, respectivamente.

Segundo Guedes *et al.* (2013), a Bibliometria “é um instrumento quantitativo, que permite minimizar a subjetividade inerente à indexação e recuperação das informações, produzindo conhecimento, em determinada área de assunto”. Para Gomes *et al.* (2011, p. 511), “a bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico”. Complementando este conceito, Araújo *et al.* (2011, p. 67) afirmam que “a possibilidade de se medir a ciência, via comportamento da literatura, é prática recorrente e promissora em teses e dissertações no Brasil em variados campos de conhecimento, não se restringindo à Ciência da Informação”.

O Portal de Periódicos CAPES contempla uma coleção das principais bases de dados internacionais, como, *Science Citation Index Expanded* (Web of Science), *SciVerse ScienceDirect* (Elsevier), *OneFile* (GALE), *MEDLINE* (NLM), *SpringerLink*, *American Chemical Society* (CrossRef), *RSC*

Journals (Royal Society of Chemistry), *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), *Oxford Journals* (Oxford University Press), *Social Sciences Citation Index* (Web of Science). Já a base SciELO contempla uma coleção selecionada de periódicos científicos Ibero-Americanos. Segundo Ravelli *et al.* (2009, p. 508), “o objetivo da SciELO é o desenvolvimento de uma metodologia comum para preparação, armazenamento, disseminação e avaliação da produção científica em formato eletrônico”.

A pesquisa foi realizada entre os dias 20 de junho de 2013 e 11 de julho de 2013 e buscou identificar artigos científicos que fizessem referência ao biodiesel de sebo bovino, principalmente nos últimos 5 anos.

A pesquisa foi realizada no Portal de Periódicos CAPES e na base SciELO. Para evitar a duplicidade de artigos entre as duas bases, realizou-se uma busca manual entre os artigos encontrados nas duas bases.

No portal da CAPES, usou-se a busca avançada e, no campo “buscar assunto”, usou-se as palavras “biodiesel” e “beef tallow”, selecionando-se os filtros “Qualquer” e “Contém”. Na base SciELO, primeiramente usou-se a palavra “biodiesel”, selecionando-se os filtros “Integrado” e busca “regional”, com o objetivo de ter uma visão geral das pesquisas sobre o biodiesel no Brasil e nos outros países da América do Sul. Posteriormente, usou-se as palavras “biodiesel”, “sebo bovino” e “beef tallow”, para refinar a pesquisa no tema proposto neste artigo. Segundo Dias *et al.* (2011, p. 485), “para haver uma melhor recuperação nas bases de dados, devem-se utilizar palavras-chave as mais específicas possíveis, poupando tempo do pesquisador no refinamento manual dos resultados”. Portanto, os artigos foram selecionados a partir da leitura de cada resumo, em que se buscou identificar as pesquisas relacionadas diretamente ao biodiesel de sebo bovino. Desta forma, artigos que apenas citam as palavras-chaves, sem objetivo foco desta pesquisa, são identificados.

A pesquisa buscou identificar as principais bases científicas, os principais autores, os principais periódicos, as principais áreas do conhecimento abordadas e ano de publicação dos artigos selecionados.

3. RESULTADOS ENCONTRADOS NOS PERIÓDICOS CAPES

Usando a metodologia descrita no Portal de Periódicos CAPES, a pesquisa retornou com um total de 324 registros. Deste total, 314 publicações eram correspondentes a artigos científicos. A Figura 01 mostra o número de publicações referentes ao biodiesel de sebo bovino até a data da

pesquisa. Observa-se que, após o ano de 2008, houve um aumento considerável no número de publicações, ano que

coincide com a etapa inicial do Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) no Brasil.

Figura 01. Número de artigos com referência ao biodiesel de sebo bovino publicados nos Periódicos CAPES até junho de 2013

Fonte: Elaborado a partir dos Periódicos CAPES

O artigo mais antigo encontrado na pesquisa com referência ao sebo bovino foi o de Ali et Hanna (1994) da *University of Nebraska-Lincoln* – USA, publicado no periódico *Bioresource Technology* em 21 de julho de 1994, sob o título “*Alternative diesel fuels from vegetable oils*”. Os autores revisaram o uso de óleos vegetais e gorduras animais como combustíveis. Foram discutidas as propriedades físicas e químicas dos óleos vegetais, assim como, processos de produção. Em sua revisão da literatura, os autores citam vários artigos que fazem referência ao sebo bovino para produção de biodiesel.

A Figura 02 mostra o número de publicações por base referentes ao biodiesel de sebo bovino. Como se pode observar, a base *Science Citation Index Expanded* foi a que teve o maior número de publicações, com 189 artigos, seguidos pela *SciVerse ScienceDirect* e *OneFile*, com 166 e 112 publicações respectivamente.

Com o objetivo de buscar apenas artigos publicados recentemente, a pesquisa anterior foi realizada filtrando-se, no campo data de publicação, apenas artigos publicados nos últimos 5 anos. Desta forma, a pesquisa retornou com 249 artigos.

Figura 02. Número de publicações por base com referência ao biodiesel de sebo bovino nos Periódicos CAPES em junho de 2013

Fonte: Elaborado a partir dos Periódicos CAPES

Os autores com maior número de artigos e os periódicos com maior número de publicações também foram relacionados. Estes dados foram extraídos a partir da própria ferramenta fornecida pela página de busca da CAPES, que informa em sua lateral esquerda o número de artigos por

autor e os periódicos com maior número de publicações.

A Figura 03 mostra os autores com maior número de artigos publicados nos últimos 5 anos nos Periódicos CAPES.

Figura 03. Autores com maior número de publicações com referência ao biodiesel de sebo bovino nos últimos 5 anos

Fonte: Elaborado a partir dos Periódicos CAPES

Os periódicos com maior número de publicações podem ser vistos na Figura 04. Observa-se que o periódico

Bioresource Technology destaca-se com um total de 17 artigos publicados nos últimos 5 anos.

Figura 04. Periódicos com maior número de publicações com referência ao biodiesel de sebo bovino nos últimos 5 anos

Fonte: Elaborado a partir dos Periódicos CAPES

Observou-se que muitos dos artigos encontrados contemplavam pesquisas sobre biodiesel de diversas outras matérias-primas além do sebo bovino. Desta forma, realizou-se uma busca entre os 249 artigos publicados nos últimos 5 anos nos Periódicos CAPES com o objetivo de encontrar artigos mais específicos ao biodiesel de sebo bovino. Nesta nova análise, foram encontrados 37 artigos

publicados nos últimos 5 anos com referência específica ao biodiesel de sebo bovino selecionados a partir da leitura dos títulos e resumos. Os artigos abordam várias temáticas como mostra a Figura 05. Observa-se que os temas mais abordados são relacionados às propriedades físico-químicas e processo de produção, com 15 e 11 artigos publicados, respectivamente.

Figura 05. Abordagem dos artigos em relação ao biodiesel de sebo bovino nos Periódicos CAPES em junho 2013

Fonte: Elaborado a partir dos Periódicos CAPES

O Quadro 01 mostra as temáticas abordadas nas pesquisas, os títulos dos artigos e seus autores. Em seguida é mostrado um resumo de cada pesquisa.

3.1. Propriedades físico-químicas

Observa-se na literatura vários estudos sobre as principais características físico-químicas do biodiesel de sebo bovino, como, densidade, viscosidade, curva de destilação, resíduo de carbono, teste de corrosão, índice de cetano, ponto de entupimento de filtro a frio, ponto de fulgor e índice de acidez. Dentre estes autores, estão Teixeira *et al.* (2011), Teixeira *et al.* (2011a), Jayasinghe *et al.* (2012), Ramirez-Verduzco *et al.* (2012), Teixeira *et al.* (2010), Öner *et al.* (2009) e Taravus *et al.* (2009).

Santos *et al.* (2010) estudaram as principais propriedades físico-químicas dos resíduos industriais, como a borra de soja, sebo bovino e resíduos da indústria de aves através do padrão *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

Santo Filho *et al.* (2010) estudaram a viscosidade do biodiesel de sebo bovino transesterificado com etanol e concluíram que o biocombustível poderia ser usado como um material de referência para a certificação da viscosidade do biodiesel no Brasil.

Crnkovic *et al.* (2012) determinaram a energia de ignição com a decomposição térmica de dois combustíveis

renováveis: a glicerina bruta e o sebo bovino. Os autores concluíram que o sebo bovino tem um ponto de inflamação melhor que a glicerina bruta.

Fernandes Junior *et al.* (2012) determinaram a natureza do resíduo sólido formado no biodiesel de sebo bovino através das técnicas de cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (GC-FID) e termogravimetria (TG).

García *et al.* (2013) selecionaram, avaliaram e melhoraram dois modelos de densidade, um teórico (*Rackett-Soave*) e um empírico (método de Lapuerta) para o biodiesel metílico e etílico.

Correa *et al.* (2011) investigaram o efeito da mistura de biodiesel de sebo bovino (B5) com o óleo diesel comercial no desempenho do motor, analisando as possíveis consequências internas e características do óleo lubrificante após o uso prolongado em um motor diesel durante 600 horas. Análise de óleo lubrificante do motor mostrou nível crítico de contaminação após 400 horas sem qualquer desgaste interno.

Moraes *et al.* (2011) e Araújo *et al.* (2010) avaliaram o potencial da cromatografia gasosa bidimensional (GC x GC) para a caracterização de amostras de biodiesel de sebo bovino e a composição de misturas de biodiesel/diesel.

Abordagem	Título	Autor
Propriedades físico-químicas	<i>The possibility of using beef tallow biodiesel as a viscosity reference material</i>	Santo Filho et al. 2010
	<i>Thermo-oxidative decomposition of biodiesel samples obtained from mixtures of beef tallow, soybean oil, and babassu oil.</i>	Teixeira et al. 2011
	<i>Agro-industrial residues as low-price feedstock for diesel-like fuel production by thermal cracking.</i>	Santos et al. 2010
	<i>Determination of the activation energies of beef tallow and crude glycerin combustion using thermogravimetry.</i>	Crnkovic et al. 2012
	<i>A review of bio-oils from waste biomass: Focus on fish processing waste.</i>	Jayasinghe et Hawboldt, 2012
	<i>Predicting cetane number, kinematic viscosity, density and higher heating value of biodiesel from its fatty acid methyl ester composition.</i>	Ramirez-Verduzco et al. 2012
	<i>Characterization Of Solid Residue Formed In Beef Tallow Biodiesel.</i>	Fernandes Junior et al. 2012
	<i>Characterization of beef tallow biodiesel and their mixtures with soybean biodiesel and mineral diesel fuel.</i>	Teixeira et al. 2010
	<i>Density of alkyl esters and its mixtures: A comparison and improvement of predictive models.</i>	García et al. 2013
	<i>Biodiesels from beef tallow/soybean oil/babaçu oil blends Correlation between fluid dynamic properties and TMDSC data.</i>	Teixeira et al. 2011
	<i>Blend of biodiesel from beef tallow in a diesel engine during 600 hours of tests.</i>	Correa et al. 2011
	<i>Application Of Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography (Gcxgc) In The Characterization Of Biodiesel/ Diesel Blends: Application To Beef Tallow Biodiesel.</i>	Moraes et al. 2011
	<i>Synthesis and Characterization of Beef Tallow Biodiesel.</i>	Araújo et al. 2010
	<i>Alkali-Catalyzed Biodiesel Production from Mixtures of Sunflower Oil and Beef Tallow.</i>	Taravus et al. 2009
	<i>Biodiesel production from inedible animal tallow and an experimental investigation of its use as alternative fuel in a direct injection diesel engine.</i>	Öner et Altun, 2009

Processo de produção	<i>Application of full factorial design and Doehlert matrix for the optimisation of beef tallow methanolysis via homogeneous catalysis.</i>	Mendonça et al. 2011
	<i>Methanolysis And Ethanolysis Of Animal Fats: A Comparative Study Of The Influence Of Alcohols.</i>	García et al. 2011
	<i>Variables de operación en el proceso de transesterificación de grasas animales: una revisión.</i>	Rojas-González et Girón-Gallego, 2011
	<i>Transforming animal fats into biodiesel using charcoal and CO₂.</i>	Kwon et al. 2012
	<i>Study of biodiesel production from animal fats with high free fatty acid content.</i>	Encinar et al. 2011
	<i>Beef tallow biodiesel produced in a pilot scale.</i>	Cunha et al. 2009
	<i>Evaluation of Two Purification Methods of Biodiesel from Beef Tallow, Pork Lard, and Chicken Fat.</i>	Mata et al. 2011
	<i>Fast biodiesel production from beef tallow with radio frequency heating.</i>	Liu et al. 2011
	<i>Microwave-assisted enzymatic synthesis of beef tallow biodiesel.</i>	Rós et al. 2012
	<i>Comparison between conventional and ultrasonic preparation of beef tallow biodiesel.</i>	Teixeira et al. 2009
	<i>Biodiesel Production from Beef Tallow Using Alkali-Catalyzed Transesterification.</i>	Fadhil, 2013
Produção de Hidrogênio	<i>Hydrogen production via steam and autothermal reforming of beef tallow: A thermodynamic investigation.</i>	Hajjaji et Pons, 2013
	<i>Hydrogen production utilizing glycerol from renewable feedstocks—The case of Brazil.</i>	Souza et Silveira, 2011
Desempenho em motores e emissões	<i>Sustainability and mitigation of greenhouse gases using ethyl beef tallow biodiesel in energy generation.(Report)</i>	Pereira et al. 2012
	<i>Sensitivity of hazardous air pollutant emissions to the combustion of blends of petroleum diesel and biodiesel fuel.</i>	Magara-Gomez et al. 2012
	<i>Comparative analysis of engine generator performance using diesel oil and biodiesels available in Paraná State, Brazil.</i>	Silva et al. 2013
Catalizadores	<i>Soybean oil and beef tallow alcoholysis by acid heterogeneous catalysis.</i>	Soldi et al. 2009
	<i>Evaluation of the catalytic properties of Burkholderia cepacia lipase immobilized on non-commercial matrices to be used in biodiesel synthesis from different feedstocks.</i>	Da Rós et al. 2010
	<i>Production Of Second Generation Catalysts Through The Recycling Of Catalyst Used To Produce Biodiesel.</i>	Boni et al. 2009
	<i>Purification, characterization and application of acidic lipase from Pseudomonas gessardii using beef tallow as a substrate for fats and oil hydrolysis.</i>	Ramani et al. 2010
Ciclo de vida	<i>Life cycle assessment of biodiesel production from free fatty acid-rich wastes.</i>	Dufour et Iribarren, 2012
Custo de Produção	<i>Experimental methodology for assessing the cost of biodiesel production and use biodiesel: a case study of four methyl esters and commercial diesel fuel.</i>	Fiorese et al. 2011

Quadro 01. Relação de artigos com referência ao biodiesel de sebo bovino nos Periódicos CAPES em julho de 2013

Fonte: Elaborado a partir dos periódicos CAPES

3.2. Processo de produção

Mendonça *et al.* (2011) analisaram a pureza e o rendimento do biodiesel de sebo bovino através da combinação do desenho fatorial completo e matriz de *Doehlert*.

García *et al.* (2011) caracterizaram o biodiesel de sebo bovino transesterificado com metanol e etanol, na presença de metóxido de sódio e etóxido de sódio como catalisadores.

Rojas-González *et* Girón-Gallego (2011) apresentaram os resultados da revisão da literatura sobre a influência da temperatura e tempo de reação, tipo de álcool e razão molar álcool: gordura no rendimento da produção de biodiesel por transesterificação química e biológica de gorduras animais.

Kwon *et al.* (2012) apresentaram uma metodologia não-catalítica para a produção de biodiesel de sebo bovino. O método mostra que a principal força motriz da conversão de biodiesel por meio da reação de transesterificação não catalítica é a temperatura ao invés de pressão.

Encinar *et al.* (2011) produziram biodiesel a partir de gorduras animais transesterificadas com um catalisador ácido e um catalisador básico, com e sem pré-esterificação. A qualidade do biodiesel foi avaliada e a maioria das propriedades estava conforme o padrão EN 14214.

Cunha *et al.* (2009) estudaram o processo de produção de biodiesel em planta piloto usando sebo bovino como matéria-prima, metanol e hidróxido de potássio como catalisadores. Para os autores, a transesterificação alcalina de gordura animal com metanol produz um biodiesel de alta qualidade e também com uma boa taxa de conversão.

Mata *et al.* (2011) avaliaram a qualidade do biodiesel de sebo bovino e outras gorduras e compararam dois métodos de purificação: (1) neutralização convencional, lavagem com água, e secagem e (2) a purificação utilizando resinas de permuta catiônica.

Liu *et al.* (2011) estudaram a produção eficiente de biodiesel de sebo bovino através do aquecimento por rádio frequência.

Rós *et al.* (2012) usaram o processo de aquecimento por micro-ondas com o objetivo de reduzir o tempo de reação previamente estabelecido por um processo de aquecimento convencional.

Teixeira *et al.* (2009) estudaram a transesterificação de sebo bovino com metanol na presença de hidróxido de potássio como catalisador por meio de irradiação com ultrassom. Os resultados indicaram que a conversão da reação e a qualidade do biodiesel foram semelhantes, no

entanto, o uso de irradiação ultrassônica diminuiu o tempo de reação.

Fadhil (2013) investigou a produção de biodiesel a partir da gordura extraída de resíduos de sebo bovino usando álcali transesterificação catalisada. O autor utilizou dois métodos de transesterificação: o de passo único (SSTE) e passo duplo (TSST). Os resultados indicaram que ambos os métodos de transesterificação foram bem sucedidos para melhorar as propriedades de combustão do sebo, em comparação com a utilização direta.

3.3. Produção de hidrogênio

Hajjaji *et* Pons (2013) estudaram, através do método de *Gibbs*, a termodinâmica da produção de hidrogênio por meio de vapor e reforma auto-térmica do sebo bovino.

Souza *et* Silveira (2011) avaliaram o processo de produção de hidrogênio via reforma a vapor do glicerol obtido através do processo de transesterificação de resíduos como sebo bovino, esgoto e resíduos de café.

3.4. Desempenho em motores e emissões

Pereira *et al.* (2012) determinaram as propriedades físico-químicas do sebo bovino puro e do biodiesel de sebo bovino e mediram seu desempenho e níveis de emissões em um motor gerador. Os autores concluíram que a adição do biodiesel de sebo bovino ao diesel aumentam as emissões de Óxido de Nitrogênio (NO), Óxidos de Azoto (NOx) e Dióxido de Carbono (CO₂) e reduzem as emissões de Monóxido de Carbono (CO) e dióxido de Enxofre (SO₂).

Magara-Gomez *et al.* (2012) investigaram as taxas de emissão e composição dos conhecidos poluentes atmosféricos perigosos nos gases do escapamento de um trator agrícola comercial usando mistura de biodiesel de soja e de sebo bovino ao diesel. Segundo os autores, as taxas de emissões totais reduziram diminuindo as emissões de poluentes perigosos do ar com o aumento do teor de biodiesel.

Silva *et al.* (2013) avaliaram o consumo específico (SFC) e o rendimento de um motor gerador com biodiesel de soja, girassol, gordura de frango e sebo bovino. Em geral, o SFC do motor usando biodiesel foi mais elevado, quando comparado com o óleo diesel. Porém, a eficiência global do motor gerador com o biodiesel foi mais elevada, com um ganho de até 2,0%.

3.5. Catalizadores

Soldi *et al.* (2009) usaram Compostos de poliestireno sulfonado como catalizadores em reações de transesterificação do sebo bovino e óleo de soja. Os autores concluíram que os compostos poliméricos sulfonados obtidos a partir de poliestireno linear são catalisadores eficazes para a alcoólise de óleos vegetais refinados e matérias-primas que contêm número elevado de acidez.

Da Rós *et al.* (2010) produziram uma forma de imobilização da lipase de *Burkholderia cepacia* (lipase PS), com vantajosas propriedades catalíticas e estabilidade para serem utilizados na etanolise de diferentes matérias-primas, principalmente óleo de babaçu e sebo bovino. Segundo os autores, o processo proporcionou maiores níveis de rendimento e produtividade na transesterificação das matérias-primas estudadas.

Boni *et al.* (2009) descrevem a metodologia utilizada para recuperar e reutilizar o Hidróxido de Potássio do biodiesel obtido através da reação de transesterificação do sebo bovino.

Ramani *et al.* (2010) utilizaram o sebo bovino para a produção de lipase um biocatalisador com potencial para as

aplicações nas indústrias óleo-químicas e biotecnológicas.

3.6. Ciclo de vida

Dufour *et Iribarren* (2012) estudaram a produção de biocombustíveis a partir de resíduos de ácido graxos livres, proporcionando uma avaliação do ciclo de vida de quatro sistemas de produção de biodiesel, incluindo esterificação, transesterificação de óleos vegetais residuais (óleo de cozinha usado), gorduras de origem animal (sebo bovino, gordura de aves) e esgoto.

3.7. Custo de produção

Fiorese *et al.* (2011) avaliaram os custos fixos e variáveis para a conversão química de óleos e gorduras em ésteres metílicos. A metodologia foi aplicada ao biodiesel proveniente de óleo de soja, óleo de girassol, óleo de frango e sebo bovino em uma planta de produção experimental. O estudo de caso mostrou vantagens para o óleo diesel, tanto em termos de custo e consumo. Entre os biocombustíveis, o sebo bovino apresentou o menor custo de produção e menor consumo.

Figura 06. Número de artigos publicados por revista com referência ao biodiesel de sebo bovino na base SciELO, junho de 2013

Fonte: Elaborado a partir da base SciELO

4. RESULTADOS ENCONTRADOS NA BASE SCIELO

A mesma estratégia de busca foi feita na base científica SciELO com o objetivo de ter uma visão geral das pesquisas sobre biodiesel nos países Ibero-Americanos.

Nesta primeira pesquisa, usou-se a palavra “biodiesel” no campo de busca. Foram registrados 315 publicações sobre o biodiesel. Conforme mostrado na Figura 06, a revista Química Nova é a que obteve o maior número de publicações no tema pesquisado, com 59 artigos, correspondendo a 18,73% das publicações.

Com relação ao ano de publicação, pode-se ver, na Figura 07, que houve um crescente número de publicações nos últimos 5 anos. Em 2012, registra-se 79 artigos publicados na base SciELO com referência ao biodiesel.

Figura 07. Número de artigos por ano de publicação na base SciELO com referência ao biodiesel, junho de 2013

Fonte: Elaborado a partir da base SciELO

Entre os países, observa-se, na Figura 08, que o Brasil se destaca com 222 publicações seguidos de Colômbia e Chile com 48 e 18 publicações, respectivamente.

Figura 08. Número de artigos publicados por país na base SciELO com referência ao biodiesel, junho de 2013

Fonte: Feito pelo autor a partir da base SciELO

Com o objetivo de refinar os resultados da pesquisa em relação ao biodiesel de sebo bovino, usou-se as palavras “biodiesel sebo bovino” e, em seguida, “biodiesel *beef tallow*” no campo de busca. A primeira busca registrou 5 artigos e a segunda busca retornou com 2 artigos, totalizando 7 artigos publicados nos últimos 5 anos na base

de dados SciELO.

A Figura 09 mostra os temas abordados nos artigos. Observa-se que 3 dos 7 artigos encontrados refere-se à análise das propriedades físico-químicas do biodiesel de sebo bovino.

Figura 09. Temas abordados sobre o biodiesel de sebo bovino na base SciELO em Junho de 2013

Fonte: Feita pelo autor a partir da base SciELO

Dos 7 artigos encontrados em toda base SciELO, 5 já haviam sido selecionados nos Periódicos CAPES na pesquisa anterior. Portanto, apenas 2 artigos foram contados para a base SciELO e seus resumos são relatados a seguir.

4.1. Análise físico-química

Guerrero *et al.* (2008) utilizaram o aproximante de Padé para modelar as propriedades como a densidade, calor específico, viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais e sebo bovino.

4.2. Co-produto

Oliveira *et al.* (2013) avaliaram a composição química da glicerina produzida por indústrias de biodiesel no Brasil e discutiram seu potencial de utilização na alimentação animal. Segundo os autores, apenas uma usina, responsável por 14,1% da produção, produz glicerina apta para uso na alimentação de ruminantes, por não utilizar sebo bovino como matéria-prima para o biodiesel.

5. CONCLUSÕES

O artigo teve como objetivo fazer um estudo bibliométrico sobre o biodiesel de sebo bovino em duas bases de dados científicas com abrangência nacional e internacional.

A metodologia usada foi satisfatória e observou-se que, dentre os 44 artigos encontrados, apenas 5 artigos estavam relacionados em duplicidade.

Observou-se que, nos últimos cinco anos, houve um crescente número de publicações com referência ao biodiesel de sebo bovino nos Periódicos pesquisados.

A pesquisa revelou que os temas mais abordados em relação ao biodiesel de sebo bovino são relacionados às propriedades físico-químicas e processo de produção, com 70,27% das publicações nos periódicos CAPES. Os outros 29,73% dos artigos abordam temas relacionados a desempenho em motores, produção de hidrogênio, catalisadores, ciclo de vida e custo de produção.

Na base SciELO, os artigos referentes às propriedades físico-químicas do biodiesel de sebo bovino correspondem a

42,86% das publicações. Dentre os países Ibero-Americanos, o Brasil se destaca com 70,48% das publicações sobre o biodiesel.

Como observado nesta pesquisa, existe uma grande concentração de estudos relacionados às propriedades físico-químicas do biodiesel de sebo bovino. Propriedades como densidade, viscosidade, curva de destilação, resíduo de carbono, teste de corrosão, índice de cetano, ponto de entupimento de filtro a frio, ponto de fulgor e índice de acidez são bastante estudadas. Observa-se que a maioria das especificações atende às regulamentações da ANP. No entanto, o ponto de entupimento de filtro a frio mostra-se como principal preocupação entre os autores. Portanto, estudos relacionados às características químicas do biodiesel de sebo bovino, no que diz respeito ao desenvolvimento de aditivos que venham a melhorar o ponto de entupimento de filtro a frio do biodiesel, característica esta que limita o uso do biocombustível puro (B100) ou grandes proporções desta mistura ao diesel mineral em regiões de baixa temperatura, ainda carecem de pesquisas.

A pesquisa revela que o processo de produção mais utilizado para a produção de biodiesel de sebo bovino é a transesterificação com variados processos de reação. Outros métodos de produção, como o uso de Rádio Frequência (RF), também foram observados.

O Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo e o sebo bovino é a segunda matéria-prima mais utilizada no Brasil para a produção de biodiesel. No entanto, não foram encontrados artigos relacionados à competitividade do biodiesel de sebo bovino ou de sua cadeia produtiva, assim como, artigos que relacionem os pontos fortes e fracos desta cadeia.

Recomendam-se estudos referentes à sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel de sebo bovino visando pesquisar o equilíbrio do tripé da sustentabilidade, principalmente nos pilares sociais e ambientais, e pesquisas que visem estudar seu balanço energético.

6. REFERÊNCIAS

Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis – ANP (2013), “Boletim Eletrônico: Fevereiro, 2013”, disponível em: <http://www.anp.gov.br> (Acesso em 18 de Junho de 2013).

Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis – ANP (2013a), “Boletim mensal do biodiesel: Dezembro, 2013”, disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=68664&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1383739320069> (Acesso em 10 de Janeiro de 2014).

Ali, Y. et Hanna, M . A. (1994), “Alternative diesel fuels from vegetable oils”, *Bioresource Technology*, Vol.50, No.2, pp. 153-163.

Araújo, B. Q., Nunes, R. C. da R., Moura, C. V. R., Moura, E. M., Cito, A. M. das G. L., Santos Júnior, J. R. dos (2010), “Synthesis and Characterization of Beef Tallow Biodiesel”, *Energy & Fuels*, Vol.24, pp. 4476-4480.

Araújo, R. F. et Alvarenga, L (2011), “A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007”. Enc. Bibli: *Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da informação*, Florianópolis, Vol.16, No.31, pp. 51-70, disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2011v16n31p51>, (Acesso em 28 de Outubro de 2013).

Boni, L. A. B. de, Prochnow, T. R. e Ocácia, G. C. (2009), “Production Of Second Generation Catalysts Through The Recycling Of Catalyst Used To Produce Biodiesel”, *Periódico Tchê Química*, Vol.6, No.11, pp. 43.

Correa, I. M., Maziero, J. V. G. e Storino, M. (2011), “Blend of biodiesel from beef tallow in a diesel engine during 600 hours of tests”, *Ciência Rural*, Vol.41, No.7, pp. 1189-1194.

Crnkovic, P. M., Koch, C., Ávila, I., Mortari, D. A., Cordoba, A. M., Santos, A. M. dos (2012), “Determination of the activation energies of beef tallow and crude glycerin combustion using thermogravimetry”, *Biomass and Bioenergy*, Vol.44, pp. 8-16.

Cunha, M. E. da, Krause, L. C. e Moraes, M. S. A. (2009), “Beef tallow biodiesel produced in a pilot scale”, *Fuel Processing Technology*, Vol.90, No.4, pp. 570-575.

Da Rós, P. C. M. da, Silva G. A. M., Mendes A. A., Santos, J. C. Castro, H. F. de (2010), “Evaluation of the catalytic properties of Burkholderia cepacia lipase immobilized on non-commercial matrices to be used in biodiesel synthesis from different feedstocks”, *Bioresource Technology*, Vol.101, No.14, pp. 5508-5516.

Demirbas, A (2003), “Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey”, *Energy Conversion and Management*, Vol.44, No.13, pp. 2093–2109.

Demirbas, A (2009), “Biofuels securing the planet’s future energy needs”, *Energy Conversion and Management*, Vol.50, No.9, pp. 2239-2249.

Dias, E. A. V. et Costa, H. G. (2011), “Mapeamento da produção científica no escopo da Ontologia”, *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, Vol. 6, pp. 481-507.

Dufour, J. et Iribarren, D. (2012), “Life cycle assessment of biodiesel production from free fatty acid-rich wastes”, *Renewable Energy*, Vol.38, No. 1, pp. 155-162.

- Encinar, J. M., Sánchez N., Martínez G., García, L. (2011), "Study of biodiesel production from animal fats with high free fatty acid content", *Bioresource Technology*, Vol.102, No.23, pp. 10907-10914.
- Fadhil, A. (2013), "Biodiesel Production from Beef Tallow Using Alkali-Catalyzed Transesterification", *Arabian Journal for Science and Engineering*, Vol. 38, No.1, pp. 41-47.
- Fernandes Júnior, V. J., Araujo, A de S., Vinhado, S. da S., Pivesso, P. R. (2012), "Caracterização de resíduo sólido formado em biodiesel de sebo bovino", *Química Nova*, Vol.35, No.10, pp. 1901-1906.
- Fiorese, D. A., Gomes, L. F. S., Souza, S. N. M. de, Dallmeyer, A. U., Romano, L. N. (2011), "Experimental methodology for assessing the cost of biodiesel production and use biodiesel: a case study of four methyl esters and commercial diesel fuel", *Ciência Rural*, Vol.41, No.11, pp. 1921-1926.
- García, M., Alba, J. J., Gonzalo, A., Sánchez, J. L., Arauzo, J. (2013), "Density of alkyl esters and its mixtures: A comparison and improvement of predictive models", *Fuel*, Vol.103, pp. 232-238.
- García, M., Gonzalo, A., Sánchez, J. L., Arauzo, J. Simões, C. (2011), "Methanolysis And Ethanolysis Of Animal Fats: A Comparative Study Of The Influence Of Alcohols", *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, Vol.17, No.1, pp. 91-97.
- Gomes, J. S., Oliveira, R. R. e Vieira, S. S. da C. (2011), "Inserção do tema internacionalização de empresas em artigos produzidos no programa de mestrado em ciências contábeis da UERJ", *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, Vol. 6, pp. 508-520.
- Guedes, V. L. S. et Borschiver, S. (2013), "Bibliometria: uma ferramenta estatística para a Gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica", Disponível em: <http://www.feg.unesp.br/~fmarins/seminarios/Material%20de%20Leitura/Bibliometria/Artigo%20Bibliometria%20-%20Ferramenta%20estat%EDstica%20VaniaLSGuedes.pdf>. (Acesso em 28 de Outubro de 2013).
- Guerrero, M. P., Toselli, L. A. e Valderrama, J. O (2008), "Correlación de Propiedades de Aceites Vegetales y Sebo Vacuno Usando Aproximantes de Padé", *Inf. tecnol.*, Vol.19, No.4, pp. 19-24.
- Hajjaji, N. et Pons, M. N. (2013), "Hydrogen production via steam and autothermal reforming of beef tallow: A thermodynamic investigation", *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 38, No.5, pp. 2199-2211.
- Jayasinghe, P. et Hawboldt, K. (2012), "A review of bio-oils from waste biomass: Focus on fish processing waste", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.16, No.1, pp. 798.
- Kohlhepp, G. (2010), "Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil", *Estudos Avançados*, v. 24, n.68, p. 223-253, 2010.
- Krahl, I. (2009), Desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e exergia: identificação de relações pertinentes e de indicadores baseados em exergia, Dissertação do Mestrado em Sistemas de Gestão, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.
- Kwon, E. E., Seo, J. e Yi, H. (2012), "Transforming animal fats into biodiesel using charcoal and CO₂", *Green Chemistry*, Vol.14, No.6, pp. 1799-1804.
- Levy, G. (2011), A inserção de sebo bovino na indústria brasileira do biodiesel: análise sob a ótica da Economia dos Custos de Transação e da Teoria dos Custos de Mensuração, Dissertação do Mestrado em Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-07022012-085502/> (Acessado em 10 de Outubro de 2012).
- Liu, S., Wang, Y., Oh, J. H., Herring, J. L. (2011), "Fast biodiesel production from beef tallow with radio frequency heating", *Renewable Energy*, Vol.36, No.3, pp. 1003-1007.
- Magara-Gomez, K. T., Olson, M. R., Okuda, T., Walz, K. A., Schauer, J. J. (2012), "Sensitivity of hazardous air pollutant emissions to the combustion of blends of petroleum diesel and biodiesel fuel", *Atmospheric Environment*, Vol.50, pp. 307-313.
- Mata, T. M., Cardoso, N., Ornelas, M., Neves, S., Caetano, N. S. (2011), "Evaluation of Two Purification Methods of Biodiesel from Beef Tallow, Pork Lard, and Chicken Fat", *Energy & Fuels*, Vol.25, No.10, pp. 4756-4762.
- Mendonça, D. R., Andrade, H. M. C., Guimarães, P. R. B., Vianna, R. F., Meneghetti, S. M. P., Pontes, L. A. M., Teixeira, L. S. G. (2011), "Application of full factorial design and Doehlert matrix for the optimisation of beef tallow methanolysis via homogeneous catalysis", *Fuel Processing Technology*, Vol.92, No.3, pp. 342-348.
- Moraes, M. S. A., Zini, C. A., Gomes, C. B., Bortoluzzi, J. H., Mühlén, C., Caramão, E. B. (2011), "Application Of Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography (Gcxcg) In The Characterization Of Biodiesel/Diesel Blends: Application To Beef Tallow Biodiesel", *Química Nova*, Vol.34, No. 7, pp. 1188-1192.
- Oliveira, J. S., Antoniassi, R., Freitas, S. C. de e Müller, M. D. (2013), "Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal", *Ciência Rural*, Vol.43, No.3, pp. 509-512.

- Öner, C. et Altun, S. (2009), "Biodiesel production from inedible animal tallow and an experimental investigation of its use as alternative fuel in a direct injection diesel engine", *Applied Energy*, Vol.86, No.10, pp. 2114-2120.
- Pereira, R. G., Tulcan, O. E. P., Fellows, C. E., Lameira, V de J., Quelhas, O. L. G., Aguiar, M. E. de, Santo Filho, D. M. do E. (2012), "Sustainability and mitigation of greenhouse gases using ethyl beef tallow biodiesel in energy generation", *Journal of Cleaner Production*, Vol.29-30, pp. 269-276.
- Ramani, K., John Kennedy, L., Ramakrishnan, M. e Sekaran, G. (2010), "Purification, characterization and application of acidic lipase from *Pseudomonas gessardii* using beef tallow as a substrate for fats and oil hydrolysis", *Process Biochemistry*, Vol.45, No.10, pp. 1683-1691.
- Ramirez-Verduzco, L. F., Rodriguez-Rodriguez, J. E. e Jaramillo-Jacob, A. D. (2012), "Predicting cetane number, kinematic viscosity, density and higher heating value of biodiesel from its fatty acid methyl ester composition", *Fuel*, Vol.91, No.1, pp. 102-111.
- Ravelli, A. P. X., Fernandes, G. C. M., Barbosa, S. F. F., Simão, E., Santos, S. M. A. dos, Meirelles, B. H. S. (2009), "A produção do conhecimento em enfermagem e envelhecimento: estudo bibliométrico", *Texto Contexto Enferm*, Vol.18, No.3, pp. 506-512.
- Rojas-González, A. et Girón-Gallego, E. (2011), "Variables de operación en el proceso de transesterificación de grasas animales: una revisión", *Ing. Univ.*, Vol.15, No.1, pp. 197-218.
- Rós, P., Castro, H., Carvalho, A., Soares, C., Moraes, F., Zanin, G. (2012), "Microwave-assisted enzymatic synthesis of beef tallow biodiesel", *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, Vol.39, No.4, pp. 529-36.
- Santo Filho, D. M. E., Pereira, R. G., Rodrigues C. R. C., Barbosa A. P. F. (2010), "The possibility of using beef tallow biodiesel as a viscosity reference material" *Accreditation And Quality Assurance*, Vol. 5, No.8, pp. 473-476.
- Santos, A. L. F., Martins D. U., Ilha O. K., Ribeiro R. A. M., Quirino R. L., Suarez P. A. Z. (2010), "Agro-industrial residues as low-price feedstock for diesel-like fuel production by thermal cracking", *Bioresource Technology*, Vol.101, No.15, pp. 6157-6162.
- Silva, M. J., Souza, S. N. M. de, Chaves, L. I., Rosa, H. A., Secco, D., Santos, R. F., Baricatti, R. A., Nogueira, C. E. C. (2013), "Comparative analysis of engine generator performance using diesel oil and biodiesels available in Paraná State, Brazil" *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.17, pp. 278-282.
- Soldi, R. A., Oliveira, A. R. S., Ramos, L. P., Oliveira, M. A. F. C. (2009), "Soybean oil and beef tallow alcoholysis by acid heterogeneous catalysis" *Applied Catalysis A, General*, Vol. 361, No.1, pp. 42-48.
- Souza, A. C. C. de et Silveira, J. L. (2011), "Hydrogen production utilizing glycerol from renewable feedstocks - The case of Brazil", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.15, No.4, pp. 1835-1850.
- Taravus, S., Temur, H. e Yartasi, A. (2009), "Alkali-Catalyzed Biodiesel Production from Mixtures of Sunflower Oil and Beef Tallow", *Energy & Fuels*, Vol.23, No.8, pp. 4112-4115.
- Teixeira, G., Maia, A., Rosenhaim, R., Santos, I., Souza, A., Souza, A., Queiroz, N. (2011), "Thermo-oxidative decomposition of biodiesel samples obtained from mixtures of beef tallow, soybean oil, and babassu oil", *Journal Of Thermal Analysis And Calorimetry*, Vol.106, No.2, pp. 569-574.
- Teixeira, G., Maia, A., Santos, I., Souza, A., Souza, A., Queiroz, N. (2011a), "Biodiesels from beef tallow/soybean oil/babaçu oil blends Correlation between fluid dynamic properties and TMDSC data". *Journal Of Thermal Analysis And Calorimetry*, Vol.106, No.2, pp. 563-567.
- Teixeira, L. S. G., Couto, M. B., Souza, G. S., Andrade Filho, M., Assis, J. C. R., Guimarães, P. R. B., Pontes, L. A. M., Almeida, S. Q., Teixeira, J. S. R. (2010), "Characterization of beef tallow biodiesel and their mixtures with soybean biodiesel and mineral diesel fuel", *Biomass and Bioenergy*, Vol.34, No.4, pp. 438-441.
- Teixeira, L. S. G., Assis, J. C. R., Mendonça, D. R., Santos, I. T. V., Guimarães, P. R. B., Pontes, L. A. M., Teixeira, J. S. R. (2009), "Comparison between conventional and ultrasonic preparation of beef tallow biodiesel", *Fuel Processing Technology*, Vol.90, No.9, pp. 1164-1166.