

# PESQUISA COM BIODIESEL NA UFBA: uma análise a partir das teses e dissertações produzidas entre 2005-2019 com aplicação da lei de Lotka

## RESEARCH WITH BIODIESEL IN UFBA: an analysis from theses and dissertations produced between 2005-2019 with Lotka's law application

Fábio Matos Fernandes<sup>1</sup>  
Luís Oscar Silva Martins<sup>2</sup>  
Marcelo Santana Silva<sup>3</sup>  
Francisco Gaudêncio Mendonça Freires<sup>4</sup>

### RESUMO

A Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB) foi criada em 2004 para impulsionar o desenvolvimento tecnológico da cadeia do biodiesel. Dentre as instituições participantes, está a Universidade Federal da Bahia (UFBA), que desenvolve pesquisas com biocombustíveis desde a década de 1980 e vem ocupando a segunda colocação nacional em número de projetos relacionados ao biodiesel no CNPq e a quarta posição no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes. Diante do expressivo número de trabalhos produzidos nos cursos stricto sensu da UFBA, este artigo mediu a performance acadêmica das pesquisas com biodiesel na UFBA, a partir da análise de teses e dissertações produzidas entre 2005-2019 e avaliou a produtividade dos professores orientadores por meio da Lei de Lotka. Para tanto, foi realizada uma pesquisa documental e utilizados métodos bibliométricos para criação de indicadores de atividade científica dos 133 registros prospectados e foi aplicado o modelo do poder inverso generalizado para medir a produtividade dos orientadores. Observou-se que a produção de teses e dissertações na UFBA foi ininterrupta com 200 orientações realizadas por 77 docentes, entre 2006 a 2019 e, que a distribuição observada se ajusta a Lei de Lotka. Contudo, uma análise da tendência revelou a possibilidade da queda no número de registros para os próximos anos, justamente no momento em que o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações pretende fortalecer a RBTB com intuito de superar gargalos tecnológicos e de mercado ainda existentes na cadeia do biodiesel.

**Palavras-chave:** Biodiesel. Bibliometria. Desempenho de pesquisa. Teses e dissertações.

### ABSTRACT

The Brazilian Biodiesel Technology Network (RBTB) was created in 2004 to boost technological development in the Brazilian biodiesel chain. Among the participating institutions is the Federal University of Bahia (UFBA), which has been conducting research on biofuels since the 1980s and has been ranked second place in the number of projects related to biodiesel at CNPq and fourth place in the Catalog of Theses and dissertations of Capes. In view of the expressive number of works produced in masters and doctorate courses of UFBA, this article measured the academic performance of biodiesel research at UFBA, based on the analysis of theses and dissertations produced between 2005-2019 and evaluated the productivity of advisor professors through the Lotka's law. For this purpose, a documentary research was carried out, and bibliometric methods were used to create scientific activity indicators from the 133 prospected records and the generalized inverse power distribution model was applied to measure the productivity of the advisor professors. It was observed that the production of theses and dissertations at UFBA was uninterrupted with 200 orientations carried out by 77 advisor professors; between 2006 to 2019 and that, the observed distribution fits the Lotka Law. However, an analysis of the trend revealed the possibility of a drop in the number of registrations for the coming years, just at the moment when the Ministry of Science, Technology and Innovations intends to strengthen the RBTB in order to overcome technological and market bottlenecks that still exist in the biodiesel chain.

**Keywords:** Biodiesel. Bibliometrics. Research performance. Theses and dissertations.

*Artigo submetido em 27/03/2020 e aceito para publicação em 30/04/2020*

- 1 Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial Universidade Federal da Bahia, Brasil. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8679-120X>. E-mail: [fmatosf@gmail.com](mailto:fmatosf@gmail.com)
- 2 Doutorando no Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente. Universidade Federal da Bahia, Brasil. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0040-7762>. E-mail: [luisoscar2007@hotmail.com](mailto:luisoscar2007@hotmail.com)
- 3 Docente permanente do Mestrado em Propriedade Intelectual e Inovação. Instituto Federal da Bahia, Brasil. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6556-9041>. E-mail: [profmarceloifba@gmail.com](mailto:profmarceloifba@gmail.com)
- 4 Docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Universidade Federal da Bahia, Brasil. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9622-8242>. E-mail: [gaudenciof@yahoo.com](mailto:gaudenciof@yahoo.com)

## **1 INTRODUÇÃO**

Pesquisas para viabilizar o aproveitamento energético de óleos vegetais e gordura animal como combustível remontam ao final do século XIX, quando Rudolf Diesel registrou a primeira patente de um motor desenvolvido para funcionar com de amendoim (AGHBASHLO; DEMIRBAS, 2016; KNOTHE, 2001, 2010). No Brasil, o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) foi o pioneiro neste tipo de pesquisa já na década de 1920, onde realizou estudos para utilização de óleos refinados de coco, algodão, amendoim, mamona e outros como combustível (CALADO, 2005; POUSA; SANTOS; SUAREZ, 2007).

No final da década de 1970, o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Pro-óleo) e seus subprogramas incentivaram a pesquisa tecnológica para promover a produção de óleos vegetais para substituir o diesel importado em diferentes regiões do país, o que culminou no primeiro registro de patente para produção de biodiesel por meio de reação química envolvendo álcool e óleo vegetal conhecida como transesterificação (HORTA NOGUEIRA; SILVA CAPAZ, 2013; PARENTE, 2003).

Contudo, foi a partir de 2005, com o lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que esse biocombustível foi introduzido na matriz energética brasileira e vem sendo utilizado amplamente em motores de ciclo diesel e outros tipos de equipamentos (FERNANDES et al., 2015; MARTINS et al., 2018). Desde o lançamento do PNPB, os percentuais de mistura de biodiesel ao diesel vêm se elevando gradativamente (BRASIL, 2016), alcançando 12% em março de 2020 conforme cronograma estabelecido pelo Conselho Nacional de Política Energética (BRASIL, 2018a). No geral, mais de 218 milhões de barris de biodiesel já foram produzidos, levando o Brasil a figurar entre os maiores produtores e consumidores mundiais de biodiesel (ANP, 2019).

Neste contexto, a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação (PD&I) foram fundamentais para a estruturação da cadeia produtiva do biodiesel. Entre 2004 e 2005, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) estabeleceu parcerias em projetos de PD&I relacionados ao biodiesel com 23 Governos Estaduais e Distrito Federal. No entanto, a principal ação do MCTIC foi a criação e o gerenciamento da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB) em 2004, para a consolidação de um sistema gerencial de articulação entre a Embrapa Agroenergia, universidades e outras instituições de pesquisa e desenvolvimento (MENEZES, 2016; SUAREZ; MENEGHETTI, 2007).

O objetivo da RBTB foi a convergência de esforços na execução de projetos de PD&I e a otimização de investimentos que auxiliassem na identificação e eliminação de gargalos tecnológicos em todos os elos da cadeia de produção do biodiesel, tornando um dos raros exemplos de estruturação

de uma base científico-tecnológica nacional de apoio e orientação de um programa governamental, estruturado em critérios político-sociais, econômicos e ambientais como é o PNPB (ROCHA et al., 2013; SUAREZ; MENEGHETTI, 2007)

No Estado da Bahia, novas ações foram adotadas para estruturar e consolidar as energias renováveis nas suas diversas formas pela a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação e pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB). O foco foi no desenvolvimento de competência local do ponto de vista da pesquisa em energia e construção de redes interinstitucionais. A princípio, foi criada a Rede de Biodiesel da Bahia em 2002, que mais tarde foi ampliada e rebatizada como Rede Baiana de Biocombustíveis (RBB) em 2004, para dar o suporte científico necessário para alavancar o PNPB na Bahia (CARNEIRO; ROCHA, 2006; SANTANA SILVA et al., 2010; TORRES, 2008).

Entre as instituições baianas participantes da RBTB e da RBB destaca-se a Universidade Federal da Bahia (UFBA), que desenvolve pesquisas com biocombustíveis desde a década de 1980 (TORRES, 2000). Em 1990, foi criado grupo de pesquisa LEN - Laboratório de Energia e Gás, primeiro grupo com linhas de pesquisa dedicadas ao estudo dos biocombustíveis. Atualmente, a instituição possui seis grupos de pesquisa e oito linhas de pesquisas dedicadas às pesquisas que englobam biodiesel (CNPQ, 2020) e conta um com o Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente (CIEnAm), envolvendo docentes da Escola Politécnica e dos Institutos de Química, de Geociências e de Física no Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente (PGENAM).

Além disso, a UFBA possui um Laboratório de Emissões Veiculares para realização de testes de desempenho do biodiesel puro e em misturas de diferentes proporções em motores ciclo diesel e uma planta piloto com capacidade de 5.000.000 litro para produção de biodiesel a partir de gorduras residuais e/ou óleos vegetais *in natura* (TORRES, 2008).

Em 2019, a UFBA ocupou a segunda colocação nacional em número de projetos relacionados ao biodiesel no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) com cinco projetos (CNPQ, 2019) e a quarta posição no Catálogo de Teses e Dissertações com 155 registros, compreendendo uma ampla variedade temática de pesquisas com biodiesel (CAPES, 2019).

Diante do expressivo número de trabalhos produzidos nos cursos de pós-graduação da UFBA, este artigo tem como objetivo medir a performance acadêmica das pesquisas com biodiesel na UFBA a partir da análise de teses e dissertações produzidas entre 2005-2019. Para tanto, os seguintes objetivos específicos foram traçados: (a) analisar as teses e dissertações produzidas com a temática biodiesel nos programas de pós-graduação da UFBA; (b) identificar as áreas de concentração das pesquisas

com biodiesel na UFBA; (c) avaliar a produtividade dos professores orientadores, por meio da Lei da Produtividade Científica de Lotka, utilizando método do poder inverso generalizado; (d) confirmar ou refutar a existência de um grupo de elite de professores orientadores em pesquisas com biodiesel na UFBA, de acordo com o modelo formulado por Price.

A escolha de teses e dissertações (T&D) deu-se por esses documentos serem os produtos de comunicação do conhecimento científico mais conhecidos dos programas de pós-graduação em âmbito nacional e por serem documentos de acesso livre à toda população por meio de arquivo digital disponibilizado pela internet (CAPES, 2006), que fornecem dados não encontrados na literatura publicada em outras fontes (PAEZ, 2017), além de mostrar com exatidão o que vem sendo pesquisado e quem os orienta, sendo objeto de estudos bibliométricos por muitos autores no Brasil (ARAÚJO; ALVARENGA, 2011)

Contudo, poucos são os trabalhos que se dispuseram a analisar a produtividade de professores orientadores através da Lei de Lotka, sendo um deles o trabalho realizado por Machado Junior et al. (2017) que examinou as orientações em administração, mas sem a utilização de modelo estatístico, tema que ainda é pouco explorado em estudos bibliométricos no Brasil, como alertou Alvarado (URBIZAGÁSTEGUI, 2006).

Assim, demonstrar a possibilidade de utilização da Lei de Lotka em T&D, através da utilização do método do poder inverso generalizado e estimular o uso desse método são diferenciais deste trabalho. Além do mais, ele apresenta como a UFBA colaborou efetivamente para o desenvolvimento de pesquisas com biodiesel no Brasil e serve de base para avaliação e definição de ações futuras por parte da referida instituição, já que este trabalho ajuda no entendimento de como as pesquisas com biodiesel evoluíram, justificando assim sua realização.

## **2 BIBLIOMETRIA E A LEI DA PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA DE LOTKA**

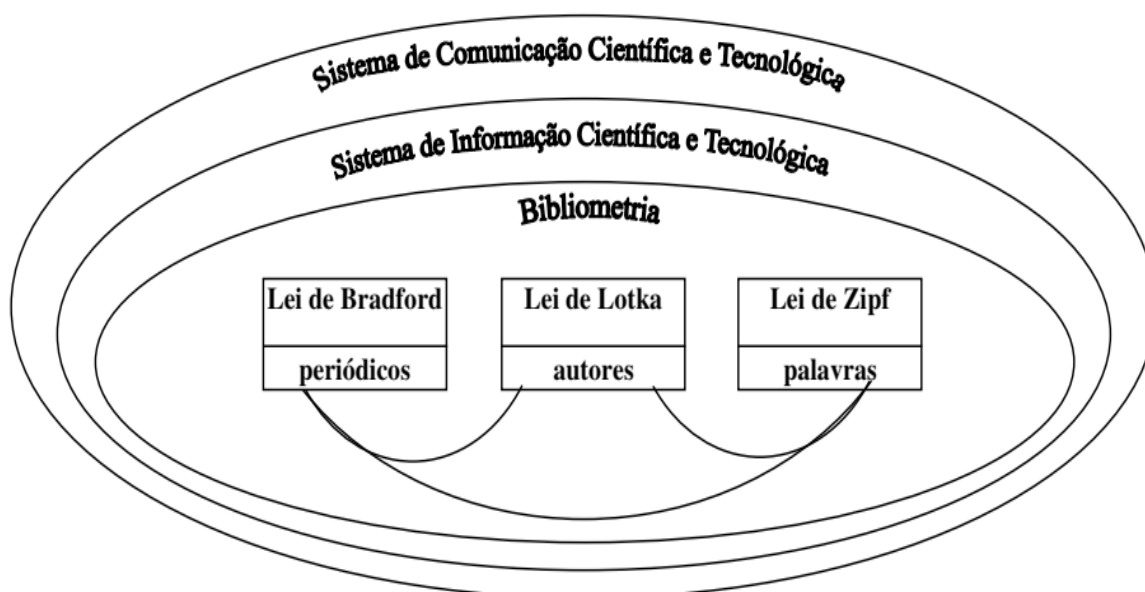
A análise estatística da literatura científica teve início na década de 1920 com estudos relacionados à produtividade de autores como Dresden em 1922 e Lotka em 1926 (RESTREPO ARANGO; URBIZAGÁSTEGUI, 2012). Contudo, o termo bibliometria foi cunhado somente na década de 1930, por Paul Otlet para se referir às análises dos fluxos de informações da literatura científica a partir de seus registros bibliográficos e, se popularizou no mundo acadêmico no final da década de 1960 com Pritchard e Nalimov (ROUSSEAU, 2014; MINGERS; LEYDESDORFF, 2015; MOMESSO; NORONHA, 2017).

A partir da disseminação de ferramentas digitais, a bibliometria se tornou uma poderosa ferramenta de investigação e acompanhamento dos diferentes campos da ciência e tecnologia, pois permite medir os padrões de publicação da comunicação escrita e de seus autores por meio da aplicação de métodos quantitativos, tornando-se uma parte importante da ciência da informação (ARAÚJO, 2006; OCDE, 2007; URBIZAGASTEGUI, 2007).

A utilização da bibliometria vai desde a construção de indicadores de produtividade até o desenvolvimento de técnicas multidimensionais baseados em citações de artigos para avaliar performance acadêmica e de rede ( VANTI, 2002; GUEDES; BORSCHIVER, 2005; OCDE, 2007). Ademais, ela possui uma série de vantagens para a avaliação científica, por utilizar dados verificáveis e reproduzíveis, podendo ser aplicada a qualquer base suficientemente grande (GLÄNZEL, 2003), como por exemplo, em registros de teses e dissertações de uma instituição de ensino em um repositório institucional.

Os métodos bibliométricos podem ser utilizados para realizar análises estáticas – medir o tamanho e a distribuição dos parâmetros da literatura - ou dinâmicas - medir o crescimento e a taxa de variação dos mesmos parâmetros no tempo, ademais, um conjunto de leis (Figura 1) e princípios empíricos os apoiam e contribuem no estabelecimento dos seus fundamentos teóricos (GUEDES; BORSCHIVER, 2005; SANTOS; URBIZAGASTEGUI, 2007; KOBASHI, 2009).

**Figura 1** – As leis clássicas da bibliometria



**Fonte:** Guedes e Borschiver (2005).

Nas principais leis bibliométricas, a Lei de Bradford analisa a distribuição de artigos pelas diferentes revistas, permitindo estimar o grau de relevância de periódicos em uma área do conhecimento. Já a Lei de Zipf relaciona a frequência das palavras dentro de um texto e a sua ordem, gerando uma lista ordenada de termos de uma determinada disciplina ou assunto. Por fim, a Lei de Lotka analisa a produção científica dos autores. Esse conjunto de leis podem ser utilizadas combinadas ou individualmente (MACHADO JUNIOR et al., 2017; SANTOS; KOBASHI, 2009; URBIZAGASTEGUI, 2007; VANTI, 2002).

Com relação a Lei da Produtividade Científica de Lotka, esta foi formulada em meados da década de 1920, quando Alfred Lotka observou uma distribuição assimétrica entre os autores e suas respectivas produções científicas, após examinar as frequências de distribuição da produtividade científica de químicos e físicos a partir do índice decenal do *Chemical Abstracts* (ARAÚJO, 2006; URBIZAGASTEGUI, 2009).

Lotka estabeleceu que a relação entre o número de autores que produzem  $n$  artigos seguia a lei do inverso do quadrado, ou seja,  $1/n^2$  dos autores que publicam somente um artigo. Como consequência, alguns pesquisadores, supostamente de maior prestígio em uma área do conhecimento, produzem muito e muitos pesquisadores, supostamente de menor prestígio, produzem pouco, sendo que a proporção de todos os autores que produzem apenas um trabalho em toda a sua vida acadêmica gira em torno de 60% (GUEDES; BORSCHIVER, 2005; GUEDES, 2012; QIU et al., 2017).

Desde então, Lei de Lotka se configurou como uma *power law* de expoente dois e é adotada como referência na avaliação da produtividade das áreas acadêmicas. Áreas que apresentam um expoente superior a dois são menos produtivas do que o padrão internacional, ao passo que as áreas acadêmicas que apresentam valor menor que dois são mais produtivas (MACHADO JUNIOR et al., 2017).

Nestes mais de 90 anos da existência da Lei de Lotka, outros trabalhos como os de Pao (1985) e (1986) e Nicholls (1986) foram desenvolvidos com o objetivo de aceitar, refutar ou aperfeiçoar a lei, que passou a ser conhecida como modelo do poder inverso generalizado.

Um dos principais trabalhos de aperfeiçoamento foi desenvolvido por Price na década de 1970, que propôs a Lei do Elitismo, na qual toda população de autores de tamanho  $X$  tem uma elite efetiva correspondente à raiz quadrada do número total de autores e, essa elite responde por metade de todas as contribuições. Desde então, a Lei do Elitismo também vem sendo aplicada na quantificação da produtividade científica, em termos de trabalhos publicados (ALVARADO, 2009; BRAGA, 1974; MACHADO JUNIOR et al., 2017; VIEIRA; MAROLDI, 2014).

### 3 METODOLOGIA

O caminho metodológico adotado levou em consideração a natureza da pesquisa, a abordagem do problema e os procedimentos técnicos adotados. Quanto a natureza, esta pesquisa se enquadra como exploratória e descritiva, pois se objetivou conhecer e descrever características de determinado fenômeno e estabelecer relações entre variáveis. Já do ponto de vista da abordagem do problema, a pesquisa é classificada como quantitativa, pois utilizou dados mensuráveis para descobrir padrões por meio de técnicas estatísticas. Por fim, quanto aos procedimentos técnicos adotados, utilizou-se a pesquisa documental ao fazer uso de dados primários sem tratamento analítico prévio (SILVA; MUSZKAT, 2005; GIL, 2019; PRODANOV, 2013). Também foram utilizados métodos bibliométricos para análise quantitativa de indicadores de atividade científica (SOARES; PICOLLI; CASAGRANDE, 2018), analisando os padrões de produtividade dos professores orientadores e coorientadores em T&D produzidas na UFBA envolvendo a temática biodiesel.

O corpus desta pesquisa foi construído a partir de T&D associadas à temática de biodiesel produzidas nos cursos de pós-graduação da UFBA. As T&D foram selecionadas a partir do Catálogo de Teses e Dissertações (CT&D) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), vinculado ao Ministério da Educação (MEC), cujo objetivo é facilitar o acesso a informações sobre teses e dissertações defendidas junto a programas de pós-graduação do país a partir de 1987 (MENA-CHALCO; ROCHA, 2014). Também foi utilizado a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), mecanismo de busca que integra todos os repositórios institucionais das universidades brasileiras que utilizam este sistema (CAJÉ, 2014).

Utilizou-se essas duas fontes, pois algumas publicações indexadas no BDTD não estavam indexadas no CT&D, apesar da obrigatoriedade por se tratar do sistema oficial do governo brasileiro para depósito de teses e dissertações (CAJÉ, 2014; CAPES, 2006). Em ambos os repositórios, a veracidade dos dados é de responsabilidade dos programas de pós-graduação.

O conjunto de dados adotados foi do tipo não probabilístico onde o pesquisador determina os elementos para sua obtenção (BRUNI, 2013). Assim, utilizou-se o descritor “biodiesel”, refinando os resultados encontrados à UFBA, através da utilização de filtros disponibilizados pelos mecanismos de busca. O recorte temporal foi definido a partir do lançamento do PNPB em 2005, sendo identificado 224 registros publicados até dezembro de 2019 (CAPES, 2020; BDTD, 2020).

Numa segunda etapa, os 224 registros foram analisados e os que possuíam o termo “biodiesel” no título e/ou nas palavras-chave foram selecionados. Também foram selecionadas T&D defendidas no âmbito de

projetos de pesquisa envolvendo biodiesel, mesmo com a ausência deste descritor no título ou nas palavras-chave. Dessa forma, 133 registros foram selecionados e seus metadados organizados em planilhas eletrônicas para a construção de indicadores bibliométricos e análise de produtividade dos professores orientadores.

Para a análise de produtividade dos professores orientadores, foi utilizado o modelo do poder inverso generalizado obtido pelo método dos mínimos quadrados (PAO, 1985) com as modificações sugeridas por Nicholls (1986) e (1989) e seguindo a rotina de cálculos adaptada de Urbizagastegui (2005), (2006) e (2009), cujas principais equações utilizadas estão descritas no Quadro 1.

**Quadro 1** - Rotinas de cálculos para o modelo do poder inverso generalizado

Descrição	Equações
<p><b>Modelo do poder Inverso Generalizado</b></p> <p>Distribuição de probabilidade discreta onde cada valor da variável é um número inteiro não negativo.</p>	<p>Equação 1:</p> $y_x = Cx^{-n}$ <p>Para <math>x = 1, 2, 3, \dots, x_{max}</math></p> <p>Onde:</p> <p><math>y_x</math> = a probabilidade de que um autor faça x contribuições sobre um assunto</p> <p><math>C</math> e <math>n</math> = parâmetros que devem ser estimados dos dados observados.</p>
<p><b>Cálculo do parâmetro <math>n</math></b></p> <p>Obtido pelo método do mínimo quadrado linear, desenvolvido por Legendre e aperfeiçoado por Galton e Pearson (BRUNI, 2013)</p>	<p>Equação 2:</p> $n = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$ <p>Onde:</p> <p><math>N</math> = número de pares de dados observados</p> <p><math>X</math> = inverso de <math>x</math></p> <p><math>Y</math> = inverso de <math>y</math></p>
<p><b>Cálculo do parâmetro <math>c</math></b></p> <p>O valor de <math>C</math> é o número teórico de autores com um único artigo. Ele é obtido pela função Zeta inversa de Riemann e ajustada por Pao (1985).</p>	<p>Equação 3:</p> $C = \frac{1}{\sum_{x=1}^{P-1} \frac{1}{x^n} + \frac{1}{(n-1)P^{n-1}} + \frac{1}{P^n} + \frac{n}{24(P-1)^{n+1}}}$ <p>Onde:</p> <p><math>x</math> = número de contribuições por autor</p> <p><math>n</math> = valor do parâmetro calculado pelo método dos mínimos quadrados</p> <p><math>P</math> = número de pares observados</p>

Fonte: Pao (1985) e Urbizagástegui (2006).



Para a realização dos cálculos, foi considerada a contagem completa de autores, assim, todos os professores, independentemente da sua participação como orientador ou como coorientador na produção das T&D defendidas com a temática biodiesel na UFBA, foram considerados. A escolha deu-se porque este tipo de contagem mostra de forma mais exata o comportamento desses atores com os trabalhos publicados (NICHOLLS, 1986).

Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados (PINO, 2014). Esse teste foi realizado antes e após a transformação dos dados pela hiperbólica do 1º grau (inverso), acrescida de uma constante (variável +1)<sup>-1</sup>. Esse processo foi necessário para assegurar que todos os valores fossem maiores que zero, já que os valores das frequências não observadas foram adicionados para evitar células vazias na tabela de frequências, que pudessem afetar o teste de hipótese, seguindo a recomendação de Loughner (1992).

É importante ressaltar que também foram seguidas as recomendações de Campos (2000) para a transformação dos dados, de modo a verificar qual transformação seria a mais indicada. Foram feitos testes utilizando logaritmo, raiz quadrada e o inverso dos dados, sendo este último o mais indicado por ter apresentado a probabilidade mais elevada da distribuição ser normal.

Por fim, aplicou o Teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) para verificar se a distribuição do poder inverso generalizado, obtida pelo método dos mínimos quadrados, se ajusta à Lei de Lotka. O K-S é um teste estatístico não paramétrico que não se aplica a dados qualitativos e nem a variáveis discretas, mas que pode ser aplicado em amostras menores e sua estatística para aplicação em estudos relacionados à Lei de Lotka está descrita em Pao (1985) e didaticamente exemplificada em Urbizagástegui (2006).

Para este teste, as seguintes hipóteses foram formuladas:  $H_0$  = a distribuição se ajusta a Lei de Lotka e  $H_1$  = a distribuição não se ajusta a lei de Lotka. A fórmula  $1,63/\sqrt{n}$  (onde:  $n$  = ao tamanho máximo da amostra) da tabela de valores críticos de K-S foi utilizada e o nível de significância foi definido em  $\alpha = 0,01$ .

O Microsoft Excel (versão 2016) e o software livre *Past* (versão 2.16c) foram utilizados nas rotinas de cálculos. Também foi utilizado o WordSift (<https://wordsift.org/>) para criar a nuvem de palavras com termos das T&D a partir dos seus respectivos títulos. Para tanto, foram excluídos os termos das seguintes classes gramaticais - artigos, verbos, advérbios, conjunções e preposições – dos títulos para uma melhor visualização.

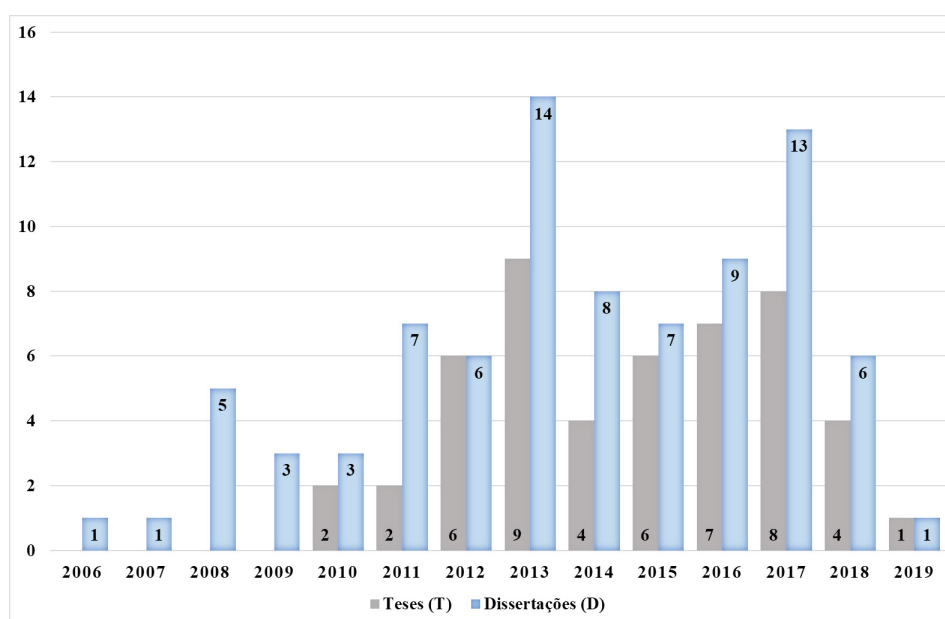
## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Nas subseções seguintes são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir das análises das T&D envolvendo pesquisas com biodiesel na UFBA, começando pela análise descritiva dos dados, seguida pela análise da produtividade dos professores orientadores de acordo com a Lei da Produtividade Científica de Lotka.

### 3.1 Análise Descritiva dos Dados

Os 133 registros da amostra foram compostos por 84 dissertações (63,16%) e 49 teses (36,84%), com média e mediana iguais a 10 trabalhos produzidos por ano. O primeiro registro oficial envolvendo pesquisa com biodiesel em um programa de pós-graduação na UFBA foi uma dissertação defendida em 2006 no Programa de Pós-Graduação em Economia, onde foi analisada a viabilidade técnica e econômica da produção de dendê para o programa de biodiesel pelos agricultores familiares da região do baixo sul da Bahia (SEMEDO, 2006). Já a primeira tese defendida data de 2010 no Programa de Pós-Graduação em Química, onde foram avaliados poluentes emitidos por motores do ciclo diesel utilizando biodiesel (GUARIEIRO, 2010). A Figura 2 apresenta a distribuição das T&D no período analisado.

**Figura 2** – Quantitativo e taxa de crescimento de T&D com o tema biodiesel na UFBA de 2006-2019



Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 2, é possível observar que, entre os anos de 2006 e 2013, o número de T&D envolvendo pesquisas com biodiesel na UFBA saiu de 1 para 23 documentos, o que representa uma taxa média de crescimento linear na ordem de 22%. No geral, a taxa de crescimento de 2006 a 2018 foi de 36,80%. Certamente, o cenário favorável foi proporcionado pelo lançamento do PNPB, criação das redes RBTB e RBB e consolidação do mercado nacional de biodiesel, a partir da obrigatoriedade da mistura em 2008.

Contudo, após atingir o pico de publicações em 2013, os depósitos de novas T&D caíram 47,83% em 2014. A partir de 2015, o ritmo de produção é retomado e um novo pico pode ser visto no ano de 2017, mas novas quedas foram registradas em 2018 e 2019. Cândido et al. (2018) sugere que esse movimento cíclico esteja relacionado com os ciclos de avaliação dos programas de pós-graduação *stricto sensu* realizados pela CAPES, cujos primeiros anos coincidem com os de baixa produção e os últimos com os de alta.

Uma análise de tendência dos dados revelou a possibilidade de queda na produção de T&D para os próximos anos. Essa redução poderá afetar também a produção de artigos relacionados à temática biodiesel, já que estes são, quase que na totalidade, produtos oriundos das T&D.

Essa tendência de queda ocorre no momento em que o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC) instituiu o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Energias Renováveis e Biocombustíveis, estabelecendo estratégias para aumentar a articulação institucional e fortalecer a RBTB e oferecer apoio em PD&I para consolidar a base tecnológica do biodiesel no intuito de superar gargalos tecnológicos e de mercado ainda existentes e possibilitar que este e outros biocombustíveis líquidos respondam por 18% na matriz energética até 2030 (BRASIL, 2018b).

Quanto às grandes áreas de conhecimento e áreas específicas do conhecimento (Tabela 1) em que as T&D foram categorizadas, é possível observar que 60,9% das publicações pertencem as áreas das ciências exatas e da terra e das engenharias, áreas com a expertise da transformação da matéria.

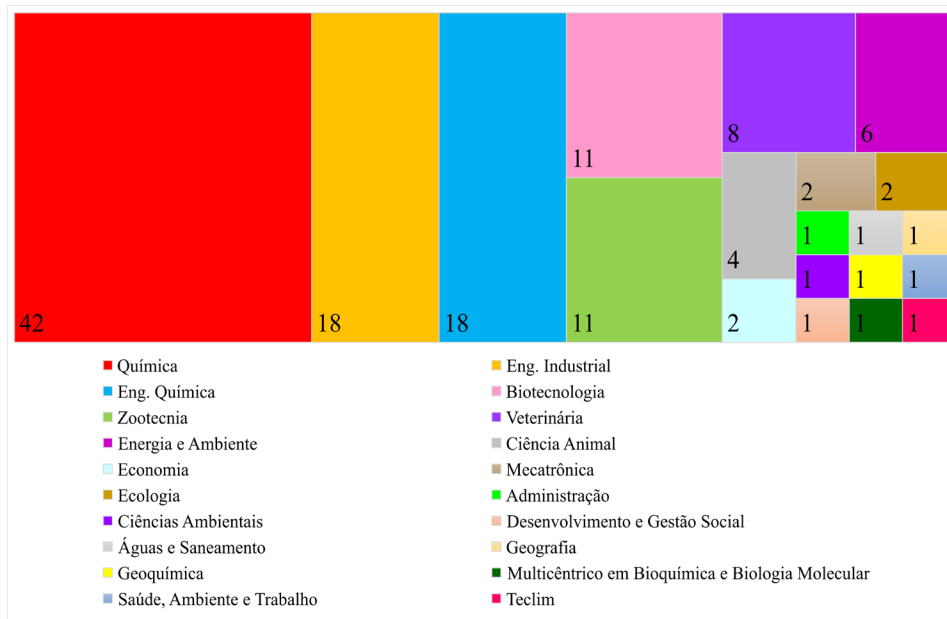
**Tabela 1** – T&D com o tema biodiesel na UFBA por área de conhecimento e área do conhecimento

<b>Grande área do conhecimento</b>	<b>Qtd</b>	<b>%</b>	<b>Área do conhecimento</b>	<b>Qtd</b>	<b>%</b>
Ciências Exatas e da Terra	42	31,58%	Química	42	31,58%
Engenharias	39	29,32%	Eng. de Produção	18	13,53%
			Eng. Química	18	13,53%
			Eng. Mecânica	2	1,50%
			Eng. Sanitária	1	0,75%
Ciências Agrárias	23	17,29%	Veterinária	12	9,02%
			Zootecnia	11	8,27%
Inter e/ou Multidisciplinar	21	15,04%	Biotecnologia	11	8,27%
			Eng./Tec./Gestão	7	5,26%
			Ciências Ambientais	1	0,75%
			Saúde Coletiva	1	0,75%
Ciências Sociais Aplicadas	3	3,00%	Humanidades	1	0,75%
			Economia	2	1,50%
			Adm. Pública	1	0,75%
Ciências biológicas	3	2,25%	Ecologia	2	1,50%
			Biologia Molecular	1	0,75%
Ciências Humanas	1	0,75%	Geografia	1	0,75%
Geologia	1	0,75%	Geoquímica	1	0,75%
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Elaborado pelos autores

No geral, seis programas de pós-graduação responderam por 84,21% das T&D produzidas com a temática biodiesel na UFBA (Figura 3). Destaque para o programa de Química com 42 defesas (31,58%), único programa onde as pesquisas com biodiesel seguem sem interrupções desde 2008 e único curso que apresenta tendência de crescimento no número de T&D para os próximos períodos.

**Figura 3 – T&D com o tema biodiesel na UFBA por programa de pós-graduação**



Fonte: Elaborado pelos autores

Por fim, as pesquisas desenvolvidas com biodiesel na UFBA contemplaram diferentes áreas do processo produtivo, corroborando com o papel assumido pelas instituições de pesquisa e desenvolvimento que integraram a RBTB e a RBB (ROCHA et al., 2013).

A Figura 4 apresenta uma nuvem de termos construída a partir dos títulos das T&D sobre biodiesel na UFBA, possibilitando a identificação do seu vocabulário básico. Os termos de maior frequência estão associados ao tamanho da imagem, destacando: biodiesel (79), produção (48), glicerol e glicerina (16 e 13), torta (16) e diesel (16).

**Figura 4 – Nuvem de termos dos títulos das T&D com o tema biodiesel na UFBA de 2006-2019**



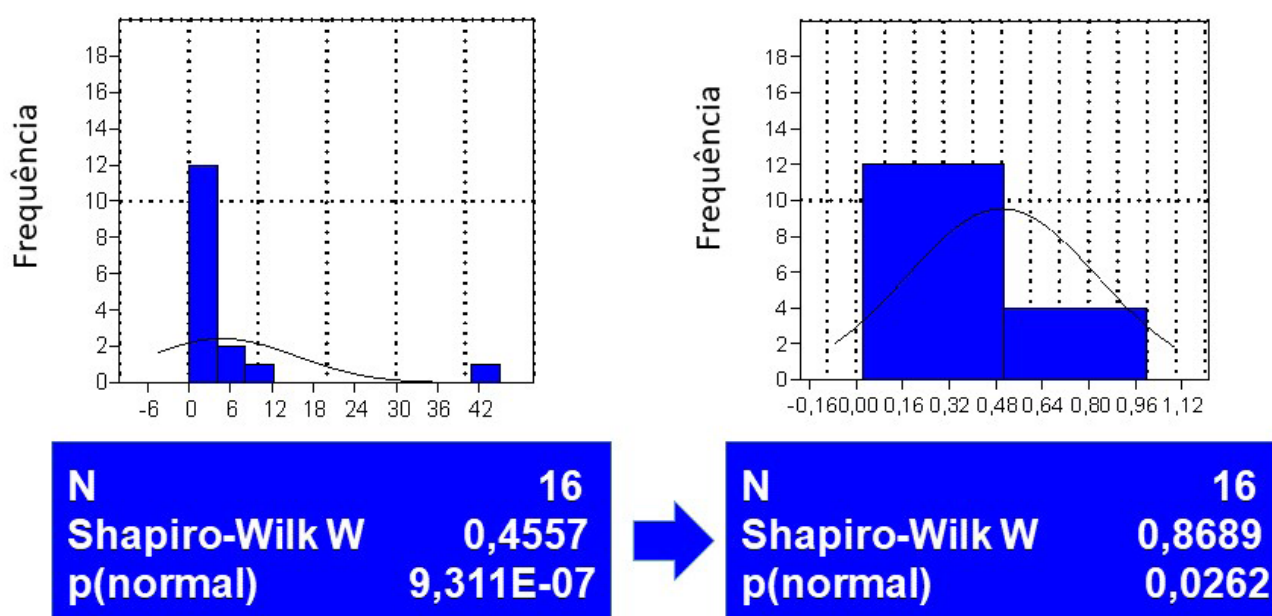
Fonte: Elaborado pelos autores

No geral, foram desenvolvidas pesquisas nas áreas de: catálise com o desenvolvimento de novos catalisadores e rotas para otimizar reações químicas; valoração de coprodutos com o desenvolvimento de novos usos para a glicerina e aproveitamento de tortas na alimentação animal; aditivos e misturas com novas formulações de misturas diesel-biodiesel; motores com avaliação de desgastes e emissões veiculares; tecnologias limpas com avaliação de ciclo de vida e uso de tecnologias limpas na produção de biodiesel e; análise financeira e socioambiental nos diferentes elos da cadeia do biodiesel.

### 3.2 Produtividade dos Professores Orientadores e Coorientadores e a Lei de Lotka

A análise da produtividade teve início com a organização dos dados e verificação da sua normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk. Na primeira verificação, os dados apresentaram uma forte distribuição assimétrica à direita (Figura 5). Os dados então foram transformados pela hiperbólica do 1º grau novamente confirmando a não normalidade dos dados, pois o p-valor obtido foi menor do que o nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

**Figura 5 –** Teste de Shapiro-Wilk para normalidade do conjunto de dados



Fonte: Elaborado pelos autores

Apesar do resultado supracitado, a distribuição transformada dos dados fez com que ela se tornasse mesmo distorcida, permitindo assim a aplicação do modelo de regressão linear e a realização

do seu ajustamento através da abordagem dos mínimos quadrados, além de permitir a realização do teste de K-S.

No Quadro 2 é possível observar que o número de contribuições ou orientações variou de 1 a 16 e, ao levar em consideração todas as ocorrências de orientação (133) e coorientação (67), a média foi de 2,60 orientações/professor. Orientadores esporádicos com uma ou duas orientações responderam por 72,73% do total, seguidos por orientadores com três e quatro orientações com 13% e orientadores com cinco ou mais orientações com 14,29% do total. Ao avaliar somente os professores que realizaram uma única orientação, o percentual alcança 58,44%, ficando muito próximo dos 60,8% estimados pelo modelo de Lotka (QIU et al., 2017).

**Quadro 2 –** Distribuição de frequência para expoente de Lotka em orientações de T&D com o tema biodiesel na UFBA 2006 - 2019

Contribuições (x)	Orientadores (y)	% Orientadores	Total de Contribuições (x * y)	Inverso (x)	Inverso (y)	x * y	x <sup>2</sup>
1	45	58,44%	46	0,5000	0,0217	0,011	0,2500
2	11	14,29%	20	0,3333	0,0833	0,028	0,1111
3	5	6,49%	15	0,2500	0,1667	0,042	0,0625
4	5	6,49%	20	0,2000	0,1667	0,033	0,0400
5	3	3,90%	15	0,1667	0,2500	0,042	0,0278
6	2	2,60%	12	0,1429	0,3333	0,048	0,0204
7	1	1,30%	7	0,1250	0,5000	0,063	0,0156
8	0	0,00%	0	0,1111	1,0000	0,111	0,0123
9	0	0,00%	0	0,1000	1,0000	0,100	0,0100
10	1	1,30%	20	0,0909	0,5000	0,030	0,0083
11	1	1,30%	0	0,0833	0,5000	0,045	0,0069
12	0	0,00%	0	0,0769	1,0000	0,042	0,0059
13	1	1,30%	13	0,0714	0,5000	0,036	0,0051
14	1	1,30%	14	0,0667	0,5000	0,033	0,0044
15	0	0,00%	0	0,0625	1,0000	0,063	0,0039
16	1	1,30%	16	0,0588	0,5000	0,029	0,0035
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100%</b>	<b>200</b>	<b>2,43955</b>	<b>8,0217</b>	<b>0,80</b>	<b>0,5878</b>
R <sup>2</sup>						<b>0,46298</b>	

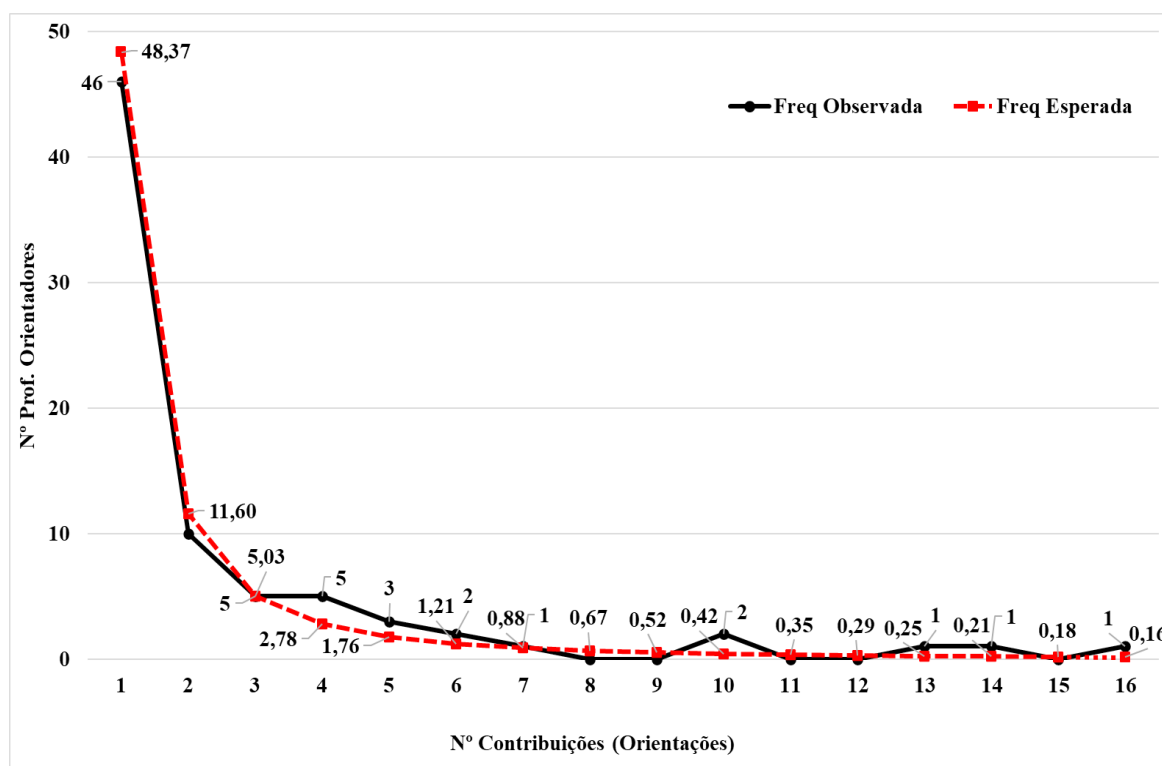
Fonte: Elaborado pelos autores

Prosseguindo com a aplicação do modelo de Lotka, o valor do parâmetro  $n$  foi calculado através do método dos mínimos quadrados descrito na equação 2 do Quadro 1. A análise de regressão resultou no coeficiente de correlação linear ( $R^2$ ) de 0,4801 e a inclinação da linha ou  $n$  foi de -1,9530.

O valor  $n$  foi então utilizado na equação 3 do Quadro 1 para o cálculo do parâmetro  $C$ , onde foi obtido o valor de 0,5913. As constantes  $n = 1,9530$  e  $C = 0,5913$  encontradas neste estudo ficaram muito próximas das encontradas por Lotka, a saber:  $n = 2$  e  $C = 0,6079$  (QIU et al., 2017).

Assim, conhecidos os valores dos parâmetros  $C$  e  $n$  e fazendo uso da equação 1 do Quadro 1, os valores esperados da distribuição de teórica foram calculados e estão plotados no gráfico descrito na Figura 6 juntamente com os valores da distribuição dos valores observados.

**Figura 6 –** Dispersão das frequências observadas e esperadas



Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se na Figura 6 que as duas curvas estão muito próximas com as maiores diferenças encontradas de -1,76 e 1,96, que ocorreram em valores para as frequências de 2 e 4 contribuições, respectivamente. O valor médio da diferença foi de 0,21, ficando abaixo do encontrado na literatura, como por exemplo: 0,80 de Alvarado (2005), 0,48 de Alvarado (2006) e 0,61 de Cândido et al. (2018).

Por fim, o teste de hipótese K-S foi aplicado para verificar se os dados observados estão em conformidade com os valores previstos, que foram calculados pela lei de Lotka. Assim, montou-se o



Quadro 3 conforme orientação de Pao (1985). Em seguida utilizou-se a fórmula  $1,63/\sqrt{n}$  (onde:  $n$  = ao tamanho máximo da amostra que são os 77 orientadores) para calcular o valor crítico do desvio máximo da amostra com nível de significância de 1% ( $\alpha = 0,01$ ).

**Quadro 3 – Teste de ajuste K-S**

1	2	3	4	5	6	7
Contribuições (x)	Orientadores (y)	% (y)	$\Sigma$ % (y)	$y_x = C(1/x^n)$	$\Sigma$ $y_x = C(1/x^n)$	$D_{max}$
1	45	0,5844	0,5844	0,5913	0,5913	0,0069
2	11	0,1429	0,7273	0,1527	0,7440	0,0167
3	5	0,0649	0,7922	0,0692	0,8132	0,0209
4	5	0,0649	0,8571	0,0394	0,8526	0,0045
5	3	0,0390	0,8961	0,0255	0,8781	0,0180
6	2	0,0260	0,9221	0,0179	0,8960	0,0261
7	1	0,0130	0,9351	0,0132	0,9092	0,0259
8	0	0,0000	0,9351	0,0102	0,9194	0,0157
9	0	0,0000	0,9351	0,0081	0,9275	0,0076
10	1	0,0130	0,9481	0,0066	0,9341	0,0140
11	1	0,0130	0,9610	0,0055	0,9395	0,0215
12	0	0,0000	0,9610	0,0046	0,9441	0,0169
13	1	0,0130	0,9740	0,0039	0,9481	0,0259
14	1	0,0130	0,9870	0,0034	0,9515	0,0355
15	0	0,0000	0,9870	0,0030	0,9545	0,0325
16	1	0,0130	1,0000	0,0026	0,9571	0,0429
Valor crítico do desvio máximo da amostra ( $D_{crítico}$ )						0,1858

**Fonte:** Elaborado pelos autores

No Quadro 3, o desvio máximo absoluto ( $D_{máximo}$ ) encontrado foi a diferença entre os valores das colunas 4 e 6, sendo igual a 0,0429. Ao comparar  $D_{máximo} = 0,0429$  com o valor crítico do desvio máximo da amostra  $D_{crítico} = 0,1858$ , observa-se que  $D_{máximo}$  é menor do que  $D_{crítico}$  ( $0,0429 < 0,1858$ ). Assim, a hipótese de que a distribuição se ajusta à Lei de Lotka a  $\alpha = 0,01$  e não se rejeita  $H_0$ , ou seja, existe a homogeneidade da distribuição de frequência observada em relação a calculada a distribuição.

Ao considerar que  $H_0$  se ajusta a Lei de Lotka, o passo final foi utilizar o dado referente à quantidade de professores para identificar o grupo de elite de orientadores por meio da aplicação da Lei do Elitismo de Price.

Neste trabalho, o grupo de elite foi formado por 11 professores (Quadro 4), ao invés de 9 autores resultantes da aplicação da aplicação da raiz quadrada do número total de autores. Isso ocorreu porque os quatro últimos autores do grupo possuíam cinco orientações/cada. Dessa forma, os autores decidiram incluí-los no grupo de elite.

**Quadro 4** - Grupo de elite de orientadores

Nº	Prof. Orientadores	Programa de Pós-Graduação	Nº Orientações	Orientações (%)
1	Leonardo Sena Gomes Teixeira	Química / Eng. Química	16	8,08%
2	Ednildo Andrade Torres	Energia e Ambiente / Engenharia Industrial	14	7,07%
3	Ronaldo Lopes Oliveira	Veterinária e Zootecnia	13	6,57%
4	Cristina M. A. L. T. M. H. Quintella	Química / Energia e Ambiente	11	5,05%
5	Emerson Andrade Sales	Engenharia Industrial	10	5,05%
6	Janice Izabel Druzian	Eng. Química	7	3,54%
7	Gleudson Giordano Pinto de Carvalho	Veterinária e Zootecnia	6	3,03%
8	Vitor Hugo Moreau da Cunha	Biotecnologia	5	3,03%
9	Iracema Andrade Nascimento	Biotecnologia	5	2,53%
10	Artur Jose Santos Mascarenhas	Química	5	2,53%
11	Jailson Bittencourt de Andrade	Química	5	2,53%

**Fonte:** Elaborado a partir das informações do Catálogo de Teses e Dissertações (Capes, 2020)

Mesmo com a limitação da quantidade máxima de alunos a serem orientados por professor estabelecida pela CAPES, é possível observar que o grupo de elite encontrado é produtivo, pois seus 11 componentes responderam por 49,00% das orientações, ficando a um ponto percentual do percentual dos 50% estabelecido por Price na sua Lei do Elitismo (MACHADO JUNIOR et al., 2017)

Quanto aos grupos de pesquisas que possuem linhas de pesquisas diretamente relacionadas ao biodiesel, verificou-se que dos 11 membros do grupo de elite descritos no Quadro 4, sete também são líderes de grupos de pesquisa certificados pelo CNPq que possuem linhas de pesquisas diretamente relacionadas ao biodiesel como mostra o Quadro 5.

**Quadro 5** - Grupos pesquisas que desenvolvem pesquisas sobre biodiesel na UFBA

<b>Grupo</b>	<b>Linha de Pesquisa</b>	<b>Líder</b>	<b>Área</b>
IDEIA - Grupo de Investigação, Desenvolvimento e Inovações Analíticas	Combustíveis e Lubrificantes	Leonardo Sena Gomes Teixeira	Química
LEN - Laboratório de Energia e Gás	Utilização de misturas de combustíveis e biocombustíveis	Ednildo Andrade Torres	Engenharias
LABEC - Laboratório de Bioenergia e Catálise	Valorização da biomassa microalgal	Emerson Andrade Sales	Química
NuBiotec - Núcleo de Biotecnologia	Aproveitamento de resíduos e coprodutos agrícolas e industriais para viabilização da produção de compostos de interesse industrial	Vitor Hugo Moreau da Cunha	Bioquímica
Grupo de Pesquisa em Química Analítica	Energia e Ambiente	Maria das Graças Andrade Korn	Química
Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis	Biodiesel	Luiz Carlos Lobato dos Santos	Engenharia Química

**Fonte:** Elaborado a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil – DGP (CNPQ, 2020)

Finalmente, é importante ressaltar que muitas das T&D foram desenvolvidas nestes grupos pesquisa, gerando outros produtos de comunicação acadêmica e inovação - artigos e patentes -, confirmando o posicionamento de Maltrás Barba (2003), quando este afirma que quanto mais se publica, mais aparecem oportunidades de publicar um novo trabalho sobre o tema.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa mediu a performance acadêmica das pesquisas com biodiesel na UFBA a partir da análise de teses e dissertações. Os resultados relatados mostram que 133 trabalhos foram defendidos na UFBA desde 2006, colocando essa instituição entre as cinco mais produtivas no Catálogo de Teses e Dissertações CAPES.

No período analisado, a produção mostrou-se ininterrupta, mas apresentou um comportamento cíclico com picos e vales. Os maiores picos de produção ocorreram nos anos de 2013 e 2017 e podem ter ocorrido no final de cada ciclo da avaliação dos programas de pós-graduação realizada pela CAPES. Contudo, uma análise da tendência dos dados revelou a possibilidade da queda no número de T&D para os próximos anos, sendo necessária uma melhor investigação das possíveis causas.

Cinco programas responderam por, aproximadamente, 76% de todas as T&D produzidas com a temática biodiesel na UFBA com destaque para os programas de Química (31,30%), seguida pelos programas de Engenharia Industrial (13,74%) e Engenharia Química (12,98%). O foco das pesquisas nesses cursos compreendeu uma ampla gama de assuntos que vão desde os ensaios de síntese até o desenvolvimento de tecnologias limpas na produção de biodiesel e análise do seu ciclo de vida. Também nestes cursos estão lotados os professores mais experientes que orientaram a maioria dos alunos.

Já com relação à produtividade dos professores, observou-se a ocorrência de 200 orientações realizadas por 77 docentes entre 2006 a 2019, perfazendo uma média de 2,60 orientações/professor. Orientadores esporádicos com uma ou duas orientações responderam por 72,73% do total, seguida por orientadores com três e quatro orientações com 13% e orientadores com cinco ou mais orientações com 14,29% do total.

Ainda foi utilizado na análise da produtividade dos professores, o modelo do poder inverso generalizado pelo método dos mínimos quadrados para verificar se os dados observados estavam em conformidade com os valores previstos, calculados a partir da lei de Lotka (1926). Observou-se que as constantes  $n = 1,9530$  e  $C = 0,5913$  encontradas neste estudo ficaram muito próximas das obtidas por Lotka, bem como o número de professores que realizaram uma única orientação foi de 58,44% contra 60,8% de Lotka.

Contudo, a confirmação de que a distribuição observada se ajusta à lei de Lotka só foi possível após a aplicação do teste de hipótese K-S a um nível de significância de 1%. O  $D_{\text{máximo}}$  encontrado foi menor do que  $D_{\text{crítico}}$  ( $0,0429 < 0,1858$ ), o que não rejeitou  $H_0$ , confirmando assim a hipótese de que produtividade dos professores orientadores ajusta à Lei de Lotka.

A pesquisa também determinou o grupo de elite dos professores com base na aplicação da Lei do Elitismo de Price (1976). Trata-se de 11 professores altamente produtivos, que juntos responderam por 49,00% do total das orientações. Os membros desse grupo lideraram projetos de pesquisas relacionados com biodiesel e foram responsáveis pelo desenvolvimento de pelo menos 8 patentes relacionadas ao biodiesel no âmbito da UFBA, além da produção de artigos acadêmicos, muitos destes produtos das T&D orientadas por eles.

Por fim, a impossibilidade de demonstrar o valor das pesquisas dessas T&D através da realização de uma análise de citações foi a maior das limitações, pois os repositórios pesquisados não fornecem dados de citação, base para criação de um indicador de avaliação de impacto acadêmico.

Esses repositórios, na maioria dos casos, também não informam se as T&D pesquisadas foram originadas a partir de coletânea de artigos ou deram origem a outros tipos de documentos citáveis, a exemplo de artigos, *reviews*, *proceedings papers*, livros e outros, prejudicando a possibilidade de cruzamento de dados que poderia revelar o impacto acadêmico das T&D mesmo de forma indireta.

Diante do exposto, esse trabalho serve como um alerta para que os gestores desses repositórios pensem em uma alternativa para inserção de parâmetros que permitam medir o impacto acadêmico das T&D produzidas nas instituições de ensino brasileiras para que seja possível demonstrar, de forma clara e direta, o valor das pesquisas desenvolvidas não só para instituições e órgãos de fomento à pesquisa, mas para toda a sociedade.

Dessa forma, este trabalho não se esgota e um estudo de prospecção de artigos científicos já está sendo conduzido para avaliar o impacto acadêmico e a colaboração científica com a utilização da metodologia de Análise de Redes Sociais para verificar a evolução e o desenvolvimento das redes de pesquisas com biodiesel na UFBA e sua contribuição na superação de gargalos tecnológicos e de mercado ainda existentes na cadeia produtiva do biodiesel brasileiro.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo Projeto de Pesquisa no Edital Universal 01/2016 (Processo n. 428065/2016-3) e FAPESB – Edital Jovem Cientista.

## REFERÊNCIAS

AGHBASHLO, Mortaza; DEMIRBAS, Ayhan. Biodiesel: Hopes and dreads. **Biofuel Research Journal**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 379–379, 2016. DOI: 10.18331/BRJ2016.3.2.2.

ALVARADO, Rubén Urbizagástegui. Elitismo na literatura sobre a produtividade dos autores. **Ciência da Informação**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 69–79, 2009. DOI: 10.1590/s0100-19652009000200006.

ANP. **Dados estatísticos - Produção de biodiesel (barris)**. 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>. Acesso em: 2 out. 2019.

ARAÚJO, Carlos Alberto. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 11–32, 2006. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/16>. Acesso 08 dez. 2020.

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira; ALVARENGA, Lidia. A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência*

da informação, Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 51-70, mar. 2011. ISSN 1518-2924. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2011v16n31p51>>. Acesso em: 11 dez 2019.

BDTD. **Acesso e visibilidade às teses e dissertações brasileiras**. 2020. Disponível em: <http://bdttd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 8 jan. 2020.

BRAGA, Gilda Maria. Informação, ciência, política científica: o pensamento de Derek de Solla Price. **Ciência da Informação**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 155–177, 1974. Disponível em: <http://revista.ibict.br/cienciainformacao/index.php/ciinf/article/viewArticle/1634%5Cnhttp://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/1634>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 13.263, de 23 de março de 2016. Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional. . 2016. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2016/lei-13263-23-marco-2016-782625-norma-pl.html>. Acesso em: 20 nov. 2019

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA (2018a). **Resolução nº 16, de 29 de outubro de 2018**. Dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes/resolucoes-2018>. Acesso em 20 nov. 2019.

BRASIL, Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do MCTI. **Plano de ciência, tecnologia e inovação para energias renováveis e biocombustíveis: 2018-2022**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologiasSetoriais/Plano-de-Ciencia-Tecnologia-e-Inovacao-Para-Energias-Renovaveis-e-Biocombustiveis.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2020.

BRUNI, Adriano Leal. **Estatística aplicada à gestão empresarial**. 4. ed. [s.l.] : Atlas, 2013.

CAJÉ, Bruna Carla Muniz. **Impresso ou digital? Mapeamento e reflexões sobre as políticas de depósito legal das teses e dissertações das áreas de letras e linguística no Brasil**. 2014. UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2014. Disponível em: [http://www.unirio.br/ppgb/arquivo/Bruna Caje.pdf](http://www.unirio.br/ppgb/arquivo/Bruna%20Caje.pdf). Acesso em: 18 out. 2019.

CALADO, Ana Arruda. **Instituto Nacional de Tecnologia, desde 1921 gerando Tecnologia para o Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2005.

CAMPOS, Geraldo Maia. **Estatística Prática para Docentes e Pós-Graduandos**. 2000. Disponível em: [http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc\\_livro/gmc\\_livro.html](http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro.html). Acesso em: 25 nov. 2019.

CÂNDIDO, Ricardo Batista; GARCIA, Fábio Gallo; SABER CAMPOS, Anderson Luiz; FILHO, Elmo Tambosi. Lei de Lotka: um olhar sobre a produtividade dos autores na literatura brasileira de finanças. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, [S. l.], v. 23, n. 53, p. 1–15, 2018. DOI: 10.5007/1518-2924.2018v23n53p1.

CAPES. **Portaria n. 13, de 15 de fevereiro de 2006**. Institui a divulgação digital das teses e dissertações produzidas pelos programas de doutorado e mestrado reconhecidos. Disponível. 2006.

Disponível em: <http://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=822#anchor>.  
Acesso em: 25 out. 2019.

CAPES. **Catálogo de Teses e Dissertações**. 2020. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/>. Acesso em: 5 fev. 2020.

CARNEIRO, R. F.; ROCHA, P. K. Políticas públicas e energias renováveis: propostas de ações de indução à diversificação da matriz energética na Bahia. **Bahia Análise & Dados. Salvador**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 23–36, 2006.

CNPQ. **Mapa de Investimentos**. 2019. Disponível em: [http://cnpq.br/mapa-de-investimentos-novo?p\\_auth=lldaXPIX&p\\_p\\_id=mapainvestimentoscnpqportlet\\_WAR\\_mapainvestimentoscnpqportlet\\_INSTANCE\\_gXHn0VVSjQLc&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=2&mapainvestimentoscnpqportlet\\_WAR\\_mapainvestimentoscnpqportlet\\_INSTANCE\\_gXHn0VVSjQLc\\_javax.portlet.action=enviarDados&id\\_programa=#](http://cnpq.br/mapa-de-investimentos-novo?p_auth=lldaXPIX&p_p_id=mapainvestimentoscnpqportlet_WAR_mapainvestimentoscnpqportlet_INSTANCE_gXHn0VVSjQLc&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&mapainvestimentoscnpqportlet_WAR_mapainvestimentoscnpqportlet_INSTANCE_gXHn0VVSjQLc_javax.portlet.action=enviarDados&id_programa=#). Acesso em: 11 out. 2019.

CNPQ. **Diretório de Grupos de Pesquisa - Plataforma Lattes**. 2020. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/web/dgp>. Acesso em: 20 jan. 2020.

FERNANDES, F. M. ; SILVA, M. S. ; LIMA, A. M. F. ; ROCHA, A. M. ; SOARES, P. M. ; KONISHI, F. . **Biodiesel no mundo e no Brasil: situação atual e cenários futuros**. In: X AGRENER GD 2015, 2015, São Paulo. Anais do X AGRENER GD 2015, 2015

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo.

GLÄNZEL, Wolfgang. Bibliometrics as a research field: A course on theory and application of bibliometric indicators. **Course Handouts**, [S. l.], 2003.

GONG, C.; LIU, X. H.; JIANG, X. P. Application of bacteriophages specific to hydrogen sulfide-producing bacteria in raw poultry by-products. **Poultry Science**, [S. l.], v. 93, n. 3, p. 702–710, 2014. DOI: 10.3382/ps.2013-03520.

GUARIEIRO, LÍLIAN LEFOL NANI. **Avaliação de poluentes primários e secundários emitidos de motores do ciclo diesel utilizando diesel puro e misturas combustíveis contendo diesel, biodiesel e etanol**. 2010. UFBA, [S. l.], 2010.

GUEDES, Vânia L. S.; BORSCHIVER, Suzana. Bibliometria : Uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação , de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: CIFORM - Encontro Nacional de Ciência da Informação 2005, **Anais** [...]. [s.l: s.n.] p. 1–18. Disponível em: <http://dici.ibict.br/archive/00000508/01/VaniaLSGuedes.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

GUEDES, Vania Lisboa da Silveira. A Bibliometria e a gestão da informação e do conhecimento científico e tecnológico: uma revisão da literatura. **PontodeAcesso**, [S. l.], v. V.6, p. 74–109, 2012.

HORTA NOGUEIRA, LuizAugusto; SILVA CAPAZ, Rafael. Biofuels in Brazil: Evolution, achievements and perspectives on food security. **Global Food Security**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 117–125, 2013. DOI: 10.1016/j.gfs.2013.04.001.

KNOTHE, Gerhard. Historical perspectives on vegetable. **Inform Industrial Oils**, [S. l.], v. 12, n. November, p. 1103–1107, 2001. Disponível em: <http://lipidlibrary.aocs.org/history/Diesel/file.pdf>. Acesso em: 02 out. 2019.

KNOTHE, Gerhard. Biodiesel and renewable diesel: A comparison. **Progress in Energy and Combustion Science**, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 364–373, 2010. DOI: 10.1016/j.pecs.2009.11.004.

LOUGHNER, William. Lotka's law and the Kolmogorov-Smirnov test: An error in calculation. **Journal of the American Society for Information Science**, [S. l.], v. 43, n. 2, p. 149–150, 1992. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4571(199203)43:2<149::AID-ASI4>3.0.CO;2-Y.

MACHADO JUNIOR, Celso; SOUZA, Maria Tereza Saraiva De; PARISOTTO, Iara Regina Dos Santos; PALMISANO, Angelo. As Leis da Bibliometria em Diferentes Bases de Dados Científicos. **Revista de Ciências da Administração**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 111, 2017. DOI: 10.5007/2175-8077.2016v18n44p111.

MALTRÁS BARBA, Bruno. **Los indicadores bibliométricos: fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia**. 1. ed. Gijón: Ediciones Trea S.L., 2003.

MARTINS, Luís Oscar Silva; FERNANDES, Fábio Matos; SILVA, Marcelo Santana; TORRES, Ednildo Andrade; FREIRES, Francisco Gaudêncio Mendonça. Energias renováveis no contexto energético mundial e nacional: riscos, oportunidades e desafios. In: DA SILVA, Luis Ricardo Andrade (org.). **Bioenergia: um diálogo renovável**. 1. ed. Salvador: Editora Zarte, 2018. p. 25–44.

MENA-CHALCO, Jesús Pascual; ROCHA, Vladimir Emiliano. Caracterização do banco de teses e dissertações da Capes. In: Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria 2014, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.] p. 1–11. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/45653>.

MENEZES, Rafael Silva. **Biodiesel no Brasil: impulso tecnológico**. 1. ed. Lavras:UFLA, 2016.

MINGERS, John; LEYDESDORFF, Loet. A review of theory and practice in scientometrics. **European Journal of Operational Research**, [S. l.], v. 246, n. 1, p. 1–19, 2015. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.04.002.

MOMESSO, Ana Carolina; NORONHA, Daisy Pires. Bibliométrie ou Bibliometrics: O que há por trás de um termo? **Perspectivas em Ciencia da Informacao**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 118–124, 2017. DOI: 10.1590/1981-5344/2831.

NICHOLLS, P. Empirical validation of Lotka's law. **Information Processing and Management**, [S. l.], v. 22, n. 5, p. 417–419, 1986. DOI: 10.1016/0306-4573(86)90076-2.

NICHOLLS, Paul Travis. Bibliometric modeling processes and the empirical validity of Lotka's Law. **Journal of the American Society for Information Science**, [S. l.], v. 40, n. 6, p. 379–385, 1989. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4571(198911)40:6<379::AID-ASI1>3.0.CO;2-Q.

OCDE. **Glossary of statistical terms**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/coded\\_files/OECD\\_glossary\\_stat\\_terms.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/coded_files/OECD_glossary_stat_terms.pdf). Acesso em: 22 set. 2019.

PAEZ, A. Gray literature: An important resource in systematic reviews. **Journal of Evidence-Based Medicine**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 233–240, 2017. DOI: 10.1111/jebm.12266.



PAO, M. An empirical examination of Lotka's Law. **Journal of the American Society for Information Science**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 26–33, 1986. DOI: 10.1002/asi.4630370105.

PAO, Miranda Lee. Lotka's law: A testing procedure. **Information Processing and Management**, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 305–320, 1985. DOI: 10.1016/0306-4573(85)90055-X.

PARENTE, E. J. S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. **Fortaleza: tecbio**, [S. l.], 2003.

PINO, Francisco Alberto. A questão da normalidade: uma revisão. **Rev. de Economia Agrícola**, [S. l.], v. 61, n. 2, p. 17–33, 2014.

POUSA, Gabriella P. A. G.; SANTOS, André L. F.; SUAREZ, Paulo A. Z. History and policy of biodiesel in Brazil. **Energy Policy**, [S. l.], v. 35, n. 11, p. 5393–5398, 2007. DOI: 10.1016/j.enpol.2007.05.010.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QIU, Junping; ZHAO, Rongying; YANG, Siluo; DONG, Ke. Author Distribution of Literature Information: Lotka's Law. In: **Informetrics: Theory, Methods and Applications**. 1. ed. Singapore: Springer, 2017. p. 145–183. DOI: 10.1007/978-981-10-4032-0.

RESTREPO ARANGO, Cristina; URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, Rubén. Las publicaciones sobre el péndulo: Un análisis comparative. **Investigacion Bibliotecologica**, [S. l.], v. 26, n. 58, p. 153–173, 2012. DOI: 10.22201/iibi.0187358xp.2012.58.35256.

ROCHA, Angela Machado; SILVA, Marcelo Santana; QUINTELA, Cristina Maria A. L. T. M. H.; TORRES, Ednildo Andrade. Indicadores científicos e tecnológicos em biodiesel na Bahia: panorama sobre grupos de pesquisa do CNPq e pesquisadores da RBTB. **Revista Economia & Tecnologia**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 39–54, 2013. DOI: 10.5380/ret.v9i3.33223.

ROUSSEAU, Ronald. Library science: Forgotten founder of bibliometrics. **Nature**, [S. l.], v. 510, p. 218, 2014. DOI: 10.1038/510218e.

BEZERRA, L. S. ; SILVA, M. S. ; FERNANDES, F. M. . Análise das Políticas Públicas do Estado da Bahia para o Programa de Biodiesel.. **Tempo (Camaçari)** , v. 7, p. 7-17, 2011.

SANTOS, Rnm Dos; KOBASHI, Ny. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. **Tendencias da Pesquisa brasileira em Ciência da Informação**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 155–172, 2009.

SEMEDO, Isidoro. **O mercado de energia renovável: viabilidade econômica do dendê na agricultura familiar do baixo sul - Bahia**. 2006. UFBA, [S. l.], 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/8913>. Acesso em: 15 jan. 2020

SILVA, Edna Lúcia Da; MUSZKAT, Estera Menezes. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianópolis. DOI: 10.1590/S1517-97022003000100005.

SOARES, Sandro Vieira; PICOLLI, Icaro Roberto Azevedo; CASAGRANDE, Jacir Leonir. Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Bibliométrica, Artigo de Revisão e Ensaio Teórico em Administração e

Contabilidade. **Administração: Ensino e Pesquisa**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 308–339, 2018. DOI: 10.13058/raep.2018.v19n2.970.

SUAREZ, Paulo A. Z.; MENEGHETTI, Simoni M. Plentz. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, [S. l.], v. 30, p. 2068–2071, 2007.

SUAREZ, Paulo A. Z.; PLENTZ MENEGHETTI, Simoni M. 70o aniversário do biodiesel em 2007: Evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, [S. l.], v. 30, n. 8, p. 2068–2071, 2007. DOI: 10.1590/S0100-40422007000800046.

TORRES, Ednildo Andrade. Avaliação de um motor do ciclo diesel operando com óleo de dendê para suprimento energético em comunidades rurais. *In*: 3º ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL 2000, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: SciELO Brasil, 2000.

TORRES, Ednildo Andrade. Usina piloto de biodiesel da UFBA. **BiodieselBR**, São Paulo, p. 8–9, 2008. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/convidado/usina-piloto-biodiesel-ufba-21-05-08>. Acesso em: 14 jan 2020.

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, Rubén. A Lei de Lotka na bibliometria brasileira. **Ciência da Informação**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 14–20, 2005. DOI: 10.1590/s0100-19652002000200002.

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, Rubén. A Produtividade Dos Autores Na Literatura De Enfermagem Um Modelo De Aplicação Da Lei De Lotka. **Informação & Sociedade: Estudos**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 63–78, 2006.

URBIZAGASTEGUI, Ruben Alvarado. La productividad científica de los autores. Un modelo de aplicación de la Ley de Lotka por el método del poder inverso generalizado. **Información, Cultura y Sociedad**, [S. l.], v. 12, n. 12, p. 51–73, 2005.

URBIZAGASTEGUI, Ruben Alvarado. A Bibliometria: história, legitimação e estrutura. *In*: BRANDÃO, Lídia Maria Batista (org.). **Para entender a ciência da informação**. 1. ed. Salvador, Bahia: EDUFBA, 2007. p. 185–217.

URBIZAGASTEGUI, Ruben Alvarado. **La productividad científica de los autores: aplicaciones bibliométricas de la Ley de Lotka**. 1. ed. [s.l.] : Grupo Editorial Arteidea, 2009. v. 1

VANTI, Nadia Aurora Peres. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 369–379, 2002. DOI: 10.1590/s0100-19652002000200016.

VIEIRA, Dávilla; MAROLDI, Alexandre Masson. Outliers na Lei do Elitismo. **Em Questão**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 43–60, 2014.