

INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO E USO DE ENERGIA: UMA META-ANÁLISE

RAYANNE CRISTINA OLIVEIRA DA SILVA ARAÚJO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
raycrisaraujo@gmail.com

LARISSA GOMES LOURENÇO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
larissa.gomes.lourenco@hotmail.com

OSMAR SIENA
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
osmar_siena@uol.com.br

CARLOS ANDRÉ DA SILVA MULLER
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
carlosandre@unir.br

INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO E USO DE ENERGIA: UMA META-ANÁLISE

RESUMO

As discussões sobre sustentabilidade tem ganhado destaque no âmbito acadêmico vez que, além da esfera ambiental, impacta nos âmbitos social e econômico. Inerente aos debates sobre sustentabilidade está o uso e produção energética, considerando a busca da ciência em desenvolver tecnologias e melhores formas de energia, apoiada em soluções inovadoras. Neste sentido, esta pesquisa consiste em uma meta-análise das pesquisas científicas sobre produção e uso de energia, envolvendo a relação inovação e sustentabilidade. Trata-se de um estudo bibliométrico vinculado a técnicas meta-análise, de natureza documental, que utiliza fontes de informações bibliográficas e eletrônicas para obtenção de resultados de pesquisa de outros autores. Após a aplicação de filtros de exclusão, trabalhou-se com um amostra de 67 trabalhos, nos quais foi realizada uma análise quantitativa descritiva por meio de representações gráficas e uma análise temática qualitativa sobre o que tem sido discutido sobre o tema. Verificou-se que o tema inovação está atrelado às discussões embora não seja devidamente discutido. Do mesmo modo a questão da sustentabilidade, que é citada nas discussões mas não há aprofundamento teórico ou prático. Sugere-se para estudos futuros maior dedicação empírica nas investigações, em busca de dados relevantes obtidos através de casos específicos ou experiências reais.

Palavras-chave: Inovação. Energia. Meta-Análise. Sustentabilidade.

Innovation and Sustainability in Energy production and use: A Meta-Analysis

ABSTRACT

Discussions on sustainability have gained prominence in the academic field, since, in addition to the environmental sphere, it has an impact in the social and economic spheres. Inherent in the debates on sustainability is energy use and production, considering the pursuit of science in developing technologies and better forms of energy, supported by innovative solutions. In this sense, this research consists of a meta-analysis of scientific research on energy production and use, involving the relation innovation and sustainability. This is a bibliometric study linked to meta-analysis techniques, of a documentary nature, which uses sources of bibliographical and electronic information to obtain research results from other authors. After the application of exclusion filters, a sample of 67 papers was used, in which a quantitative descriptive analysis was performed through graphic representations and a qualitative thematic analysis about what has been discussed on the subject. It has been found that the innovation theme is tied to the discussions although it is not properly discussed. In the same way the question of sustainability, which is cited in the discussions but there is no theoretical or practical deepening. It is suggested for future studies more empirical dedication in investigations, in search of relevant data obtained through specific cases or real experiences.

Key Words: Innovation. Energy. Meta-Analysis. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das discussões acerca de sustentabilidade tem ganhado destaque no âmbito acadêmico vez que, além da esfera ambiental, impacta nos âmbitos social e econômico. Dada a complexidade das relações deste “tripé” e ainda as exigências tecnológicas e administrativas envolvidas, a aplicação de processos de inovação e de novas ideias está atrelada a este cenário.

Inerente aos debates sobre sustentabilidade está o tópico do uso e produção energética, considerando a constante busca da ciência em desenvolver tecnologias e melhores formas de energia, visando maximização da efetividade, fuga dos desperdícios e redução do impacto dos resíduos, tanto nas emissões como no consumo, enxergando-se neste viés o papel relevante da inovação aliada à visão sustentável de desenvolvimento.

Neste sentido, a ciência possui participação direta nestas discussões. Das diversas pesquisas e revisões bibliográficas anteriores sobre o tema, destacam-se algumas produções de Ferreira *et al.* (2015) e Beskow e Van Bellen (2014) que não trazem avaliações completas da produção. Deste modo, surge o seguinte problema de pesquisa: qual o perfil das produções científicas sobre a relação inovação e sustentabilidade na produção e uso de energia?

Para responder tal questão, o objetivo da pesquisa consiste em realizar uma meta-análise das pesquisas científicas sobre produção e uso de energia, envolvendo a relação inovação e sustentabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E CONCEITUAL

Inicialmente, será discutida a bibliometria e a meta-análise da produção como forma de geração de conhecimento, e uma revisão de estudos anteriores semelhantes. Em seguida, serão tratados os conceitos de inovação, sustentabilidade, produção e uso de energia a partir de contribuições de autores que desenvolveram estudos na área.

2.1 Bibliometria e Meta-Análise

Bibliometria consiste em uma técnica quantitativa utilizada para medir os índices de produção e disseminação do conhecimento científico, o que permite visualizar de forma integral e quantificar a bibliografia de um determinado campo temático (ARAÚJO, 2006).

A meta-análise, por sua vez, visa combinar os resultados de vários estudos já publicados para extrair informação adicional dos dados preexistentes, utilizando para isso, uma ou mais técnicas estatísticas. Neste tipo de análise cada estudo é sintetizado, codificado e inserido em um banco de dados que será utilizado para sumarizar conclusões ou formular uma conclusão diversa baseada na análise conjunta dos trabalhos (BOTELHO *et al.*, 2011).

Esta técnica costumeiramente demonstra um enfoque quantitativo de análise, utilizando-se de métodos estatísticos robustos para definir tendências e realizar conclusões, todavia, Rodrigues (2002) apresenta a possibilidade de realizar esse tipo de análise de maneira qualitativa de forma a buscar semelhanças e controvérsias nos estudos por meio da descrição interpretativa. Neste trabalho, são combinadas as técnicas da bibliometria e da meta-análise com enfoque qualitativo

Avaliando revisões bibliográficas anteriores sobre o mesmo tema deste estudo, destaca-se o artigo de Ferreira *et al.* (2015), “A prática de sustentabilidade: um estudo bibliométrico com relação à percepção dos pesquisadores da área de administração”, o qual são analisados qualitativamente os trabalhos publicados na Associação Nacional dos

Programas de Pós-Graduação em Administração (ANPAD) sobre sustentabilidade, nos anos de 2008 a 2012, dentre os quais são encontrados diversos estudos no ramo de produção e uso de energia.

Outro trabalho de destaque neste mesmo tema, “Produção científica em sustentabilidade e Energia: um estudo bibliométrico”, escrito por Beskow e Van Bellen (2014), analisa as características das publicações sobre energia e sustentabilidade nas bases *Web of Science* e *Scopus*, no período de 2003 a 2014.

Apesar de relevantes, tais estudos não trazem avaliações gerais na área de inovação e sustentabilidade no que tange a geração e uso de energia. Neste trabalho que segue, são combinadas as técnicas da bibliometria e da meta-análise, a fim de gerar conhecimento amplo sobre o tema proposto.

2.2 Inovação e Sustentabilidade

O termo inovação é amplo e polissêmico. Existem duas grandes perspectivas com relação a esse tema: uma econômica, baseada nos conceitos de Schumpeter e a uma sociológica construtivista técnica, desenvolvida principalmente por Bruno Latour. A vertente econômica, que mais se destaca, enfatiza a importância do investimento de novas combinações de produtos e processos com a introdução e ampliação de inovações tecnológicas e organizacionais para o desenvolvimento a logo prazo. Já a vertente sóciotécnica considera o contexto e as práticas coletivas como essenciais para o sucesso de uma inovação, tendo em vista que, se os inovadores desconsiderarem esse contexto e não desenvolverem formas de conciliação entre interesses diversos tendem a fracassar (ANDRADE, 2004).

O conceito de sustentabilidade, por sua vez, apesar de ser amplamente utilizado, é considerado e interpretado de maneiras diversas de acordo com visões de mundo e conveniências. Um dos conceitos mais aceitos e difundidos é o de desenvolvimento sustentável, que segundo Starik e Kanashiro (2013) é um termo que vem de "sustentar" e "habilidade", o qual significa "a capacidade de manter", o qual tem sido interpretado como significando "satisfazer as necessidades (humanas) do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem as suas próprias necessidades”.

Ao coligar tais conceitos, Barbieri *et al.* (2010) afirma que sustentabilidade aliada a inovações devem gerar resultados econômicos, sociais e ambientais positivos ao mesmo tempo, o que não é tão simples, dadas as incertezas que as inovações trazem, principalmente quando são radicais ou com elevado grau de novidade em relação ao estado da arte.

Os efeitos econômicos são relativamente fáceis de prever, pois há uma enorme quantidade de instrumentos desenvolvidos para isso e as empresas inovadoras sabem como usá-los. Os efeitos sociais e ambientais são mais difíceis de serem avaliados previamente, pois envolvem muito mais variáveis, incertezas e interações. Por isso, o que mais se observa é a continuidade do entendimento convencional acompanhado de um discurso que incorpora a temática do desenvolvimento sustentável que fica apenas na boa intenção (BARBIERI *et al.*, 2010).

2.3 Produção e uso de Energia

O desenvolvimento tecnológico e a melhoria da qualidade de vida das pessoas estão intimamente ligados ao consumo e geração de energia. O crescimento da demanda energética mundial em razão da melhoria dos padrões de vida nos países traz preocupação com alguns

aspectos essenciais para as políticas de planejamento energético (MARTINS *et al.*, 2008).

A atual matriz energética mundial, ou seja, o conjunto de fontes de energia priorizadas de acordo com a disponibilidade de recursos e viabilidade econômica compõe-se, principalmente, de fontes não renováveis de carbono fóssil, representando 58,6%, sendo que a energia nuclear representa 18,6%, a hidráulica 14,2% e as energias limpas como a geotérmica, eólica, solar e outras representam apenas 8,6% (IEA, 2017).

Goldemberg (2000) destaca que a eficiência global de conversão de energia primária em energia útil é de aproximadamente um terço (33%), ou seja, dois terços da energia são desperdiçados no processo de conversão. Por isso, existem diversas oportunidades de melhoria no que tange o consumo de energia especialmente na área industrial, residencial e de transporte.

Outro aspecto importante é o estímulo à progressiva substituição das fontes tradicionais de energia pelas chamadas energias renováveis, que segundo Martins *et al.* (2008), são apresentadas como a principal alternativa para atender as demandas da sociedade com relação à qualidade e segurança do atendimento da demanda com a redução dos danos ambientais decorrentes do consumo de energia.

3 METODOLOGIA ADOTADA

Trata-se de um estudo bibliométrico vinculado a técnicas meta-análise, de natureza documental, que utiliza fontes de informações bibliográficas e eletrônicas para obtenção de resultados de pesquisa de outros autores.

Quanto à abordagem, este estudo obedece ao raciocínio dedutivo, para o qual a conclusão deriva logicamente de um conjunto de premissas. Os objetivos são de natureza descritiva, pois busca obter um perfil preciso de um contexto. Quanto ao horizonte temporal de análise, consiste em um estudo longitudinal, vez que analisa uma quantidade de dados publicados e coletados ao longo do tempo (SAUNDERS *et al.*, 2012).

As etapas a serem seguidas para a construção desta pesquisa são descritos a seguir:

3.1 Definição das palavras-chave utilizadas

Visando investigar a produção sobre a relação inovação e sustentabilidade na produção e uso de energia, foram escolhidas as seguintes palavras-chave:

1º eixo: “Inovação”

2º eixo: “Sustentabilidade”

3º eixo: “Produção de energia” e “Uso de energia”

As buscas por trabalhos foram realizadas fazendo combinações entre as palavras-chave dos eixos 1, 2 e 3 e suas correspondentes traduções para a língua inglesa.

3.2 Definição dos tipos de publicações e fontes a serem consultadas

Visando ampliar o rol de resultados relevantes e captar produções recentes que sofreram avaliações minuciosas, os tipos de publicações a serem utilizadas consistem em artigos de periódicos e eventos, teses e dissertações.

As fontes utilizadas nesta pesquisa consistem nos bancos de dados associados ao Google Acadêmico (por meio do software *Publish or Perish*) e bases associadas ao Portal de Periódicos da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior,

considerando recorrentes utilizações em estudos bibliométricos anteriores, bem como pela ampla quantidade de trabalhos na área de Ciências Sociais Aplicadas disponíveis nestas fontes.

3.3 Levantamento das publicações e aplicação de filtros de exclusão

A partir das palavras-chave definidas, colocando-as entre aspas no campo de pesquisa para que fossem considerados apenas os resultados que contivessem exatamente a sequência de palavras determinada, foi realizado o levantamento dos trabalhos nas fontes mencionadas, excluindo-se livros e citações relacionadas. O Quadro 1 apresenta os resultados encontrados nas buscas.

Quadro 1 – Quantitativo de resultados encontrados nas bases de dados

Combinação das palavras-chave	Fonte	Total
inovação sustentabilidade “produção de energia”	Google Acadêmico	1.013
inovação sustentabilidade “uso de energia”	Google Acadêmico	2.379
innovation sustainability “energy production”	Google Acadêmico	2.692
innovation sustainability “energy use”	Google Acadêmico	2.701
inovação sustentabilidade “produção de energia”	Portal de Periódicos CAPES	187
inovação sustentabilidade “uso de energia”	Portal de Periódicos CAPES	173
innovation sustainability “energy production”	Portal de Periódicos CAPES	88
innovation sustainability “energy use”	Portal de Periódicos CAPES	164
TOTAL		9.397

Fonte: Pesquisas realizadas em 22 de maio de 2017.

Excluindo-se as repetições, obteve-se um total de **8.265** trabalhos. Considerando o grande volume de resultados e visando obter um portfólio de produções que enfoquem mais diretamente o assunto, foi empregado filtro nos títulos da relação anteriormente selecionada, mantendo apenas os que tivessem os seguintes termos: energia; energético (a), hidráulico (a), elétrico (a), eletricidade, fóssil, solar, nuclear, eólico (a), biomassa, biodiesel, biocombustível (s), geotérmico (a), gravitacional, petróleo, térmico (a), álcool, etanol, maremotriz, carvão vegetal, carvão mineral e gás natural, e respectivas traduções para língua inglesa, atingindo um total de **2.752** trabalhos.

O próximo processo de filtragem consistiu na pesquisa do reconhecimento científico dos trabalhos realizada por meio da busca de citações no Google Acadêmico, vez que o rol de trabalhos conta com artigos de eventos, teses e dissertações. Foi estabelecido como critério de permanência no portfólio as produções com quantidade igual ou superior a 35 citações, sendo este número definido pela mediana do conjunto, desconsiderando do cálculo os trabalhos que não receberam nenhuma citação. Para aqueles com número de citações inferior ao ponto definido, foi ponderado o tempo de publicação, mantendo aqueles publicados de 2015 até maio de 2017, cujos escritores constassem no banco de autores dos trabalhos com reconhecimento científico. Nestes parâmetros, resultaram **691** produções.

Seguindo para outro critério de corte, foi verificada a disponibilidade gratuita das produções em sua forma integral, permanecendo **129** trabalhos.

Na tentativa de efetuar a leitura dos títulos com o objetivo de verificar a adequabilidade dos trabalhos ao tema de pesquisa, observou-se que este não é um critério adequado de filtragem, pois a relação inovação e sustentabilidade na produção e uso de

energia nem sempre é evidenciada nos títulos. Neste sentido, partiu-se para a leitura dos resumos, fase esta que refinou os resultados para **67** produções.

Encerradas as aplicações de filtros de exclusão, verifica-se que a amostra de trabalhos a ser analisada compõe-se de 2 teses e 65 artigos.

3.4 Estruturação dos resultados

Os resultados são estruturados em duas partes: uma análise quantitativa descritiva para obter uma visão geral da agenda de pesquisa sobre a relação inovação e sustentabilidade na produção e uso de energia, por meio de representações gráficas. Em seguida, apresentamos uma análise temática qualitativa sobre o que tem sido discutido sobre o tema, a partir da categorização dos enfoques dos estudos, abordagens energéticas, resultados das pesquisas e abordagens da relação inovação e sustentabilidade.

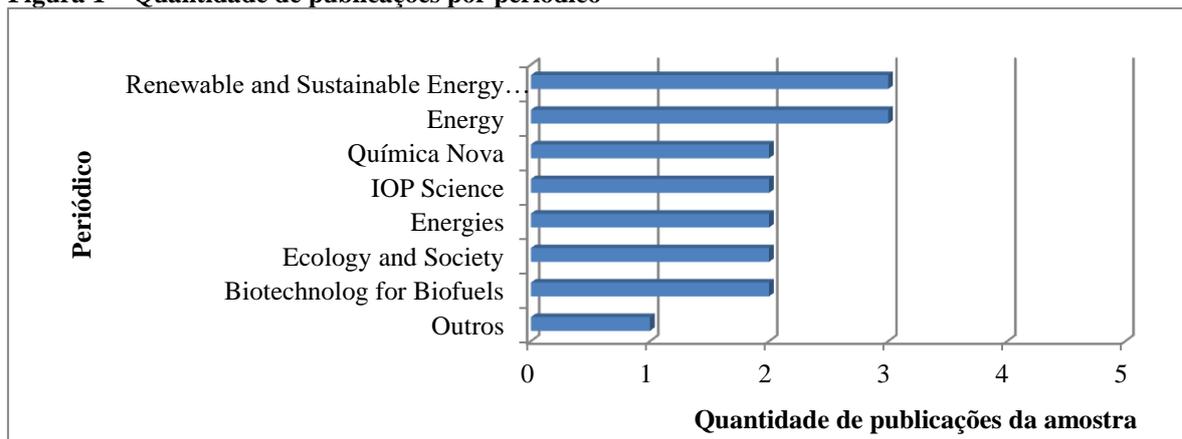
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando a amostra de 67 trabalhos eleitos, serão descritos a seguir os resultados alcançados na revisão sistemática realizada.

4.1 Análise descritiva dos resultados

Na análise em tela, buscou-se primeiramente verificar quais os periódicos concentram as publicações sobre o tema. Observou-se que as publicações são esparsas, pois 51 periódicos apresentaram apenas uma publicação. Os que apresentaram maior concentração foram “Renewable and Sustainable Energy Reviews” e “Energy”, que apresentaram três publicações cada um, conforme Figura 1.

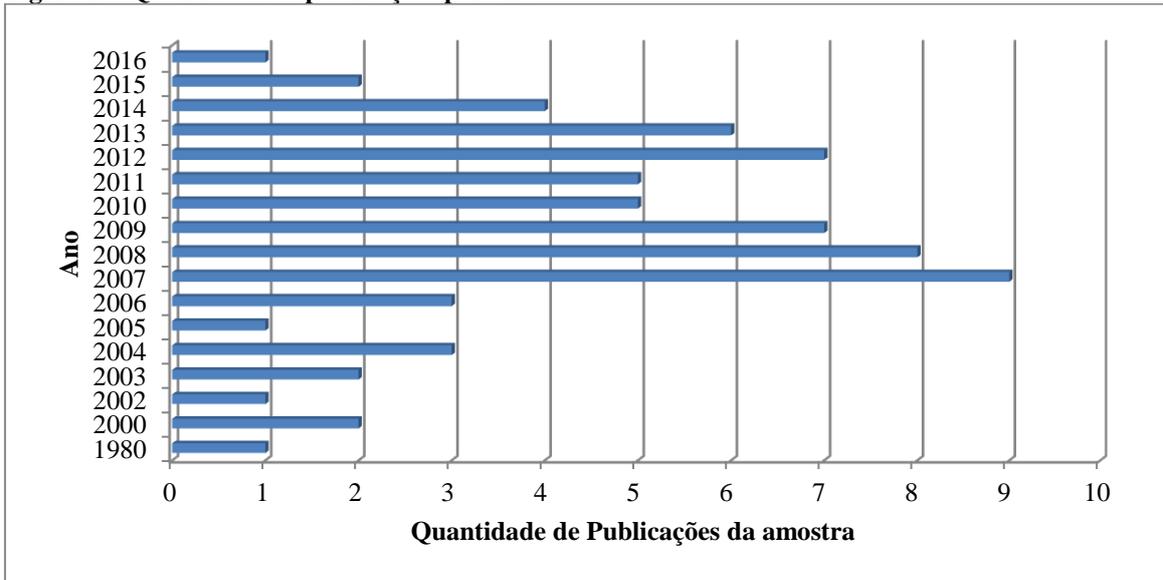
Figura 1 – Quantidade de publicações por periódico



Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando os anos das publicações da amostra, foi possível notar que o ano de 2007 apresentou o maior quantitativo de publicações. A Figura 2 sugere uma evolução do interesse sobre o tema a partir deste ano.

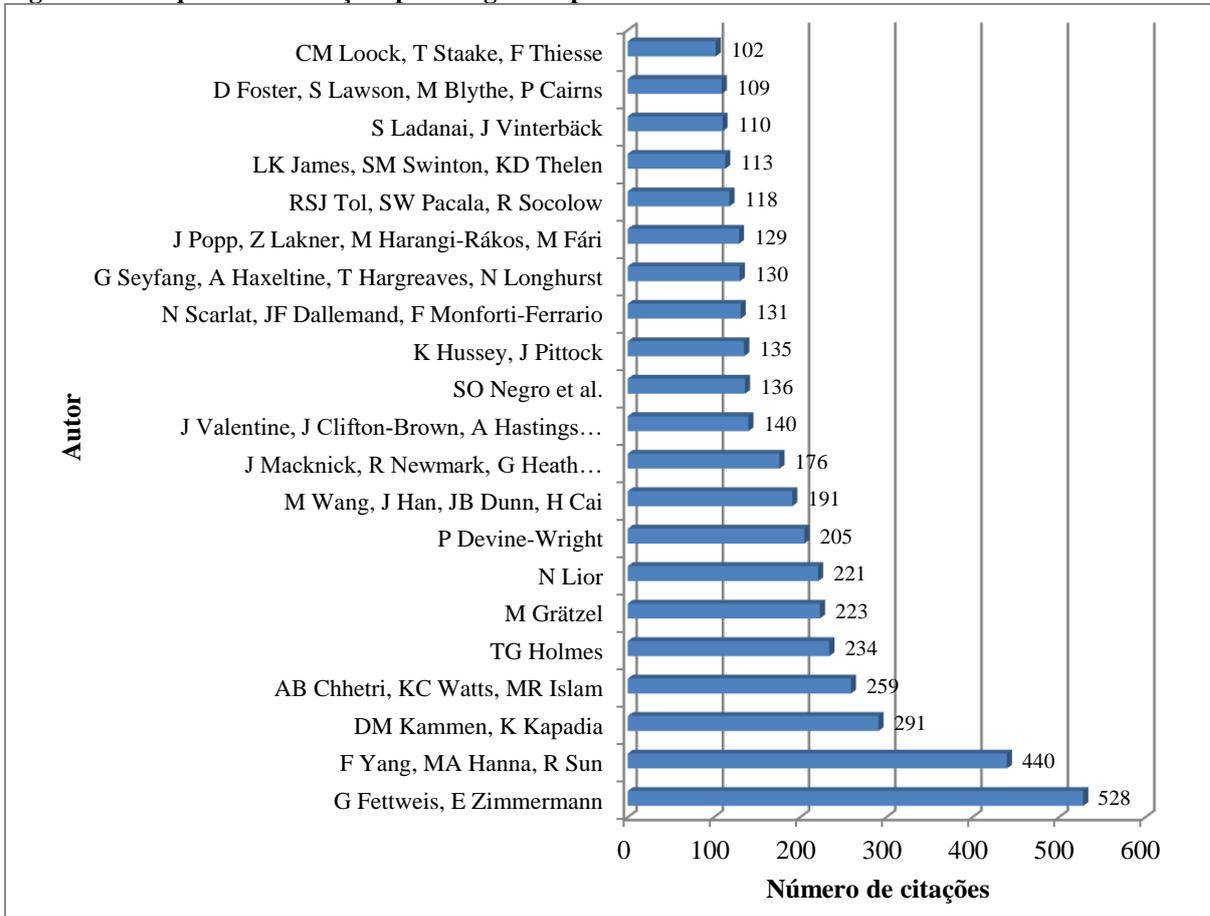
Figura 2 – Quantidade de publicações por ano



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar a frequência de citações dos trabalhos e seus respectivos autores, pode-se observar que grande parte dos estudos foram referenciados de 100 a 150 vezes, sendo que, os mais citados apresentaram entre 400 e 500 citações, como apresenta a Figura 3. As pesquisas com quantitativo de citações inferior a 100 foram suprimidos.

Figura 3 – Frequência de citações por artigo e respectivos autores

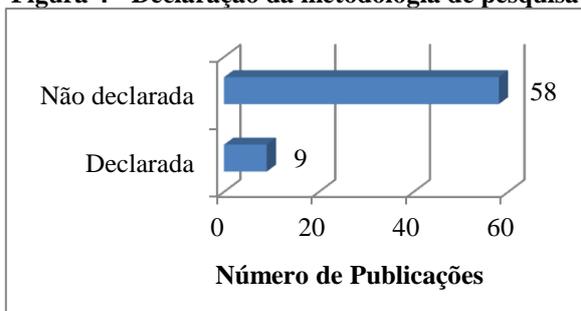


Fonte: Elaborado pelos autores.

Realizando uma análise sobre os autores, os mais citados foram G. Fettweis e E. Zimmermann com 528 citações, F. Yang, M. A. Hanna e R. Sun com 440, e D. Kammen e K. Kapadia com 291 citações.

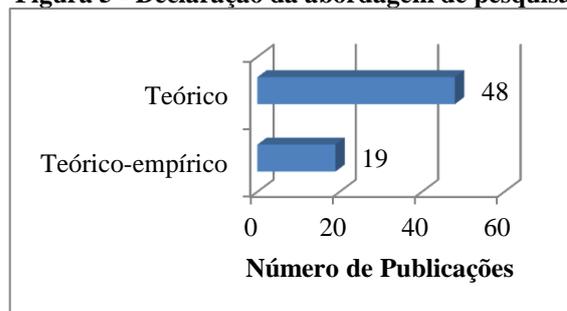
No que se refere à metodologia de pesquisa, grande parte dos autores não declaram a metodologia utilizada. Apenas nove trabalhos analisados a declaram expressamente. No entanto, por meio de uma análise crítica dos estudos, é possível perceber que a maior parte adota uma abordagem teórica como se pode observar nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Declaração da metodologia de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 - Declaração da abordagem de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 Análise temática das publicações

Partindo para a análise temática da amostra, após a leitura integral dos trabalhos, foram categorizados os enfoques dos estudos em quatro conjuntos: produção de energia, uso de energia, sustentabilidade e inovação.

Associados à produção de energia, verificaram-se trabalhos voltados para o estudo de alternativas de matéria-prima para a produção, análise de sistemas de geração e emprego de energia limpa e ainda comparações sobre investimento *versus* custo operacional em sistemas de energia renovável.

Sobre uso de energia, foram encontrados trabalhos relacionados à análise da eficiência de biocombustíveis e ainda investigações sobre padrões de consumo e crise energética.

Na categoria da sustentabilidade, foram analisados trabalhos sobre impactos ambientais causados pela produção e uso de energias e análises sobre sustentabilidade energética.

Dentre os estudos relativos a inovação, destacaram-se os que tratavam de projetos de geração e conservação de energia, análises de políticas públicas para o setor, políticas ambientais sobre inovações em tecnologia energética e a utilização da tecnologia da informação na gestão dos recursos energéticos.

Em outro aspecto, quanto às energias enfatizadas nos estudos, houve destaque para os biocombustíveis, dentre os quais pode-se evidenciar estudos sobre biomassa e biodiesel. Na categoria de energias renováveis, foram encontradas pesquisas sobre energia elétrica, solar e eólica. Há trabalhos em que o confronto de energias renováveis e não renováveis é evidenciado, e em menor intensidade, os que discutem o uso do petróleo e energia nuclear.

Sobre os resultados alcançados pelos estudos e a ênfase na relação inovação e sustentabilidade, sintetizar os achados. Primeiramente, sobre os resultados que defendem a ideia de energia atrelada à sustentabilidade e inovação, Looock *et al.* (2013) confirmam o impacto positivo da definição de metas na conservação de energia, Foster *et al.* (2010) afirmam que os sites de redes sociais podem desempenhar um papel na redução do consumo de energia, Kammen e Kapadia (2004) trazem que, em uma ampla gama de cenários, a produção de energia renovável gera mais empregos do que o setor de energia baseada em

combustíveis fósseis e Lior (2008) traz que o uso mais eficiente e menos poluente dos combustíveis fósseis, bem como a melhor e mais limpa exploração e extração de tais combustíveis, deve continuar sendo buscado vigorosamente.

Em uma prospecção de futuro, Teske *et al.* (2011) dizem que participação global das energias renováveis até 2050 poderia chegar a 87,1% do fornecimento final de energia para alcançar um crescimento econômico atrativo de fontes de energia renováveis, sendo uma mobilização equilibrada de todas as tecnologias de grande importância. Tal mobilização depende de potenciais técnicos, potenciais de redução de custos, maturidade técnica, pesquisa e desenvolvimento.

Sobre a produção alimentícia no viés do uso de energia, o aumento da cultura de alimentos em face dos desafios das terras, da água e da energia em um momento de mudança climática exigirá pesquisas consideráveis e programas de implementação bem financiados (VALENTINE *et al.*, 2012). São necessárias políticas integradas de energia, uso do solo e gerenciamento de água (POPP *et al.*, 2011).

Em se tratando da postura do governo, Lucon e Goldemberg (2009) trazem que a recente crise financeira global ocasiona efeitos como a redução da atividade econômica e do consumo de energia, sendo uma importante oportunidade para os governos reorganizarem o sistema energético em bases mais sólidas e sustentáveis. Em complementação, Carley (2011) diz que a maioria dos governos tem demonstrado uma preocupação para a energia e as questões climáticas, e traduzido esta preocupação em ação política.

Ainda sobre relações governamentais, as rivalidades geopolíticas para a diminuição dos recursos energéticos convencionais alimentam conflitos sérios, ao passo que essas mesmas dinâmicas estimulam alguns estados a financiar novos programas de desenvolvimento de tecnologia de energia. Neste sentido, as futuras transições de energia podem ser facilitadas pela existência de agências multilaterais entre estes atores, embora os processos formais de negociação às vezes possam retardar o processo (PODOBNIK, 2002).

Alguns autores trazem posicionamentos sobre as fontes energéticas. Omer (2007) indica a energia de produção da biomassa como uma opção tecnicamente viável em curto prazo. Em alguns casos, considerações ambientais, sociais e políticas justificam a sua exploração imediata. No entanto, afirma que ainda são necessárias atividades intensivas de pesquisa e desenvolvimento. Lior (2008), por outro lado, traz a energia solar como mais promissora. E em oposição, Silveira *et al.* (2016) afirma que não há a visibilidade dos resultados advindos dos investimentos em fontes energéticas renováveis.

A respeito das transições energética, Seyfang *et al.* (2010) argumentam que a sociedade civil deve empreender maior atenção no movimento de transição de sustentabilidade. As transições de energia serão transformações sócio tecnológicas complexas que vão requerer mudanças importantes para muitas comunidades. As motivações para buscar mudanças são muito mais fortes agora do que em crises energéticas. O desenvolvimento de novas infraestruturas de sistemas de energia alternativa criam oportunidades para insistir que os projetos de energia e decisões explicitamente incorporam uma consciência das dimensões sociais da transições de energia (MILLER *et al.*, 2013).

Especificamente sobre inovação, Negro (2007) trata como um processo de pesquisa que consome tempo e impõe riscos. Uma política sistêmica com o objetivo de apoiar o desenvolvimento dos novos sistemas de inovação começa com o desenvolvimento de uma visão que afeta atores, relações e instituições no sistema, e que, sem dúvida, exige resistência (NEGRO, 2008).

Ao atrelar inovação aos padrões de consumo, Holmes (2007) afirma que se pode desencadear um comportamento mais ecologicamente responsável. Estratégias inovadoras, de baixo custo e portáteis que monitorem os padrões de consumo podem oferecer uma solução viável em pequena escala para o enorme problema de dependência de fontes de energia não

renováveis.

Por fim, a ampliação da participação das energias renováveis na oferta energética mundial é desejável, mas não pode ser entendida como uma alternativa para a completa substituição das fontes energéticas tradicionais. O principal desafio que a atual crise energética e ambiental nos impõe é o da necessária redefinição do padrão de produção e de consumo que caracteriza o mundo atual (BERMANN, 2008).

O objetivo da sustentabilidade seria melhor servido ao abandonar a noção enganosa de “mudança climática” e reformular as noções de mudanças ambientais e demográficas (KOUTSOYIANNIS *et al.*, 2009). Vários fatores cruciais precisam ser abordados adequadamente para alcançar a sustentabilidade energética e, assim, permitir que ele contribua para o desenvolvimento sustentável (ROSEN, 2009).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo pretendeu realizar uma meta-análise das pesquisas científicas sobre produção e uso de energia, envolvendo a relação inovação e sustentabilidade. Conclui-se que as publicações sobre o tema proposto são esparsas, havendo uma evolução recente da quantidade de trabalhos. Por outro lado, tratam-se de trabalhos bem referenciados pela comunidade acadêmica.

No aspecto metodológico, os autores, em sua maioria, não declaram a metodologia utilizada e preferem abordagens teóricas.

Há controvérsias sobre as formas mais eficientes de se alcançar a sustentabilidade energética a partir de ações inovadoras, embora haja consenso, a partir das análises do resultados dos trabalhos, que o desenvolvimento de diretrizes e o uso racional de energia são importantes parceiros na busca da eficiência energética.

Verificou-se que o tema inovação está atrelado às discussões embora não seja devidamente discutido. Do mesmo modo a questão da sustentabilidade, que é citada nas discussões mas não há aprofundamento teórico ou prático.

A meta-análise proposta certamente não esgota o assunto e não tem a pretensão de ser uma análise completa, mas espera-se que contribua com uma análise apurada das pesquisas anteriores sobre a relação inovação e sustentabilidade na produção de energia. Sugere-se para estudos futuros maior dedicação empírica nas investigações, em busca de dados relevantes e convenientes obtidos através de casos específicos ou experiências reais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Thales. Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques. **Ambiente & Sociedade**, p. 89-106, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n1/23538>>. Acesso em: 20/05/2017.

ARAÚJO, Carlos Alberto. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em questão**, v. 12, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/16>>. Acesso em: 20/05/2017.

BARBIERI, José Carlos; DE VASCONCELOS, Isabella Freitas Gouveia; ANDREASSI, Tales; DE VASCONCELOS, Flávio Carvalho. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresa**, v. 50, n. 2, p. 146-154, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v50n2/02.pdf>>. Acesso em 30/05/2017.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000300010>. Acesso em 3.6.2017.

BESKOW, Eduardo; VAN BELLEN, Hans Michael. Produção científica em sustentabilidade e Energia: um estudo bibliométrico. **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente–ENGEMA**, v. 16, 2014. Disponível em: <<http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/14.pdf>>. Acesso em 10/06/2017.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, 121-136, 2011. Disponível em: <<https://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/1220>>. Acesso em: 20/05/2017.

CARLEY, Sanya. The era of state energy policy innovation: A review of policy instruments. **Review of Policy Research**, v. 28, n. 3, p. 265-294, 2011. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1541-1338.2011.00495.x/full>>. Acesso em: 02/06/2017.

FERREIRA, Ana Paula Alf Lima; FAORO, Daiane Taise; VINCENSI, Theila Maccangan; VILLANI Tais. A prática de sustentabilidade: um estudo bibliométrico com relação à percepção dos pesquisadores da área de administração. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 5, n. 3, p. 44-60, 2015. Disponível em: <<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/644>>. Acesso em 10/06/2017.

GOLDEMBERG, José. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 3, p. 91-97, 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392000000300014&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em 21/05/2017.

HOLMES, Tiffany Grace. Eco-visualization: combining art and technology to reduce energy consumption. In: **Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition**. ACM, 2007. p. 153-162. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1254982>>. Acesso em 02/06/2017.

IEA, International Energy Agency. Monthly Electricity Statistics, 2017. Disponível em <<http://www.iea.org/media/statistics/surveys/electricity/mes.pdf>>. Acesso em 21/05/2017.

KAMMEN, Daniel M.; KAPADIA, Kamal; FRIPP, Matthias. Putting renewables to work: How many jobs can the clean energy industry generate. **RAEL Report**, University of California, Berkeley, v. 13, 2004. Disponível em: <<http://community-wealth.org/sites/clone.community-wealth.org/files/downloads/paper-kammen-et-al.pdf>>. Acesso em: 02/06/2017.

KOUTSOYIANNIS, D. *et al.* HESS Opinions: Climate, hydrology, energy, water: recognizing uncertainty and seeking sustainability. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 13, n. 2, p. 247-257, 2009. Disponível em: <<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/13/247/2009/hess-13-247-2009.pdf>>. Acesso em 03/06/2017.

LIOR, Noam. Energy resources and use: the present situation and possible paths to the future. **Energy**, v. 33, n. 6, p. 842-857, 2008. Disponível em: <<http://community-wealth.org/sites/clone.community-wealth.org/files/downloads/paper-kammen-et-al.pdf>>. Acesso em: 02/06/2017.

LOOCK, Claire-Michelle; STAAKE, Thorsten; THIESSE, Frédéric. Motivating Energy-Efficient Behavior with Green Is: An Investigation of Goal Setting and the Role of Defaults. **Mis Quarterly**, v. 37, n. 4, 2013. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/18e9/aff2e5691bbd2712a38c5c03d034b38c390c.pdf>>. Acesso em 01/06/2017.

LUCON, Oswaldo GOLDEMBERG, José. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 23, n. 65, p. 121-130, 2009. Disponível em: <<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/11912>>. Acesso em: 01/06/2017.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p.1304-1 a 1304-13, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n1/a05v30n1.pdf>>. Acesso em 01/06/2017.

MILLER, Clark A.; ILES, Alastair; JONES, Christopher F. The social dimensions of energy transitions. **Science as Culture**, v. 22, n. 2, p. 135-148, 2013. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/48803>>. Acesso em: 02/06/2017.

NEGRO, Simona O. Dynamics of technological innovation systems: the case of biomass energy. Tese de Doutorado. Utrecht University, 2007. Disponível em: <<https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/19778>>. Acesso em: 02/06/2017.

NEGRO, Simona O.; HEKKERT, Marko P.; SMITS, Ruud EHM. Stimulating renewable energy technologies by innovation policy. **Science and Public Policy**, v. 35, n. 6, p. 403-416, 2008. Disponível em: <<https://academic.oup.com/spp/article-abstract/35/6/403/1673771>>. Acesso em 02/06/2017.

OMER, Abdeen Mustafa. Organic waste treatment for power production and energy supply. **Journal of Cell and Animal Biology**, v. 1, n. 3, p. 034-047, 2007. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/JCAB/article-abstract/6591B9E10729>>. Acesso em: 03/06/2017.

PODOBNIK, Bruce. Global energy inequalities: Exploring the long-term implications. **Journal of World-Systems Research**, v. 8, n. 2, p. 252-274, 2002. Disponível em: <<http://jwsr.pitt.edu/ojs/index.php/jwsr/article/view/270>>. Acesso em 03/06/2017.

POPP, Alexander *et al.* The economic potential of bioenergy for climate change mitigation with special attention given to implications for the land system. **Environmental Research Letters**, v. 6, n. 3, p. 034017, 2011. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/6/3/034017/meta>>. Acesso em: 01/06/2017.

RODRIGUES, C. A Abordagem Processual nos Estudos da Tradução: uma meta-análise qualitativa. **Cadernos de tradução**, v. 10, n. 2 p. 23-57, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/traducao/article/view/6143>>. Acesso em: 01/06/2017.

ROSEN, Marc A. Energy sustainability: a pragmatic approach and illustrations.

Sustainability, v. 1, n. 1, p. 55-80, 2009. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/1/1/55/htm>>. Acesso em: 03/06/2017.

SAUNDERS, Mark.; LEWIS, Philip.; THORNHILL, Adrian. **Research Methods for Business Students**. 6 ed. Essex, England: Pearson, 2012.

SEYFANG, Gill *et al.* Energy and communities in transition: Towards a new research agenda on agency and civil society in sustainability transitions. **CSERGE working paper EDM**, 2010. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/48803>>. Acesso em: 02/06/2017.

SILVEIRA, Aline Dario *et al.* Análise do Sistema Nacional de Inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras. **Cadernos EBAPE**. BR, v. 14, p. 506, 2016. Disponível em: <<http://search.proquest.com/openview/ad83c85fb111dfb6d557f3acd892ef3d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035026>>. Acesso em: 02/06/2017.

STARIK, Mark; KANASHIRO, Patricia. Toward a theory of sustainability management: Uncovering and integrating the nearly obvious. **Organization & Environment**, v. 26, n. 1, p. 7-30, 2013. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1086026612474958>>. Acesso em 01/06/2017.

TESKE, Sven *et al.* Energy [R] evolution 2010—a sustainable world energy outlook. **Energy Efficiency**, v. 4, n. 3, p. 409-433, 2011. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12053-010-9098-y?LI=true>>. Acesso em: 02/06/2017.

VALENTINE, John *et al.* Food vs. fuel: the use of land for lignocellulosic ‘next generation’ energy crops that minimize competition with primary food production. **Gcb Bioenergy**, v. 4, n. 1, p. 1-19, 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1757-1707.2011.01111.x/full>>. Acesso em: 02/06/2017.