

ECOLOGIA INDUSTRIAL E SUSTENTABILIDADE: CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS REALIZADOS DE 2005 A 2014**INDUSTRIAL ECOLOGY AND SUSTAINABILITY: CHARACTERIZATION OF STUDIES CONDUCTED 2005 TO 2014****Marcia Helena dos Santos Bento**

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS, Brasil, marciahelenabento@yahoo.com.br

Lúcia Rejane da Rosa Gama Madruga

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS, Brasil, luciagm@ufsm.br

Marcelo Trevisan

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS, Brasil, marcelotrevisan@smail.ufsm.br

Jaime Peixoto Stecca

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS, Brasil, jaime@ufsm.br

Vitor Kochhann Reisdorfer

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS, Brasil, vitorkreis@gmail.com

Recebido em: 15/09/2016

Aceito em: 06/12/2017

Resumo

Os estudos em sustentabilidade têm se caracterizado por diversas ramificações e por seu caráter transdisciplinar, que se utiliza das diversas ciências para construir um modo de pensar organizador, podendo atravessar as disciplinas e gerar uma unidade a ser estudada. A partir disso, a bibliometria tem se mostrado uma ferramenta capaz de caracterizar o caminho que os estudos de determinados temas estão focando. Assim, uma análise bibliométrica pode, além de analisar as publicações, identificar as que foram mais citadas, caracterizando os temas atuais e abrangentes e, portanto, com demanda de estudo. Desse modo, o objetivo deste artigo é apresentar as principais características dos estudos em Ecologia Industrial, destacando os principais achados na literatura, as pesquisas relevantes e suas tendências, e as suas relações nas organizações. Como principais resultados, identificou-se a alta correlação entre os temas e os tópicos considerados como *hot topics*: *Environment, Economy, Agriculture, e Water Resources*. A análise de conteúdo da edição especial do *Journal of Cleaner*, sobre Ecologia Industrial, permitiu confirmar a alta relação com o tema Sustentabilidade e o surgimento de outros temas correlacionados que podem auxiliar na escolha de temas de futuras pesquisas.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Ecologia Industrial. Bibliometria.**Abstract**

Sustainability studies have been characterized by diverse ramifications and by their transdisciplinary character that is used of the different sciences to construct an organizing way of thinking being able to cross the disciplines and generate a unit to be studied. From this, bibliometrics has been shown as a tool capable of characterizing the path that the studies of certain subjects are focusing. Thus, a bibliometric analysis can besides analyze the publications, identify those that have been cited, characterizing the current and comprehensive themes and, therefore, with study demand. Thus, the objective of this article is to present the main characteristics of the studies in Industrial Ecology, highlighting the main findings in the literature, relevant researches and trends, and their relationships in organizations. As main results, the high correlation between the themes and topics considered as hot topics was identified: *Environment, Economy, Agriculture, and Water Resources*. The content analysis of the special edition of the *Journal of Cleaner*, on Industrial Ecology, confirmed the high relation with the subject Sustainability and the emergence of other correlated themes that can help in the choice of topics of future researches.

Keywords: Sustainability. Industrial Ecology. Bibliometrics.

1. Introdução

Os estudos que apresentam formas sustentáveis de sobrevivência, tanto para as pessoas quanto para as organizações, motivadas por pressões econômicas, sociais e ambientais estão crescendo de forma exponencial. A sustentabilidade tem demonstrado ser transdisciplinar desde a sua essência. Sustentabilidade não é questão de pesquisa de determinada área, mas um assunto global, e como tal, deve permear diversas áreas.

Segundo o Instituto Ethos (2014), um negócio é responsável e sustentável quando sua produção e comercialização são organizadas de modo a reduzir continuamente o consumo de bens naturais e de serviços ecossistêmicos, conferindo competitividade e promovendo o desenvolvimento sustentável da sociedade.

O conceito de sustentabilidade do negócio está ligado ao conceito de sustentabilidade da sociedade, pois, o negócio está inserido na sociedade, assim como, a sustentabilidade do negócio e da sociedade depende de como são geridos os seus recursos. Cerqueira (2010) elenca três tipos básicos de recursos: Recursos econômico-financeiros, Recursos ambientais e Recursos sociais. O equilíbrio desses recursos assegurará a viabilidade do negócio (recursos econômico-financeiros e ambientais), a preservação das condições de vida (atuais e futuras) e a relação justa entre os interesses econômico-financeiros e os interesses da sociedade como um todo.

Os estudos em sustentabilidade possuem uma amplitude que dificulta o foco do pesquisador, porém faz-se necessário retroagir aos diversos conceitos sobre o tema para compreender sua complexidade. Ao conceituar sustentabilidade como o resultado da adaptação continuada de um sistema ao seu meio, verifica-se que não se trata de uma dinâmica unilateral, cada ação irá refletir diversas outras ações incalculáveis (MARIOTTI, 2013).

Além disso, as organizações devem agir de forma responsável ao produzir impactos e serem impactadas pelas diversas partes interessadas: investidores, clientes, empregados, fornecedores e sociedade em um sentido amplo (CERQUEIRA, 2010). A adaptação sustentável poderá ser transformada em requisitos que contemplem o ponto de vista das partes interessadas.

Nesse contexto é que surge o contexto de Ecologia Industrial, como uma forma de organizar um conjunto de organizações, com atividades interligadas e que, como na natureza, nada seja desperdiçado, e sim sirva de matéria prima para as outras organizações.

Isto posto, o objetivo geral desse estudo tem como premissa apresentar as principais características dos estudos em Ecologia Industrial, destacando os principais achados na literatura, as pesquisas relevantes e suas tendências, e as suas relações nas organizações. Para isso, perpassa-se pelos objetivos específicos: identificar os *hot topics* relacionados à ecologia industrial e sustentabilidade; analisar os títulos, resumos e palavras-chave de uma edição especial sobre Ecologia Industrial do *Journal of Cleaner*.

A estrutura deste artigo, dar-se-á por meio de quatro seções além da introdução. Num primeiro momento, apresentando o referencial teórico sobre sustentabilidade e ecologia industrial, em seguida relata-se a metodologia utilizada para a pesquisa, seguindo-se da análise e discussão dos resultados e conclusões do estudo.

2. Referencial teórico

2.1 Sustentabilidade

A partir dos anos 2000, a problemática da sustentabilidade vem assumindo um papel importante na reflexão do desenvolvimento e das alternativas que se configuram, sendo o centro das discussões nos principais fóruns políticos, econômicos, sociais e ambientais da “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável” (JACOBI, 2003). É importante ressaltar que essas expressões ganharam significado político e econômico na Conferência da ONU realizada em 1992, chamada de ECO-92, levando em consideração que esses dois conceitos ainda continuam transformando a cultura mundial. Essa cultura vem, cada vez mais, se incorporando em meios governamentais e corporativos estendendo-se para as pesquisas e discussões acadêmicas, como se evidenciou na Conferência de Estocolmo, na ECO-92, na atual Rio +20 (BARBIERI, 2007; FREITAS et al., 2012; VAN BELLEN 2002).

Nesta perspectiva, o termo sustentabilidade é conceituado de modo que consigam operacionalizá-la sistematicamente nas organizações, como um “princípio de assegurar que nossas ações hoje não limitarão a gama de opções econômicas, sociais e ambientais disponíveis para as gerações futuras” (ELKINGTON, 2001 p. 20). Pode-se dizer, de acordo com Jacobi (2003), que sustentabilidade implica em definir limites para as possibilidades de crescimento, bem como cabe a ela delinear as iniciativas, levando em consideração os participantes e interlocutores sociais baseados em práticas educativas e de um processo dialógico que reforce a corresponsabilidade desses, visando também os valores éticos.

Devido à operacionalização do conceito, existem diversas conotações que se destacam tanto no meio empresarial quanto no acadêmico. Um dos modelos principais que buscou levar a sustentabilidade a um padrão de operacionalização mínimo, é conhecido como *Triple Bottom Line* (TBL) ou Tripé da Sustentabilidade (ELKINGTON, 2001). Este conceito operacionaliza-se em três pilares: econômico, social e ambiental que por sua vez, representam as dimensões da sustentabilidade.

Mauerhofer (2008) aborda outro modelo, conhecido como Sustentabilidade 3-D, que é um instrumento de análise de apoio à decisão, hierarquizando as soluções mais sustentáveis no que tange aos conflitos de interesse no âmbito das três dimensões: ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável.

Dentre essas três dimensões a questão ambiental é a mais carente de ações, isto posto por relatórios de organismos mundiais como *UNEP's Global Environmental Outlook - GEO Reports*, *World Wide Fund's Living Planet Report*, *Global Footprint Network' The Ecological Wealth of Nations* e o *Millennium Ecosystem Assessment* (MILNE e GRAY, 2013).

Em suma, as discussões sobre sustentabilidade foram imprescindíveis e relevantes para abrir espaço ao conceito de desenvolvimento sustentável, que tem por intuito promover o desenvolvimento sem gerar impactos negativos. É assim, que nos últimos anos a evolução dos temas “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável” têm sido um assunto frequente e amplamente discutido perante a sociedade em pesquisas e eventos de diversas áreas, mas, sobretudo em especial na área da educação (GLAVIC e LUKMAN, 2007).

2.2 Ecologia industrial

Nas últimas décadas, os estudos procuram diminuir o impacto ao meio ambiente, grande parte causada pela despreocupação em geral com as futuras gerações, utilizando recursos finitos como se fossem infinitos, atendendo apenas ao mínimo os requisitos legais

exigidos para o funcionamento. Sem contar ainda, com políticas públicas inadequadas ou pouco expressivas.

A própria seleção de fornecedores, que vinha sendo realizada a partir de requisitos de qualidade, atualmente está focada em indicadores de responsabilidade social, ambiental, buscando o aperfeiçoamento desde a matéria prima (GOVINDAN, KHODAVERDI e JAFARIAN, 2013).

Assim, desenvolveram-se estudos com base no ciclo de vida dos produtos, com foco no “final do tubo”, ou seja, nos resíduos finais gerados a partir da industrialização. Mas, e se considerar que esse final pode ser o início de outro processo? Nesse sentido Erkmann (1997) a Ecologia Industrial como um sistema industrial equivalente a um ecossistema natural, onde tudo pode ser transformando, tanto a distribuição de materiais, energias e o fluxo de informações.

Esse tema multidisciplinar acaba por vincular-se a com a literatura econômica ambiental, visto que considera o sistema ambiental e os recursos, otimizando essa relação a partir da gestão de insumos, saídas e resíduos, em uma verdadeira simbiose industrial (CHERTOW, 2000).

Erkmann (1997) ressalta que há uma pequena possibilidade de que práticas de ecologia industrial tenham ocorrido antes da década 1970, porém, se ocorreram, provavelmente foi sob outra denominação. Seguindo nessa linha de raciocínio, Isenmann (2003) refere-se a Ecologia Industrial como um tema recente, com fortes ligações com a sustentabilidade, principalmente devido à metáfora da indústria como um ecossistema natural.

O Parque Industrial Kalundborg, na Dinamarca, iniciou uma rede de colaboração entre as indústrias em 1961, com o objetivo principal de reutilização da água e descarte adequado de lixo, mas foi apenas em 1988 que essas ações foram notadas por ocasião de uma reunião da Comissão de Brundtland realizada na cidade (VALENTINE, 2016).

Trevisan (2013) confirma tratar-se de um tema recente, dado que seu início ocorreu nas décadas de 1980 e 1990. Assim, busca-se com esse estudo, responder às seguintes questões: A Ecologia Industrial continua ligada à sustentabilidade?

3. Metodologia

O desenvolvimento desta pesquisa iniciou com uma pesquisa bibliométrica, a fim de localizar os estudos em Ecologia Industrial e Sustentabilidade (*Industrial Ecology and Sustainability*), na base de dados WOS. A partir disso, realizou-se uma análise de uma edição especial sobre Ecologia Industrial do *Journal of Cleaner*. Justifica-se a escolha desse *jornal* em razão de sua relevância para os tópicos pesquisados, conforme denotou a pesquisa bibliométrica.

O objetivo da bibliometria encontra-se na análise quantitativa das publicações científicas, possibilitando o conhecimento sobre o estágio em que um tópico de pesquisa se encontra dentro de determinada área (SILVA, 2004; MACEDO, CASA NOVA e ALMEIDA, 1999).

A pesquisa foi realizada a partir da coleta de dados na base WOS do *Institute for Scientific Information (ISI)*. A *Web of Science* é uma base multidisciplinar que apenas indexa os periódicos mais citados em suas áreas, ou seja, em torno de 9.000 periódicos (CAPES, 2015).

Com base nos estudos de Ávila et al. (2015) e Madruga e Silva (2007) foram coletados dados, utilizando-se os mecanismos de busca da base *Web of Science*, com os tópicos: Ecologia

Industrial x Sustentabilidade (para maior abrangência optou-se por buscar os termos *Industrial Ecolog** and *Sustainab**), delimitando a coleta de dados para o período de 2005 a 2014.

Seguindo o modelo conceitual de Ávila et al. (2015) que elenca as características gerais das publicações dispostas na Figura 1 – Modelo Conceitual para Análise bibliométrica.

Figura 1: Modelo Conceitual para análise bibliométrica

Características gerais das publicações	WOS 2005 - 2014
• Total de publicações	X
• Áreas temáticas	X
• Tipos de documentos	X
• Ano das publicações	X
• Autores	X
• Título das fontes	X
• Instituições	X
• Países	X
• Idiomas	X
• Índice h-b	X
• Índice m	X
• Autores <i>versus</i> citações	X

Fonte: Adaptado de Ávila et al. (2015).

Seguindo o modelo de Ávila et al. (2015), a partir da base WOS analisaram-se os índices h-b e m, que depois configurar-se-á, conforme Madruga e Silva (2007), na análise dos *hot topics*. Hirsh (2005) propôs a utilização do *h-index* (índice-h) para caracterizar a produção científica a partir da relevância da produção individual do pesquisador e fator de impacto.

A partir do estudo de Hirsh (2005), Banks (2006) propõe uma extensão do *h-index*, o *h-b index*, dado pela divisão do índice h pelo período das informações, geralmente anos, conforme explicitada na Figura 2.

Figura 2: Definições para classificação de *hot topics*

Índice m	Tópico/combinção
$0 < m \leq 0,5$	Pode ser de interesse para pesquisadores em um campo específico de pesquisa, o qual engloba uma comunidade pequena;
$0,5 < m \leq 2$	Provavelmente pode se tornar um “ <i>hot topic</i> ” como área de pesquisa, no qual a comunidade é muito grande ou o tópico/combinção apresenta características muito interessantes;
$m > 2$	É considerado um “ <i>hot topic</i> ”, tópico exclusivo com alcance não apenas na sua própria área de pesquisa e é provável que tenha efeitos de aplicação ou características únicas.

Fonte: Banks (2006).

Dessa forma, para esta pesquisa serão classificados como *hot topics* as combinações que possuam índice $m > 2$ (Banks, 2006).

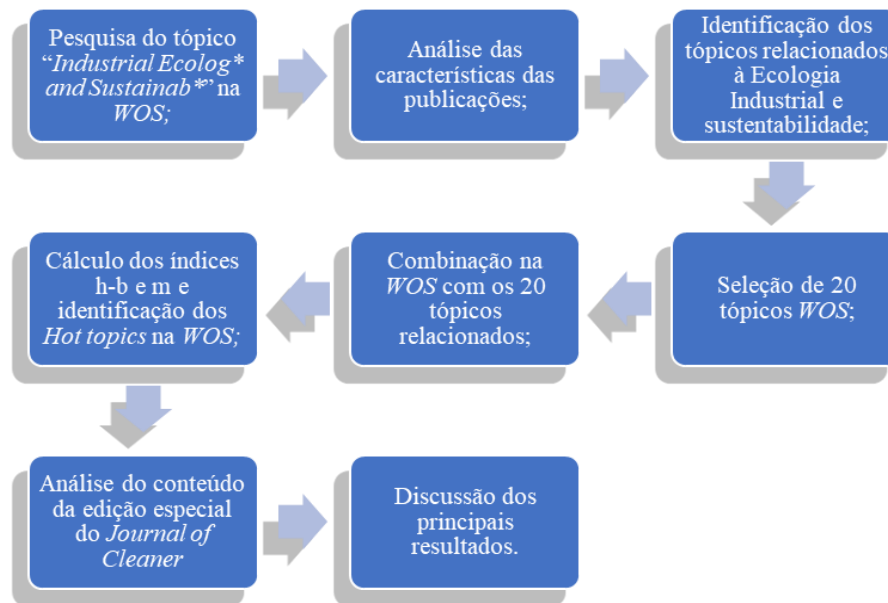
O estudo seguiu seis passos, o primeiro ocorreu ao procurar os tópicos *Industrial Ecolog** e *Sustainab** por meio das ferramentas de pesquisa ofertada pela base *Web of Science*, inserindo um filtro para o intervalo dos anos 2005 a 2014. Assim, os tópicos foram pesquisados em conjunto, como uma expressão no estudo.

Obteve-se com essa pesquisa os dados referentes às áreas temáticas, os tipos de documentos, o ano das publicações, os principais autores, os principais títulos das fontes, as principais instituições, as principais agências financiadoras, os países com maior número de publicações, os idiomas mais publicados e autores *versus* citações.

O segundo passo foi identificar as combinações dos tópicos Ecologia Industrial e Sustentabilidade, onde surgiram 20 combinações, selecionando-se a partir do grau de relação (mais forte) com os tópicos analisados. Em seguida, o terceiro passo foi localizar na base WOS cada uma das combinações no período de 10 anos (2005 – 2014).

Assim, chega-se à identificação dos “hot topics” de acordo com a classificação de Banks (2006), e as comparações entre os autores com maior número de publicações no período com as publicações com maior número de citações. Na Figura 3, ilustram-se os procedimentos do estudo.

Figura 3: Procedimentos do estudo



Fonte: Elaboração dos autores.

Na próxima seção encontrar-se-ão a análise dos dados e os principais resultados do estudo obtido em conformidade com os procedimentos ilustrados na Figura 3.

4. Análise dos dados e resultados

A análise dos dados foi realizada a partir das buscas realizadas na base *Web of Science* no período de 2005 a 2014, a partir dos tópicos *Industrial Ecology and Sustainability* (Ecologia Industrial e Sustentabilidade), onde foram encontradas 1.242 publicações. A seguir, foi realizada uma análise dos títulos, resumos e palavras-chave da edição especial do *Journal of Cleaner*.

Em seguida serão evidenciadas as características gerais das publicações a partir dos dados referentes às áreas temáticas, os tipos de documentos, o ano das publicações, os principais autores, os principais títulos das fontes, as principais instituições, as principais agências financiadoras, os países com maior número de publicações, os idiomas mais publicados e autores versus citações, bem como, a análise de conteúdo.

4.1 Comparação entre as áreas temáticas

Os dados do estudo serão apresentados, seguindo a ordem decrescente, ou seja, do maior número de publicações para o menor, facilitando assim a análise. Assim, a tabela 1 evidencia as dez principais áreas temáticas ligadas aos tópicos de busca.

Tabela 1: Áreas temáticas originadas na pesquisa com os tópicos *sustainability and industrial ecology*

Áreas temáticas	Frequência	%	Freq. Acum.	% Acum
<i>Environmental Sciences Ecology</i>	656	37,72	656	37,72
<i>Engineering</i>	504	28,98	1.160	66,70
<i>Business Economics</i>	152	8,74	1.312	75,44
<i>Energy Fuels</i>	74	4,26	1.386	79,70
<i>Materials Science</i>	69	3,97	1.455	83,67
<i>Computer Science</i>	68	3,91	1.523	87,58
<i>Agriculture</i>	61	3,51	1.584	91,09
<i>Operations Research Management Science</i>	58	3,33	1.642	94,42
<i>Public Administration</i>	56	3,22	1.698	97,64
<i>Water Resources</i>	41	2,36	1.739	100,00
TOTAL	1.739	100,00	-	-

Fonte: *Web of Science* (Mai/2015).

Fica evidente, na Tabela 1, a transdisciplinaridade dos tópicos *Industrial Ecology and Sustainability*, ressaltando que as três primeiras áreas representam 75,44% das publicações das dez principais áreas temáticas.

4.2 Tipos de publicações

A tabela 2 expõe a classificação das pesquisas quanto ao tipo. Os principais tipos de publicações encontrados foram: artigos, *papers*, resenhas, editorial e capítulos de livros.

Tabela 2: Classificação das publicações quanto ao tipo

Tipos de publicação	Frequência	%	Freq. Acum.	% Acum.
Artigos	790	59,89	790	59,89
<i>Papers</i>	439	33,28	1.229	93,17
Resenhas	69	5,23	1.298	98,40
Editorial	15	1,14	1.313	99,54
Capítulos de Livro	6	0,46	1.319	100,00
Total	1.319	100,00	-	-

Fonte: *Web of Science* (Mai/2015).

Pode-se observar que o total difere do total da Tabela 1, devido ao fato de algumas publicações enquadrarem-se em mais de um tipo de classificação.

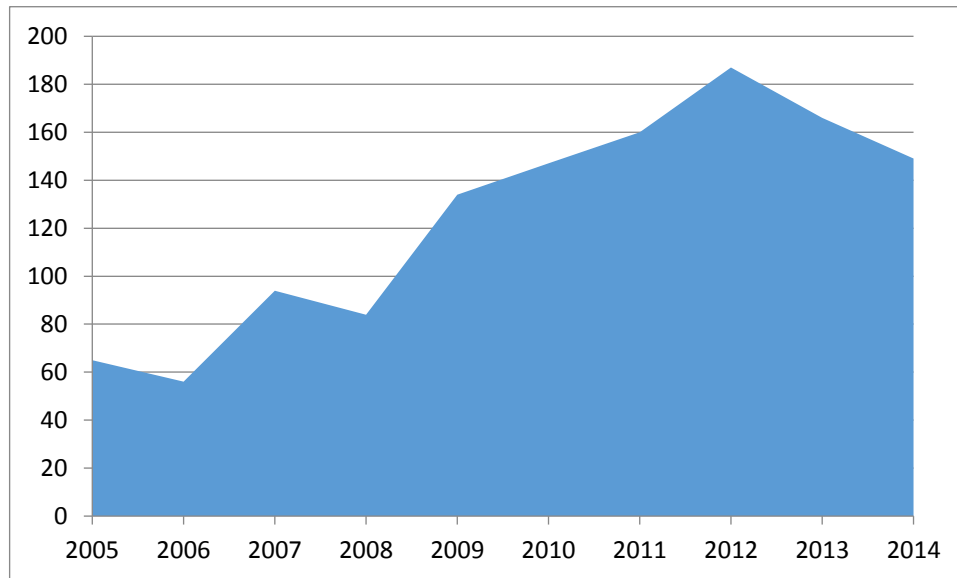
4.3 Publicações por ano

A quantidade de publicações anuais relacionados aos tópicos *Industrial Ecology and Sustainability* na *Web of Science* apresentada na Figura 4.

Nota-se o aumento do número de publicações envolvendo esses dois tópicos entre os anos de 2005 e 2014. A pequena baixa do número de publicações em 2014 pode referir-se ao *gap* de inserção das publicações nas bases.

Os dados demonstram que a correlação entre os dois tópicos, tem sido cada vez mais frequente, localizando o tópico Ecologia Industrial no escopo da Sustentabilidade.

Figura 4: Publicações por ano



Fonte: Base *Web of Science* (Mai/2015).

4.4 Autores principais

Observa-se que as publicações se encontram ‘pulverizadas’ na análise em relação aos principais autores. Esse fato pode ser confirmado ao considerar que os dez autores que mais publicaram dentro dessas temáticas, somam apenas 74 publicações, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Quantidade de artigos publicados por autor

Autores	Frequência	%	Freq. Acum.	% Acum.
Geng, Y.	10	13,51	10	13,51
Schandl, H.	8	10,81	18	24,32
Krausmann, F.	8	10,81	26	35,13
Bakshi, B.R.	8	10,81	34	45,94
Zhang, Y.	7	9,46	41	55,40
Zhang, P.	7	9,46	48	64,86
Nicola, D.A.	7	9,46	55	74,32
Bulucea, C.A.	7	9,46	62	83,78
Zhang, T.Z.	6	8,11	68	91,89
Rieradevall, J.	6	8,11	74	100,00
Total	74	100,00	-	-

Fonte: *Web of Science* (Mai/2015).

Pode-se enfatizar ainda, o fato da pesquisa referir-se ao período de dez anos, entre 2005 e 2014, e ao se fazer uma média, obter-se-á no máximo um artigo ao ano. Nesse ponto, seria necessário aprofundar a pesquisa para obter uma análise melhor.

4.5 Principais fontes de publicações

Ao realizar a análise das principais fontes de publicações, verificou-se a centralidade (mais de 50% das 10 principais fontes) em dois *journals*: *Journal of Industrial Ecology* e o *Journal of Cleaner Production*, conforme evidencia a Tabela 4.

Tabela 4: Principais fontes de publicações

Título da fonte	Frequência	%	Freq. Acum.	% Acum.
<i>Journal of Industrial Ecology</i>	169	43,11	169	43,11
<i>Journal of Cleaner Production</i>	65	16,58	234	59,69

Título da fonte	Frequência	%	Freq. Acum.	% Acum.
<i>Advanced Materials Research</i>	47	11,99	281	71,68
<i>Ecological Economics</i>	22	5,61	303	77,29
<i>Applied Mechanics and Materials</i>	22	5,61	325	82,90
<i>Resources Conservation and Recycling</i>	15	3,83	340	86,73
<i>Sustainability</i>	14	3,57	354	90,30
<i>Journal of Environmental Management</i>	13	3,32	367	93,62
<i>International Journal of Sustainable Development and World Ecology</i>	13	3,32	380	96,94
<i>Ecology and Society</i>	12	3,06	392	100,00
TOTAL	392	100,00		

Fonte: *Web of Science* (Mai/2015).

A partir dessa análise, buscou-se um aprofundamento no estudo dos referidos periódicos. O primeiro *Journal of Industrial Ecology*, evidencia em seu título um dos tópicos da pesquisa, o que já era esperado. No entanto, o segundo periódico, *Journal of Cleaner*, tem em seu escopo de pesquisa, os estudos em sustentabilidade e, em 2014 lançou uma edição especial em Ecologia Industrial.

Tal fato, além de confirmar a correlação dos dois tópicos de pesquisa, motivou a análise de conteúdo dos títulos, resumos e palavras-chave da referida edição especial.

4.6 Principais instituições

Nesta seção, foram analisadas as principais instituições que publicaram trabalhos com foco em *Industrial Ecology* e *Sustainability*, evidenciadas na Tabela 5.

Tabela 5: Principais Instituições

Instituição	Frequência	%	Freq. Acum.	% Acum.
<i>Chinese Academy Science</i> (China)	37	22,70	37	22,70
<i>Beijing Normal University</i> (China)	23	14,11	60	36,81
<i>Yale University</i> (EUA)	15	9,21	75	46,02
<i>Tsinghua University</i> (China)	14	8,59	89	54,61
<i>Dalhousie University</i> (Canadá)	14	8,59	103	63,20
<i>Norwegian University Science Technology</i> (Noruega)	13	7,97	116	71,17
<i>Arizona State University</i> (EUA)	13	7,97	129	79,14
<i>Ohio State University</i> (EUA)	12	7,36	141	86,50
<i>US Environmental Protection Agency</i> (EUA)	11	6,75	152	93,25
<i>Dalian University of Technology</i> (China)	11	6,75	163	100,00
Total	163	100,00		

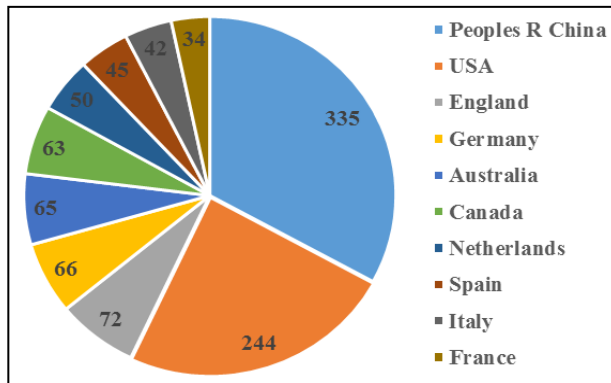
Fonte: *Web of Science* (Mai/2015).

Observa-se a predominância de instituições Norte Americanas e Chinesas nas publicações relacionadas aos tópicos de Ecologia Industrial e Sustentabilidade. Outro fato que merece destaque é a presença de uma Agência de Proteção Ambiental Norte Americana, dentre tantas universidades.

4.7 Países e idiomas

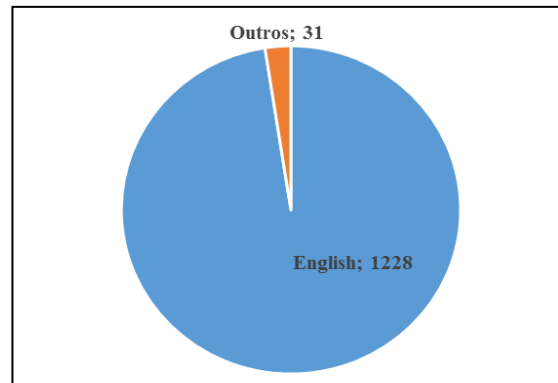
As próximas figuras apresentarão os principais países (Figura 5) e os principais idiomas (figura 6) que publicaram os temas Ecologia Industrial e Sustentabilidade entre os anos de 2005 a 2014 indexadas na base de dados *Web of Science*.

Figura 5: Principais países



Fonte: *Web of Science* (Mai/2015).

Figura 6: Principais Idiomas



Fonte: *Web of Science* (Mai/2015).

A partir dos gráficos pode-se observar que as publicações se encontram centralizadas na China e nos Estados Unidos, o que de certa forma, confirma o *ranking* de instituições evidenciado na Tabela 5. Apesar de que, ao analisar as instituições verificou-se um empate entre instituições norte-americanas e chinesas, isso pode ocorrer pela centralização das publicações americanas em determinadas universidades.

Em relação ao idioma, já era de se esperar a predominância da língua inglesa, pois apesar das publicações serem oriundas de diversos países, as publicações alcançam maior visibilidade quando traduzidas para o inglês.

4.8 Ecologia industrial e sustentabilidade - os “hot topics”

A partir das áreas temáticas localizadas na tabela 1, foram realizadas combinações com os tópicos objeto dessa pesquisa (*ecolog* industrial* e *sustainab**) com cada uma das dez áreas temáticas já identificadas.

A Figura 7 evidencia as referidas combinações, das quais coletou-se na base de dados *Web of Science*, a quantidade de publicações e o Índice *h-b* de cada combinação. Base para o cálculo do coeficiente *m*, conforme teorizado por Banks (2006).

Figura 7: Hot topics de Ecologia Industrial e Sustentabilidade

Tópicos	Frequência	Índice h-b	Coeficiente m
Meio ambiente (<i>Environment</i>)	431	33	3,3
Engenharia (<i>Engineering</i>)	114	16	1,6
Economia (<i>Economy</i>)	297	32	3,2
Energia (<i>Energy Fuels</i>)	52	14	1,4
Ciência dos Materiais (<i>Materials Science</i>)	23	9	0,9
Ciência da Computação (<i>Computer Science</i>)	-	-	-
Agricultura (<i>Agriculture</i>)	124	23	2,3
Pesquisa Operacional (<i>Operations Research Management</i>)	13	6	0,6
Administração pública (<i>Government</i>)	101	18	1,8
Recursos Hídricos (<i>Water Resources</i>)	151	21	2,1

Fonte: *Web of Science* (Mai/2015).

Conforme a metodologia Banks (2006) identifica-se como *hot topics* as combinações dos temas *Ecology Industrial* e *Sustainability* com as áreas temáticas: *Environment*, *Economy*, *Agriculture* e *Water Resources*, já que apresentam coeficiente $m \geq 2$.

Como *hot topics* emergentes em suas áreas de pesquisa, dentro dos temas pesquisados, as áreas *Engineering*, *Energy Fuels*, *Materials Science*, *Operations Research Management* e *Government*, pois tiveram coeficiente *m* entre 0,5 e 2.

Para estudos futuros recomenda-se o aprofundamento em alguns tópicos, a fim de melhor analisar as constatações aqui relatadas, bem como a triangulação com outros dados podem contribuir para a abrangência do estudo.

Referências

ÁVILA, L.V.; et al. Sustentabilidade e educação para sustentabilidade: uma análise das publicações da Última Década. *In: XVII Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA*, São Paulo, 2015.

BANKS, M. G. *An extension of the hirsch index: indexing scientific topics and compounds*. 2006. Disponível em: <<http://www.arxiv.org/abs/physics/0604216>> Acesso em: jul. 2010.

BARBIERI, J. C. Organizações inovadoras sustentáveis. *In: BARBIERI, J. C.; SIMANTOB, M. A. (Org.). Organizações inovadoras sustentáveis: uma reflexão sobre o futuro das organizações*. São Paulo: Atlas, 2007.

CAPES – COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. *Acervo*. 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/ez47.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcollection&mn=70&smn=79>. Acesso em: Mai. 2015.

CERQUEIRA, J. P. *Sistemas de gestão integrados: ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SA 8000 e NBR 16001: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

CHERTOW, M. R. *Industrial symbiosis: literature and taxonomy*. *In: Annual Review of Energy and the Environment*, v.25, p.313-337, 2000.

ELKINGTON, J. *Canibais com garfo e faca*. São Paulo: Makron Books, 2001.

ERKMANN, S. *Industrial ecology: an historical view*. *In: Journal of Cleaner Production*, v.5, p.1-10, 1997.

FREITAS, C. L de; SPLITTER, K.; MULLER, T.; JUNIOR, J. L. S. Gestão ambiental e sustentabilidade em uma instituição de ensino superior: um estudo de caso. *XIV Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente - ENGEMA*, São Paulo, 2012.

GLAVIC, P.; LUKMAN, R. *Review of sustainability terms and their definitions*. *In: Journal of Cleaner Production*, v.15, p.1875-1885, 2007.

GOVINDAN, K.; KHODAVERDI, R.; JAFARIAN, A. *A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach*. *In: Journal of Cleaner Production*, v.47, p.345-354, 2013.

HIRSCH, J. E. *An index to quantify an individual's scientific research output*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.102, n.46, p.16569-16572, 2005.

ETHOS, I. *Indicadores Ethos para negócios sustentáveis e responsáveis*. São Paulo: Instituto Ethos, 2014.

ISEMANN, R. *Industrial ecology: shedding more light on its perspective of understanding nature as model*. In: **Wiley InterScience**, v.11, p.143-158, 2003.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n.118, p.189-205, mar. 2003.

MACEDO, M. A. S.; CASA NOVA, S. P.; ALMEIDA, K. Mapeamento e análise bibliométrica da utilização da análise envoltória de dados (DEA) em estudos das áreas de contabilidade e administração. In: **Anais ENANPAD**, 23, 1999, Foz do Iguaçu, ANPAD, 1999.

MADRUGA, L. R. R. G.; SILVA, T. N. A localização das publicações e a identificação de tópicos quentes em sustentabilidade: uma primeira aproximação usando o *Web of Science*. In: **XIV Simpósio de Engenharia de Produção**, São Paulo, 2007.

MARIOTTI, H. **Complexidade e sustentabilidade: o que se pode e o que não se pode fazer**. São Paulo: Atlas, 2013.

MAUERHOFER, V. 3-D Sustainability: an approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a sustainable development. In: **Ecological Economics**, v.64, p.496-506, 2008.

MILNE, M.J.; GRAY, R. *W(h)ither ecology? The triple bottom line, the global reporting initiative, and corporate sustainability reporting*. In: **Journal of Business Ethics**, v.118, p.13-29, 2013.

ROSTAING, H. **La bibliométrie et ses techniques**. Toulouse: Sciences de la Société; Marseille: Centre de Recherche Rétrospective de Marseille, 1997.

SILVA, M. R. Análise bibliométrica da produção científica docente do programa de pós-graduação em educação especial/UFSCar: 1998-2003. **Dissertação (Mestrado em Educação Especial)**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

TREVISAN, M. A ecologia industrial e as teorias de sistemas, institucional e da dependência de recursos a partir dos atores de um parque tecnológico. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração. UFRGS: Porto Alegre, 2013.

VALENTINE, S. V. *Kalundborg Symbiosis: fostering progressive innovation in environmental networks*. In: **Journal of Cleaner Production**, v.118, p.65-77, 2016.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. Florianópolis, 2002. 220p. **Tese (Tese de Doutorado em Engenharia de Produção)**.