



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA

Programa de Pós-Graduação em Ecologia: Teoria, Aplicação e Valores

Doutorado em Ecologia

MARGARETH PEIXOTO MAIA

PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO APLICADO

E ÚTIL À GESTÃO AMBIENTAL PELAS

DIFERENTES ÁREAS DA CIÊNCIA

Salvador, 14 de maio de 2019

MARGARETH PEIXOTO MAIA

**PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO APLICADO
E ÚTIL À GESTÃO AMBIENTAL PELAS
DIFERENTES ÁREAS DA CIÊNCIA**

Tese apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia:
Teoria, Aplicação e Valores, como parte dos
requisitos exigidos para obtenção
do título de Doutor em Ecologia.

Orientador: Dr. Pedro Luís Bernardo da Rocha

Salvador, 14 de maio de 2019

“A força da alienação vem dessa fragilidade dos indivíduos que apenas conseguem enxergar o que os separa e não o que os une” (Milton Santos).

Aos meus pais, pelo exemplo de resiliência e apoio incondicional.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais pelo apoio incondicional e por ser exemplos de força e resiliência. Minha imensa gratidão a Luciano, meu companheiro de vida, a Isis, minha filha, minha Lua e meu Sol, e a Sara, minha irmã, pela cumplicidade, força e amor. Amo vocês!

Um agradecimento especial ao meu orientador Prof. Pedro Rocha, pelo apoio, parceria e aprendizado.

Agradeço imensamente à todos os cientistas, estudantes de doutorado e técnicos ambientais entrevistados que disponibilizaram seu tempo, e foram fundamentais para o aprimoramento do segundo capítulo desta tese.

Agradeço as pessoas queridas que, de formas diversas, colaboraram com este trabalho, a exemplo de, Letícia Moura, Paulo Vilela, Samanta Levita, Clarissa Leite, Adriana Medeiros, Salete Amorim, Gilson Carvalho, Tereza Lisboa, Dorinha, Cristiana Sousa, Ivana Muricy, Charbel El-Hani, Beatriz Abrantes e Marcelo Montañó, além dos amigo(a)s do Coletivo SOS Vale Encantado e do Instituto Mãos da Terra, em especial, Sandra Jovita, Tatiana Bichara e Virgílio Machado.

Agradeço o apoio recebido da Pós-graduação em Ecologia: Teoria, Aplicação e Valores do Instituto de Biologia (IBIO) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), e dos seus colaboradores, além do apoio fundamental da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio da concessão de bolsa.

Muito obrigado!

PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO APLICADO E ÚTIL À GESTÃO AMBIENTAL PELAS DIFERENTES ÁREAS DA CIÊNCIA

MARGARETH PEIXOTO MAIA

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é o instrumento de política pública ambiental mais disseminado a nível global, e tem por objetivo geral desenvolver uma avaliação integrada dos impactos sobre os ambientes físico, biológico e social, o que demanda a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas acadêmicas e setores sociais. Contudo, diversos estudos evidenciaram que a AIA não tem sido capaz de propiciar essa integração, e acreditamos que isto pode ser decorrente da falta de integração na produção de pesquisas científicas sobre AIA. Tendo em vista a abrangência e relevância da AIA no cenário mundial, consideramos que este pode fornecer indícios importantes sobre a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública. Assim, na primeira parte da tese avaliamos essa hipótese, caracterizando a literatura científica recente sobre AIA, considerando o padrão de autoria e o padrão de citação de artigos selecionados na base da coleção principal da Web of Science. Os resultados revelaram: (a) grande disparidade entre as áreas de conhecimento na produção científica aplicada à AIA, no Brasil e no mundo, com predomínio de pesquisadores das engenharias (Brasil: 92,5%; Mundo: 65%), e participação reduzida da ecologia (Brasil: 27,5%; Mundo: 15%) e das ciências sociais e humanas (Brasil: 27,5%; Mundo: 10%); (b) os artigos de periódicos das engenharias são os mais citados (Brasil: 42%; Mundo: 37%), e os da ecologia (Brasil: 9,7%; Mundo: 8,9%) e ciências sociais e humanas (Brasil: 9,4%; Mundo: 12%) são os menos citados em todos padrões de produção de conhecimento. Os resultados sugerem que o campo de pesquisa de AIA no Brasil está se estabelecendo com pouca participação da ecologia e das ciências sociais e humanas. Acreditamos que, se estas ciências desejam ampliar sua relevância na atual crise ambiental devem incluir em sua agenda a interação com outras disciplinas e o setor não acadêmico, visando produzir conhecimento útil à gestão ambiental pública. Na segunda parte da tese propomos um modelo hierárquico desenvolvido a partir da revisão e sistematização da literatura de campos de pesquisa diversos e entrevistas com cientistas, estudantes de doutorado e técnicos de órgãos ambientais das áreas das engenharias, ecologia e ciências sociais, para explicar os fatores que estimulam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública. A análise das literaturas e das entrevistas propiciou uma riqueza de perspectivas e uma compreensão mais ampla sobre os fatores que influenciam a lacuna ciência-prática na gestão ambiental pública, além da identificação de concepções compartilhadas e particulares às áreas de conhecimento. Esperamos que nosso modelo estimule outros pesquisadores a aperfeiçoá-lo conceitualmente.

Resumo

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é o instrumento de política pública ambiental mais disseminado a nível global. Há expectativa de que a AIA promova uma avaliação integrada dos impactos sobre os ambientes físico, biológico e social, demandando a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas acadêmicas e setores sociais. Acreditamos que a crítica de que este instrumento não tem sido capaz de propiciar essa integração pode derivar da falta de integração na produção acadêmica sobre AIA e, tendo em vista a sua abrangência e relevância, consideramos que este pode fornecer indícios importantes sobre a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública. Na primeira parte da tese avaliamos essa hipótese, caracterizando a literatura científica recente sobre AIA, considerando o padrão de autoria e o padrão de citação dos artigos selecionados. Os resultados revelaram: (a) grande disparidade entre as áreas de conhecimento na produção científica aplicada à AIA, no Brasil e no mundo, com predomínio de pesquisadores das engenharias (Brasil: 92,5%; Mundo: 65%), e participação reduzida da ecologia (Brasil: 27,5%; Mundo: 15%) e das ciências sociais e humanas (Brasil: 27,5%; Mundo: 10%); (b) os artigos de periódicos das engenharias são os mais citados (Brasil: 42%; Mundo: 37%), e os da ecologia (Brasil: 9,7%; Mundo: 8,9%) e ciências sociais e humanas (Brasil: 9,4%; Mundo: 12%) são os menos citados em todos padrões de produção de conhecimento. Os resultados sugerem que o campo de pesquisa de AIA no Brasil está se estabelecendo com pouca participação da ecologia e das ciências sociais e humanas. Acreditamos que, se estas ciências desejam ampliar sua relevância na atual crise ambiental devem incluir em sua agenda a interação com outras disciplinas e o setor não acadêmico, visando produzir conhecimento útil à gestão ambiental pública. Na segunda parte da tese propomos um modelo hierárquico desenvolvido a partir da revisão e sistematização da literatura de campos de pesquisa diversos e entrevistas com cientistas, estudantes de doutorado e técnicos de órgãos ambientais das áreas das engenharias, ecologia e ciências sociais, para explicar os fatores que estimulam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública. A análise das literaturas e das entrevistas propiciou uma riqueza de perspectivas e uma compreensão mais ampla sobre os fatores que influenciam a lacuna ciência-prática na gestão ambiental pública, além da identificação de concepções compartilhadas e particulares às áreas de conhecimento. Esperamos que nosso modelo estimule outros pesquisadores a aperfeiçoá-lo conceitualmente.

Palavras-chave: Avaliação de Impacto Ambiental, gestão ambiental, transdisciplinaridade

Abstract

Environmental Impact Assessment (EIA) is the most widely disseminated environmental public policy instrument. It is expected that EIA will promote an integrated assessment of the impacts on the physical, biological and social environments, demanding the integration of knowledge from different academic disciplines and social sectors. We believe that the criticism that this instrument has not been able to foster this integration can derive from the lack of integration in the academic production on EIA and, considering its range and relevance, we consider that it can provide important clues about the production of knowledge applied to and useful for public environmental management. In the first part of the thesis we evaluate this hypothesis, characterizing the recent scientific literature on EIA, considering the authorship pattern and the quotation pattern of the selected articles. The results revealed: (a) great disparity between the knowledge areas in the applied scientific production to the EIA in Brazil and in the world, with a predominance of engineering researchers (Brazil: 92.5%, World: 65%), and reduced participation of ecology (Brazil: 27.5%, World: 15%) and of social and human sciences (Brazil: 27.5%, World: 10%); (b) the articles of journals of engineering are the most cited (Brazil: 42%; World: 37%), and those of ecology (Brazil: 9,7%; World: 8,9%) and social and human sciences (Brazil: 9,4%; World: 12%) are the least cited in all patterns of knowledge production. The results suggest that the field of research of EIA in Brazil is being established with little participation of the ecology and the social and human sciences. We believe that if these sciences wish to increase its relevance in the current environmental crisis its must include in its agendas the interaction with other disciplines and the non-academic sector in order to produce useful knowledge for public environmental management. In the second part of the thesis, we propose a hierarchical model developed by of the literature review and systematization of several research fields and interviews with scientists, doctoral students and professionals of governmental environmental organizations in the areas of engineering, ecology and social sciences, to explain the factors which stimulate the production of applied and useful scientific knowledge for public environmental management. The analysis of literature and interviews provided a richness of perspectives and a broader understanding of the factors that influence the science-practice gap in public environmental management, as well as the identification of shared and particular conceptions in the areas of knowledge. We hope that our model will encourage other researchers to improve it conceptually.

Keywords: Environmental Impact Assessment, environmental management, transdisciplinarity.

Sumário

Estrutura da Tese	9
Introdução geral.....	10
Objetivos.....	11
Referências bibliográficas	12
Capítulo I.....	14
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Metodologia.....	18
Resultados e discussão	22
Conclusões.....	33
Referências bibliográficas	34
Apêndices	39
Capítulo II.....	46
Abstract.....	46
Introdução.....	46
Metodologia.....	46
Resultados.....	52
Discussão.....	59
Contribuições do modelo.....	61
Referências bibliográficas	63
Material suplementar	74

Estrutura da Tese

A presente tese está estruturada em dois capítulos como segue:

Capítulo I – *Quem produz conhecimento aplicado e útil para a Avaliação de Impacto Ambiental?*

No primeiro artigo do capítulo “*Quem produz conhecimento aplicado e útil para a Avaliação de Impacto Ambiental?*”, avaliamos se a crítica teórica de que a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) não tem sido capaz de propiciar uma avaliação integrada deriva da falta de integração na produção acadêmica sobre AIA, caracterizando a literatura científica recente sobre AIA, considerando o padrão de autoria e o padrão de citação de artigos de revisão selecionados na base da coleção principal da *Web of Science*. Os resultados indicam que o campo de pesquisa sobre AIA no Brasil está se estabelecendo com pouca participação da ecologia e das ciências sociais e humanas.

Capítulo II – *Fatores que estimulam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública*

No segundo artigo do capítulo “*Fatores que estimulam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública*” propomos um modelo que foi desenvolvido utilizando os recursos teóricos de modelagem hierárquica, da teoria da estruturação e dos mecanismos e causalidades *top-down* em sistemas sociais, além da revisão e sistematização da literatura de campos de pesquisa diversos e entrevistas com cientistas, estudantes de doutorado e técnicos de órgãos ambientais das áreas das engenharias, ecologia e ciências sociais. O modelo proposto busca explicar os fatores que estimulam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública. A análise de literaturas de diferentes campos de pesquisa e a realização das entrevistas propiciaram uma compreensão mais ampla sobre os fatores que influenciam a lacuna ciência-prática na gestão ambiental pública, além da identificação de concepções compartilhadas e particulares às áreas de conhecimento.

Introdução geral

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é o instrumento de política pública ambiental mais disseminado a nível global (Morgan, 2012), e tem por objetivo principal promover a avaliação integrada dos impactos sobre os ambientes físico, biológico e social (Fisher e Noble, 2015; Montañó e Pereira, 2015; Pope *et al.*, 2013; Cashmore, 2004; IAIA, 2009; NEPA, 1970), demandando a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas acadêmicas e setores sociais (Bond *et al.*, 2010; Scholz *et al.*, 2006; IAIA, 1999; NEPA, 1970). Acreditamos que a crítica de que este instrumento não tem sido capaz de propiciar essa integração (Lawrence, 1997; Bond *et al.*, 2010; Greig e Duinker, 2011; Morrison-Saunders *et al.*, 2014a; Morrison-Saunders *et al.*, 2014b; Milanez, 2015) pode derivar da falta de integração na produção acadêmica sobre AIA e, tendo em vista a sua abrangência e relevância (Morgan, 2012), consideramos que este pode fornecer indícios importantes sobre a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública.

Para avaliar essa hipótese, no primeiro capítulo da tese caracterizamos a literatura científica recente sobre AIA, considerando o padrão de autoria e o padrão de citação de artigos de revisão selecionados na base da coleção principal da *Web of Science*. No segundo capítulo buscamos compreender quais são e como atuam os principais fatores que estimulam pesquisadores de diferentes áreas a ter ou não, produção científica aplicada, e interagir com outras disciplinas e setores não acadêmicos. Neste sentido, propomos um modelo hierárquico desenvolvido a partir da sistematização da literatura de campos de pesquisa diversos e submetido à avaliação de cientistas, estudantes de doutorado e técnicos ambientais das áreas das engenharias, ecologia e ciências sociais para explicar o que leva ou não pesquisadores a se dedicar a produzir conhecimento aplicado à gestão ambiental, e a interagir com outras disciplinas e o setor não acadêmico.

O modelo foi concebido utilizando os recursos teóricos da modelagem hierárquica (Salthe, 1985, Ahl e Allen, 1996), da teoria da estruturação (Giddens, 1984; Sewell 1992), e da abordagem de mecanismos (Craver e Bechtel, 2006; Machamer, Darden e Craver, 2000) e causas *top-down* em sistemas sociais (Fuchs e Hofkirchner, 2005; Elder-Vass, 2007; Elder-Vass, 2012). É particularmente interessante porque utiliza a modelagem hierárquica como uma ferramenta conceitual para organizar e representar a literatura de diferentes campos de pesquisa sobre uma questão complexa (Ahl e Allen, 1996), tornando a compreensão dos processos envolvidos, e suas respectivas escalas e mecanismos de atuação mais interativa, e de fácil comunicação com cientistas, estudantes de pós-graduação e o setor não acadêmico.

Objetivos

Objetivo Geral

Caracterizar a produção de conhecimento aplicado e útil à gestão ambiental pelas diferentes áreas da ciência e o padrão de comunicação acadêmica entre estas, e propor um modelo para explicar os fatores que estimulam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública.

Objetivos específicos

Caracterizar a participação de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento na produção científica aplicada a Avaliação de Impacto Ambiental.

Avaliar o padrão de comunicação acadêmica entre diferentes disciplinas e áreas de conhecimento relacionado à produção científica aplicada a Avaliação de Impacto Ambiental.

Revisar e sistematizar a literatura de diferentes campos de pesquisa sobre os fatores que influenciam a produção de conhecimento aplicado e útil à gestão ambiental pública.

Desenvolver um modelo para explicar os fatores que estimulam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública.

Entrevistar cientistas, estudantes de doutorado e técnicos de órgãos ambientais das áreas das engenharias, ecologia e ciências sociais para avaliação crítica e aprimoramento do modelo.

Referências Bibliográficas

- Ahl, V., Allen, T.F., 1996. *Hierarchy Theory: A Vision, Vocabulary, and Epistemology*. Columbia University Press.
- Bond, A.B., Viegas, C.V. Coelho, C.C.S.R., Selig, P.M., 2010. Informal knowledge processes: the underpinning for sustainability outcomes in EIA? *Journal of Cleaner Production*, 18, 6–13.
- Cashmore, M., 2004. The role of science in environmental impact assessment: process and procedure versus purpose in the development of theory. *Environmental Impact Assessment Review*, 24, 403–426.
- Craver, C., Bechtel, W., 2006. Mechanisms. In: Pfeifer, J., Sarkar, S. (Eds.), *The Philosophy of Science: An Encyclopedia*. Psychology Press, 469–478.
- Elder-Vass, D., 2007. Social Structure and Social Relations. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 37:4.
- Elder-Vass, D., 2012. Top-down causation and social structures. *Interface Focus*, 2: 82–90.
- Fisher, T.B., Noble, B., 2015. Impact Assessment Research – Achievements, Gaps and Future Directions. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. Introduction to the March 2015 Special Issue.
- Fuchs, C., Hofkirchner, W., 2005. The Dialectic of Bottom-up and Top-down Emergence in Social Systems. *tripleC Cognition, Communication e Co-operation*, 3(2): 28–50.
- Giddens, A., 1984. *The Constitution of Society*. Cambridge. University of California Press
- Greig, L.A., Duinker, P.N., 2011. A proposal for further strengthening science in environmental impact assessment in Canada. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 29 (2), 159–165.
- IAIA and IEA, International Association for Impact Assessment and Institute for Environmental Assessment U.K., 1999. Principles of environmental impact assessment best practice, [Internet] [accessed 2017 Jun 2]. Available from: <http://www.iaia.org/publications/>
- IAIA, International Association for Impact Assessment, 2009. What Is Impact Assessment? IAIA, Fargo, ND, 4 pages..
- Lawrence, D.P., 1997. The need for EIA theory-building. *Environmental Impact Assessment Review*, 17: 79–107.
- Machamer, P., Darden, L., Craver, C. F., 2000. Thinking about Mechanisms. *Philosophy of Science*, Vol. 67, 1, 1–25.

- Milanez, B., 2015. Dialogues between social and natural sciences: contribution to the debate on socio-environmental conflicts. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(4): 2335-2348.
- Montaño, M., Souza, M.P., 2015. Impact Assessment Research in Brazil: achievements, gaps and future directions. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. Vol. 17, 1, 1550009.
- Morgan, R.K., 2012. Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, Vol. 30, 1, 5–14.
- Morrison-Saunders, A., Pope, J., Gunn, J.A.E., Bond, A., Retief, F. 2014a. Strengthening impact assessment: a call for integration and focus. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 32, 1, 2–8.
- Morrison-Saunders, A., Pope, J., Bond, A., Retief, F., 2014b. Towards sustainability assessment follow-up. *Environmental Impact Assessment Review*, 45, 38–45.
- NEPA. National Environmental Policy Act, 1970. From, <http://www.nepa.gov/nepa/regs/nepa/nepaeqia.htm>; 1969 [accessed 2/10/2016], Pub. L. 91–190, 42, U.S.C. 4321-4347, January 1, 1970.
- Pope, J., Bond, A., Morrison-Saunders, A., Retief, F., 2013. Advancing the theory and practice of impact assessment: Setting the research agenda. *Environmental Impact Assessment Review*, 41, 1–9.
- Salthe, S.N., 1985. *Evolving Hierarchical Systems: their structure and representation*. Columbia University Press, New York.
- Scholz, R.W., Lang, D.J., Wiek, A., Walter, A.I., Stauffacher, M., 2006. Transdisciplinary case studies as a means of sustainability learning: Historical framework and theory. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 7, 3, 226-251.
- Sewell, W.H. Jr., 1992. A theory of structure: Duality, agency, and transformation. *American Journal of Sociology*, Vol. 98, 1, 1-29.

Capítulo I

Quem produz conhecimento aplicado e útil para a Avaliação de Impacto Ambiental?

QUEM PRODUZ CONHECIMENTO APLICADO E ÚTIL PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL?

MAIA¹, M.P & ROCHA¹, P.L.B.

¹PPG ECOLOGIA: TEORIA, APLICAÇÃO E VALORES, UFBA

Abstract

Environmental Impact Assessment (EIA) is the most widely disseminated environmental public policy instrument. It is expected that EIA will promote an integrated assessment of the impacts on the physical, biological and social environments, demanding the integration of knowledge from different academic disciplines and social sectors. We believe that the criticism that this instrument has not been able to foster this integration can derive from the lack of integration in the academic production on EIA and, considering its range and relevance, we consider that it can provide important clues about the production of knowledge applied to and useful for public environmental management. In the first part of the thesis we evaluate this hypothesis, characterizing the recent scientific literature on EIA, considering the authorship pattern and the quotation pattern of the selected articles. The results revealed: (a) great disparity between the knowledge areas in the applied scientific production to the EIA in Brazil and in the world, with a predominance of engineering researchers (Brazil: 92.5%, World: 65%), and reduced participation of ecology (Brazil: 27.5%, World: 15%) and of social and human sciences (Brazil: 27.5%, World: 10%); (b) the articles of journals of engineering are the most cited (Brazil: 42%; World: 37%), and those of ecology (Brazil: 9,7%; World: 8,9%) and social and human sciences (Brazil: 9,4%; World: 12%) are the least cited in all patterns of knowledge production. The results suggest that the field of research of EIA in Brazil is being established with little participation of the ecology and the social and human sciences. We believe that if these sciences wish to increase its relevance in the current environmental crisis its must include in its agendas the interaction with other disciplines and the non-academic sector in order to produce useful knowledge for public environmental management.

1. Introdução

A Avaliação de Impacto Ambiental (expressão em português para *Environmental impact assessment*), foi incorporada legalmente pela primeira vez no mundo em 1970, por meio da *National Environmental Policy Act (NEPA) in the United States of America* (Morgan, 2012), e desde então vem sendo largamente utilizada em diversos países (Fonseca *et al.*, 2017; Drayson *et al.*, 2015). Um estudo realizado em 2011 numa base de dados sobre legislações e tratados indicou que 191 dos 193 países membros das Nações Unidas (ONU) possuem alguma legislação nacional ou assinou algum instrumento jurídico internacional que se refere ao uso da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Deste modo, a AIA é mundialmente considerada como um instrumento fundamental para a gestão ambiental, e está firmemente incorporado em domínios nacionais e internacionais do direito ambiental (Morgan, 2012).

A Associação Internacional para Avaliação de Impacto (IAIA, 2009) define a AIA como o "processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos biofísicos, sociais e de outros efeitos relevantes das propostas de desenvolvimento antes das principais decisões ter sido tomadas e os compromissos assumidos". A definição proposta por Morgan (2012) amplia um pouco esse escopo, abrangendo a avaliação de ações de políticas e/ou projetos de desenvolvimento propostos e suas prováveis implicações sobre o meio ambiente, envolvendo desde o componente social até o biofísico, antes de decisões ser tomadas, visando à aplicação de medidas adequadas aos problemas identificados.

O caráter preventivo da AIA na identificação de impactos biofísicos e sociais evidencia a expectativa de que este instrumento exerça um importante papel no fomento ao desenvolvimento sustentável (Glasson, Therivel e Chadwick, 2012), de tal forma que a avaliação de impacto é considerada uma ferramenta essencial (e, muitas vezes, a única) para garantir uma sustentabilidade ambiental abrangente (Pope *et al.*, 2013).

As definições de AIA ressaltam a natureza de um instrumento que demanda conhecimento de diversas disciplinas (Fisher e Noble, 2015; Montañó e Pereira, 2015; Pope *et al.*, 2013; Cashmore, 2004; IAIA, 1999; CONAMA, 1986; NEPA, 1970) e abordagens interdisciplinares ou mesmo transdisciplinares (Bond *et al.*, 2010; Scholz *et al.*, 2006; IAIA, 1999; NEPA, 1970), uma vez que prevê a integração da avaliação de impactos sobre os componentes físico, biótico e socioeconômico. Contudo, estudos ressaltaram a AIA como em grande parte um conjunto desigual de teorias de planejamento, científica tradicional, sociais, econômicas e biológicas de disciplinas de avaliação e procedimentos, organizacional e de políticas públicas, e uma combinação pouco consistente de métodos e conceitos, resultando em um conjunto conceitual significativamente menor do que a soma das partes (Lawrence, 1997).

Pesquisadores de diversas partes do mundo relatam problemas e desafios à implementação efetiva do instrumento AIA (Fonseca *et al.* 2017; Montañó e Pereira, 2015; Fisher e Noble, 2015; Sanchez, 2013; Morgan, 2012; Bond *et al.*, 2010; Lima e Magrini, 2010; *World Bank*, 2008; MPU, 2004; Cashmore, 2004), sendo este considerado relativamente ineficiente para assegurar a minimização dos impactos e o impedimento de impactos irreversíveis, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (Cashmore *et al.*, 2004).

Parte desses problemas e desafios aborda a relação entre a ciência e a AIA (Montañó e Pereira, 2015; Pope *et al.*, 2013; Morgan, 2012; Greig e Duinker, 2011; Cashmore, 2004; Lawrence, 1997), abrangendo ainda questões relacionadas à interdisciplinaridade, cuja implementação continua sendo um desafio, mesmo sendo considerada um princípio de boas práticas na avaliação de Impactos (Morrison-Saunders *et al.* (2014b), e a transdisciplinaridade (Milanez., 2015; Morrison-Saunders *et al.*, 2014a; Greig e Duinker, 2011; Bond *et al.*, 2010; Scholz *et al.*, 2006; Cashmore, 2004).

A interdisciplinaridade constitui um dos princípios de boas práticas estabelecidos pela IAIA (1999) para a AIA. Conforme salientado por Bond *et al.* (2010), a seção 102 da NEPA (NEPA, 1970) determina que o governo federal e outras agências dos Estados Unidos da América devem “*Utilizar uma abordagem sistemática e interdisciplinar que garantirá o uso integrado das ciências naturais e sociais e a arte do design ambiental no planejamento e nas tomadas de decisões que podem ter um impacto sobre o meio ambiente do ser humano*”. A participação pública durante o processo de AIA demanda algum tipo de trabalho transdisciplinar (Scholz *et al.*, 2006), entretanto, este usualmente ocorre nas etapas finais do processo.

Emerge uma compreensão de que os desafios de sustentabilidade exigem novas formas de produção de conhecimento e de tomada de decisão. Uma característica fundamental da ciência da sustentabilidade é o envolvimento de atores de fora da academia no processo de pesquisa, buscando integrar o melhor conhecimento disponível, conciliar valores e preferências, e desenvolver habilidades para propor problemas e criar opções de solução. As abordagens de pesquisa transdisciplinares, baseadas na comunidade, interativas ou participativas são muitas vezes sugeridas como meios adequados para atender tanto aos requisitos colocados pelos problemas do mundo real como aos objetivos da ciência da sustentabilidade visando um processo de transformação no campo científico (Lang *et al.*, 2012).

O estado atual da prática de AIA sugere que a comunidade de avaliação de impacto não está devidamente integrada, e não tem clareza suficiente sobre o objetivo comum de avaliação de impacto e o seu valor associado para os tomadores de decisão, enfrentando a marginalização ou mesmo o risco de extinção (Morrison-Saunders *et al.*, 2014a), refletidos em processos que buscam promover a sua simplificação e mudanças na legislação (Fonseca *et al.*, 2017; Bond *et al.*, 2014; Gibson, 2012; Toro *et al.*, 2010).

Neste sentido, integração e um maior foco são considerados fundamentais para a vitalidade da AIA nas próximas décadas (Morrison-Saunders *et al.*, 2014a).

A análise da produção mundial de conhecimento aplicado à AIA pode revelar a participação e integração de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento, e ampliar a compreensão a cerca dos problemas e desafios relacionados à efetividade deste instrumento. O estudo realizado por Yanhua *et al.* (2011) analisou a literatura científica mundial sobre AIA produzida no período de 1973 a 2009, e descreveu os padrões de produção de conhecimento e colaboração acadêmica, identificando as tendências de pesquisa sobre o tema. No Brasil, a pesquisa realizada por Duarte *et al.* (2017) analisou a produção científica brasileira relacionada ao licenciamento ambiental desenvolvido a partir da AIA. Contudo, as pesquisas descritas acima não avaliaram a participação de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento na produção científica aplicada à AIA e o padrão de comunicação acadêmica entre as áreas.

Estudos sobre interdisciplinaridade consideram as disciplinas como comunidades fechadas, separadas por limites que impedem a participação de leigos ou não iniciados (Pierce (1999)), sendo cada disciplina vista como uma cultura com diferentes epistemologias e valores, o que torna extremamente difícil o cruzamento de suas fronteiras para produção de pesquisas (Bauer, 1990).

Neste trabalho buscamos descrever a participação de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento na produção científica sobre AIA e o padrão de comunicação acadêmica entre elas. Acreditamos que estudos desta natureza podem evidenciar diferenças significativas na concentração de produção de conhecimento científico e lacunas de comunicação entre as áreas e disciplinas na AIA, e podem contribuir para o seu aprimoramento.

2. Metodologia

2.1 Participação das diferentes áreas na produção de conhecimento aplicado à EIA

De acordo com Pierce (1999), a transferência de informações entre as literaturas de diferentes disciplinas pode ocorrer de três formas:

(i) Empréstimo (*Borrowing*): os pesquisadores utilizam as teorias ou métodos de outras disciplinas, importando-as para suas próprias literaturas disciplinares através de citações.

(ii) Colaboração (*Collaboration*): os pesquisadores publicam o trabalho em suas próprias literaturas disciplinares através de coautorias com membros de outras disciplinas.

(iii) Cruzamento de fronteiras (*Boundary crossing*): os pesquisadores publicam o trabalho em outras disciplinas, exportando teorias ou métodos para outras comunidades disciplinares.

Estudos realizados por Angeloni *et al.* (2007) e Pierce (1999) analisaram os padrões de produção científica para descrever a participação, a comunicação e o cruzamento de fronteiras entre diferentes disciplinas na produção de conhecimento. As metodologias utilizadas por essas pesquisas foram adaptadas e aplicadas no nosso trabalho para avaliar os padrões de produção científica e de comunicação acadêmica entre as diferentes disciplinas e áreas de conhecimento relacionados à AIA.

Para avaliar a participação das diferentes disciplinas e áreas de conhecimento na produção científica aplicada à AIA, selecionamos artigos do tipo *Review* na coleção principal da base *Web of Science* (Thomson Reuters Scientific, 2006), contendo no item “tópico” as expressões “*Environmental and Impact and Assessment*”, no período de 2002-2017.

A escolha pela coleção principal da base *Web of Science* (Thomson Reuters Scientific, 2006) para realização da nossa pesquisa bibliográfica foi feita devido ao fato desta permitir consultar referências em todas as áreas do conhecimento disponíveis em cinco coleções (cerca de 12.000 periódicos), e o uso de diversas ferramentas para análise de citações, referências, além do refinamento de buscas e pesquisas bibliográficas.

A opção pelo universo temporal de quinze (15) anos decorreu do fato de estarmos interessados na construção de um modelo que descreva a situação atual da produção de conhecimento científico aplicado à AIA, visando à proposição de contribuições para o modelo de produção vigente.

Foi realizada uma primeira amostragem selecionando os artigos com pelo menos um autor filiado a uma instituição brasileira, e em seguida uma segunda amostragem sem autores de instituições brasileiras. Procedemos à amostragem considerando dois grupos com o objetivo de identificar possíveis diferenças entre a produção de conhecimento aplicado a AIA envolvendo cientistas brasileiros e, portanto, a realidade brasileira, e as pesquisas realizadas em diferentes países do mundo. Desta forma, os artigos selecionados foram agrupados em duas amostras: uma (i) com autores filiados a instituições brasileiras, totalizando setenta e um (71) artigos; e outra (ii) sem autores filiados a instituições brasileiras, representando um total de 1.866 (mil oitocentos e sessenta e seis) artigos. Foram sorteados 40 artigos de cada grupo, considerando como critério a existência de conteúdos que abordassem:

- (i) pesquisas diretamente relacionadas e/ou aplicadas à AIA, e/ou;
- (ii) a antecipação de impactos ambientais de origem antrópica e que mencionavam as possíveis contribuições da pesquisa para o instrumento de AIA ou a gestão ambiental pública de uma forma geral.

Todos os 80 artigos selecionados (ver Tabela S1 em Apêndices) foram classificados com base na filiação institucional dos seus autores (existência de pelo menos um autor da área) como relacionados às áreas de: (i) Engenharia/ciências exatas (ENG); (ii) Ciências ambientais (CAM); (iii) Centros de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI); (iv) Ecologia/ciências biológicas (ECO); (v) Ciências Sociais e Humanas (SHS), e (vi) Aplicação (APLI).

A classificação da área de conhecimento dos autores foi definida a partir de informações relacionadas ao campo de conhecimento do laboratório de pesquisa ou grupo de pesquisa, considerando a filiação institucional. A classe denominada de “Aplicação” se refere a autores que não são da área acadêmica. Os referidos autores podem exercer funções profissionais em organizações governamentais (gestores ambientais) relacionadas à área ambiental ou não, podem atuar em organizações não governamentais da sociedade civil organizada (ONGs) ou serem consultores.

A participação das diferentes áreas na produção de conhecimento científico aplicado à AIA foi estimada a partir do cálculo das proporções relacionadas à soma total da participação de pelo menos um autor de cada área em relação ao número total de artigos (40) de cada grupo amostral.

2.2 Padrão de comunicação acadêmica entre as áreas

Avaliamos o padrão de comunicação entre as diferentes disciplinas e áreas de conhecimento em cada artigo a partir dos seguintes critérios:

- (i) a classificação, quantificação e frequência dos periódicos de diferentes áreas citados nas referências bibliográficas dos artigos analisados. Por exemplo, frequência de citações de periódicos de ecologia/ciências biológicas em artigos de periódicos considerados da engenharia/ciências exatas e vice-versa, e das outras áreas.
- (ii) o processo de produção de conhecimento em pesquisa integrada considerando a classificação proposta por Tress, Tress e Fry (2005): (i) Disciplinar (DISCI); (ii) Participativo (PARTI); (iii) Multidisciplinar (MULTI); (iv) Interdisciplinar (INTER), e (v) Transdisciplinar (TRANS). Artigos produzidos exclusivamente por autores da área aplicada (não acadêmicos) foram sistematizados na classe denominada “Aplicação” (APLIC).

A classificação das citações constantes nas referências bibliográficas dos artigos foi realizada a partir da análise do escopo central dos periódicos de cada artigo, disponível em suas respectivas *homepage* na internet. Os periódicos foram classificados como relacionados às áreas de: Engenharia/ciências exatas (ENG); Interdisciplinar (INT); Ciências ambientais (CAM); Centros de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI); Ecologia/ciências biológicas (ECO); Aplicação (APLI); e Ciências sociais e humanas (SHS). A classe aplicação (APLI) se refere às citações de publicações técnicas e não acadêmicas como legislações, protocolos, manuais, entre outros.

Tress, Tress e Fry (2005) propõem os seguintes conceitos para pesquisa integrada e não integrada:

- Estudos disciplinares – projetos que ocorrem dentro dos limites de uma única disciplina acadêmica reconhecida. A atividade de pesquisa é orientada para uma meta específica, buscando uma resposta a uma questão de pesquisa específica.
- Estudos participativos – projetos que envolvem pesquisadores acadêmicos e participantes não acadêmicos que trabalham juntos para resolver um problema. Pesquisadores acadêmicos e participantes não acadêmicos trocam conhecimentos, mas o foco não é a integração de diferentes culturas de conhecimento para criar novos conhecimentos. Os estudos disciplinares e multidisciplinares podem incluir participantes não acadêmicos. Estudos participativos não são necessariamente pesquisas.
- Estudos multidisciplinares – projetos que envolvem diferentes disciplinas acadêmicas que pesquisam um tema ou problema, mas com metas disciplinares múltiplas. Os participantes trocam conhecimentos, mas não cruzam os limites da disciplina para criar novos conhecimentos e teoria. O processo de pesquisa progride com esforços disciplinares paralelos sem integração, mas geralmente visando comparar os resultados.
- Estudos interdisciplinares – projetos que envolvem várias disciplinas acadêmicas não relacionadas, mas que cruzam suas fronteiras para criar novos conhecimentos e teoria, e resolver um objetivo comum de pesquisa. Disciplinas não relacionadas se referem a disciplinas que têm paradigmas de pesquisa contrastantes.
- Estudos transdisciplinares – projetos que integram pesquisadores de diferentes disciplinas não relacionadas e participantes não acadêmicos, como gestores e a sociedade, para pesquisar um objetivo comum e criar novos conhecimentos e teoria.

Desta forma, neste trabalho cada artigo foi considerado como procedente de um projeto de pesquisa, e a filiação institucional dos autores foi considerada como indicador da área de pesquisa.

3. Resultados e discussão

Os resultados apresentados na Figura 1 indicam a predominância da participação de pesquisadores filiados à área de engenharia/ciências exatas na produção de conhecimento aplicado à AIA no mundo (65%), e no Brasil de forma ainda mais acentuada (93%). Os resultados evidenciam uma disparidade na produção científica entre as áreas de conhecimento, com uma participação mais reduzida de pesquisadores da ecologia e ciências biológicas (ECO), e das ciências sociais e humanas (CSH) na AIA, no mundo e no Brasil. As participações de pesquisadores filiados a Centros de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) e de autores da área aplicada (que não são da academia: atuam em organizações governamentais relacionadas ou não à área ambiental, ou atuam em organizações não governamentais da sociedade civil organizada ou como consultores) foram representativas com percentuais de 38% (mundo) e 40% (Brasil) para CTI, e de 37,5% (mundo) e 25% (Brasil) para área aplicada (APL), respectivamente.

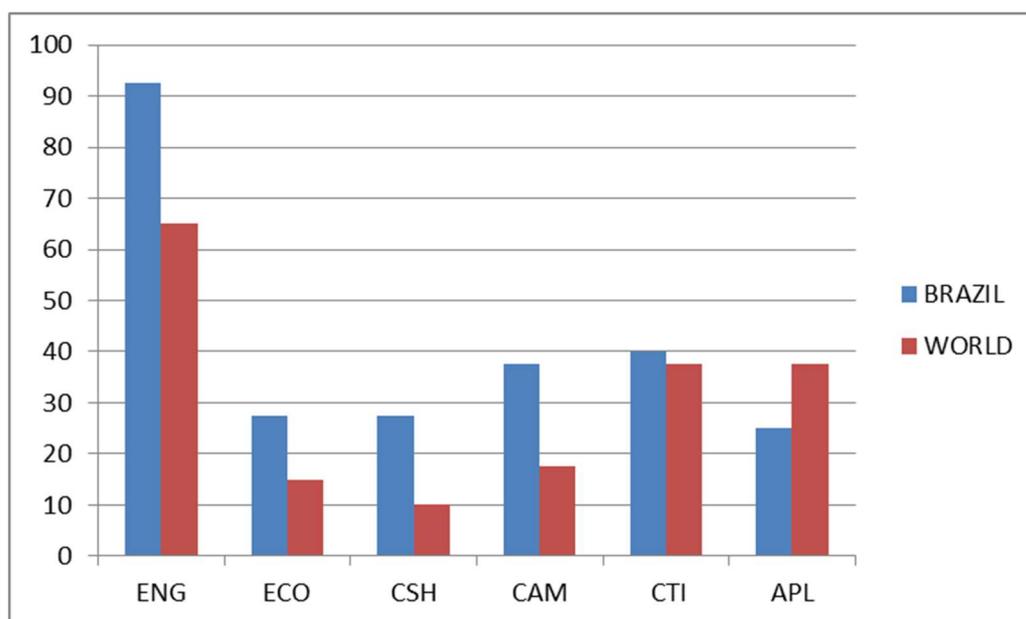


Figura 1. Proporção de participação das diferentes áreas na produção de conhecimento científico aplicado à Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil e no mundo

Apesar de não termos registro de estudos anteriores similares, algumas pesquisas específicas proporcionam indícios sobre a percepção da existência de lacunas na participação e contribuição das diferentes áreas de conhecimento relacionadas à AIA. Em uma análise de conteúdo de todos os artigos (983 artigos) publicados nas duas principais revistas de AIA da época, desde as suas primeiras edições até agosto de 2000, Burdge (2002) constatou que apenas 16% das amostras (160 artigos) abordaram a Avaliação de Impacto Social (SIA). O autor ressaltou que a Avaliação de Impacto

Social não foi amplamente adotada como um componente do processo de avaliação na tomada de decisões ambientais na AIA.

A SIA é considerada um campo de pesquisa e prática dedicado aos processos de análise, monitoramento e gerenciamento dos impactos sociais de intervenções planejadas, sendo geralmente incluída como um componente de um licenciamento com AIA (Esteves *et al.*, 2012). Contudo, Esteves *et al.* (2012) ressaltam que, apesar da prática generalizada e de longa data da SIA, os impactos biofísicos foram historicamente favorecidos no contexto legislativo da maioria das jurisdições.

Relatos de lacunas relacionadas a uma participação mais efetiva das ciências ecológicas na AIA são antigos. Beanlands and Duinker (1983; 1984), Treweek (1996) e Thompson *et al.* (1997) manifestaram preocupação com a qualidade e participação reduzida do componente ecológico nas AIAs produzidas no Canadá e Reino Unido, respectivamente. Os autores também destacaram as fragilidades relacionadas ao processo de análise dos impactos ecológicos no licenciamento ambiental, além de uma demanda por um maior envolvimento por parte dos ecólogos em pesquisas relacionadas ao tema.

As maiores proporções de citações de artigos de periódicos da área de engenharia/ciências exatas no mundo (37%) e no Brasil (42%), apresentadas na Figura 2 corroboram os resultados representados na Figura 1. A maior proporção de citações da área de engenharia/ciências exatas reforça a evidência de predominância da participação de pesquisadores da área de engenharia/ciências exatas na produção de conhecimento aplicado à AIA, no mundo e no Brasil. Logo após destacam-se as citações de artigos de periódicos interdisciplinares no mundo (29,7%) e no Brasil (29,4%).

Os resultados da Figura 2 também evidenciam uma contribuição mais reduzida das áreas da ecologia e ciências biológicas, e das ciências sociais e humanas na AIA, no mundo e no Brasil. Estes resultados corroboram a análise das citações de 160 artigos sobre SIA realizada por Burdge (2002), que evidenciou que os autores dos artigos raramente citaram artigos anteriores sobre estudos de SIA ou impactos sociais, indicando que a pesquisa sobre SIA ainda não era cumulativa.

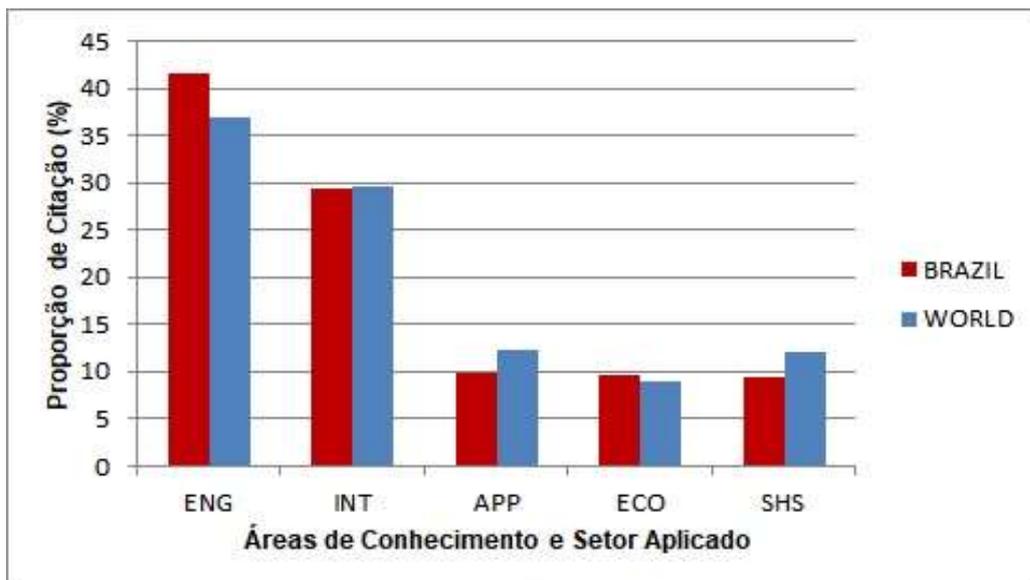


Figura 2. Proporção de citações das diferentes áreas nos artigos analisados.

Os resultados apresentados na Figura 3 descrevem os padrões de comunicação entre as diferentes áreas no mundo e no Brasil, considerando a classificação proposta por Tress, Tress e Fry (2005) para produção de conhecimento em pesquisa integrada e não integrada adotada neste trabalho. 35% e 22,5% dos artigos analisados corresponderam ao padrão disciplinar de produção de conhecimento aplicado à AIA, no Mundo e no Brasil, respectivamente, com autores e coautores associados a um único campo de pesquisa ou disciplina acadêmica. Em 17,5% e 10% dos artigos analisados foi registrado um padrão participativo de produção de conhecimento aplicado à AIA, no Mundo e no Brasil, respectivamente, com autorias e coautorias envolvendo pesquisadores acadêmicos e participantes não acadêmicos.

Em 27,5% e 52,5% dos artigos analisados foi encontrado um padrão interdisciplinar de produção de conhecimento aplicado à AIA, no Mundo e no Brasil, respectivamente. Ou seja, os artigos classificados como interdisciplinares foram produzidos por autores e coautores associados a campos de pesquisa de disciplinas acadêmicas não relacionadas e com diferentes paradigmas, que cruzaram fronteiras para produção de novos conhecimentos.

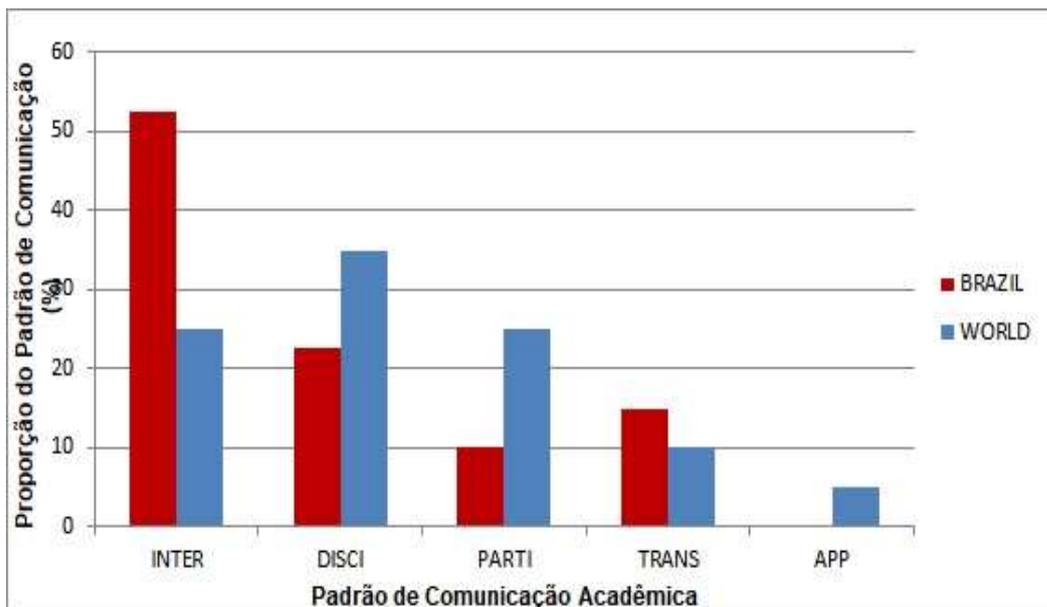


Figura 3. Padrão de comunicação acadêmica entre as diferentes áreas de conhecimento, considerando a classificação proposta por Tress, Tress e Fry (2005).

O padrão transdisciplinar de produção de conhecimento aplicado à AIA foi encontrado em 12,5% e 15% das amostras do Mundo e do Brasil, respectivamente. Os artigos com padrão transdisciplinar foram produzidos por pesquisadores de diferentes disciplinas não relacionadas e participantes não acadêmicos. O padrão aplicado de produção de conhecimento – que se refere aos artigos produzidos exclusivamente por autores da área aplicada, ou seja, por não acadêmicos – foi registrado unicamente em 5% das amostras do mundo. Isto pode indicar um maior nível de organização e envolvimento do setor aplicado com a pesquisa sobre AIA nestes países em comparação a realidade brasileira. O mapeamento da produção científica relacionada à AIA no Brasil realizado por Duarte *et al.* (2017), evidenciou que este campo de pesquisa se encontra em fase inicial de desenvolvimento no país. Entretanto, os autores ressaltam que o crescimento do número de publicações na última década indica um maior interesse e a existência de uma comunidade de pesquisadores no país.

Enquanto nas amostras do mundo o padrão disciplinar correspondeu ao maior percentual dos artigos analisados (35%), o padrão interdisciplinar representou 52,5% dos artigos analisados das amostras do Brasil. Observa-se também que a soma dos padrões interdisciplinar e transdisciplinar correspondeu a apenas 37,5% do total dos artigos analisados das amostras do mundo, enquanto que a soma desses mesmos padrões representou 67,5% das amostras de artigos do Brasil. Estes resultados sugerem que apesar do campo de pesquisa sobre AIA se encontrar em fase inicial de desenvolvimento no Brasil (Duarte *et al.*, 2017), a comunidade de pesquisadores do país está crescendo de forma mais interdisciplinar e integrada quando comparada às comunidades acadêmicas estabelecidas há mais tempo em outros países.

Estudos desenvolvidos por Yanhua *et al.* (2011) caracterizaram os padrões globais de produção do conhecimento científico e de colaboração acadêmica internacional em AIA, além das tendências de crescimento, e os principais temas de pesquisa e revistas. Esta pesquisa classificou os 10 principais países/territórios considerando o número total de artigos publicados, citações, percentual de publicações independentes e com colaboração internacional, sendo 2 da América do Norte, 5 da Europa, 2 da Ásia e 1 da Oceania. Os autores constataram que a proporção média de publicações independentes e colaborativas aumentou 74,86% e 25,14%, respectivamente, evidenciando que as pesquisas independentes, ou seja, sem colaboração, predominaram nas últimas décadas nos 10 principais países/territórios.

Agrupamos a área de “Ciências Ambientais” na mesma classe da área da engenharia/ciências exatas devido a maior afinidade entre os seus respectivos campos de conhecimento. Sholz *et al* (2006) relatam que o surgimento das ciências ambientais como disciplina na Europa na década de 1980, teve como origem a engenharia e as ciências naturais e sociais, sendo fundamentada na resolução de questões científicas complexas relativas aos sistemas e problemas ambientais.

Foi constatada a predominância de autores e coautores da área de ciências exatas, e mais especificamente das disciplinas de engenharia, seguida pela área de ciências ambientais, em todos os padrões de produção de conhecimento em pesquisa integrada e não integrada em EIA, no mundo e no Brasil. Por outro lado, se observa uma participação pouco proeminente de autores e coautores das áreas de ciências biológicas e ecologia, e menor ainda das ciências sociais e humanas.

Nos estudos desenvolvidos por Yanhua *et al.* (2011), as cinco categorias de assuntos mais comuns na pesquisa sobre AIA, classificadas entre as 130 categorias registradas foram: "Ciências Ambientais" (32,79%), "Estudos Ambientais" (27,85%), "Recursos Hídricos" (8,87%), "Engenharia, Meio Ambiente" (8,65%) e "Ecologia" (7,58%). Os autores também analisaram as palavras-chave para identificar as tendências e os assuntos que atraíam mais esforços de pesquisa sobre AIA, identificando as 30 palavras-chave mais frequentes em intervalos de 5 anos no período de 1990 a 2009. Como resultado foi verificado que “AIA”, “Avaliação Ambiental Estratégica” e “Avaliação do Ciclo de Vida” ocuparam os primeiros lugares no ranking, respectivamente, com tendência de crescimento. Os temas "Participação Pública", “Avaliação de Impacto Social” e "Biodiversidade" ocuparam os 8º, 12º e 25º lugares no ranking, respectivamente, tendo este último recebido maior atenção nos últimos anos. Os autores ressaltam que a pesquisa sobre AIA se concentra na aplicação e no aprimoramento de novas técnicas e métodos, e que existe atualmente uma lacuna entre a AIA dos países em desenvolvimento e a AIA dos países desenvolvidos.

A área aplicada apresentou resultados distintos entre os artigos com (Brasil) e sem (mundo) autores ou coautores brasileiros. Na amostra denominada “mundo”, a área

aplicada publicou artigos apenas com autores e/ou coautores da área aplicada. Já na amostra com autores/coautores brasileiros não foi registrado nenhum artigo da área aplicada.

É interessante observar que parte dos padrões registrados por Yanhua *et al.* (2011) corroboram os resultados encontrados na nossa pesquisa, pois indicam que os assuntos mais afins as áreas das ciências biológicas e ecologia, e as ciências sociais e humanas tem recebido menos atenção nas pesquisas sobre AIA nas últimas décadas, quando comparadas a engenharia e ciências exatas.

As tabelas 1 e 2 descrevem as percentagens de citações de cada área de conhecimento (classe) por artigo analisado, e seus respectivos padrões de produção de conhecimento em pesquisa integrada e não integrada em AIA no mundo e no Brasil.

Os artigos de periódicos da área de engenharia e ciências exatas corresponderam aos percentuais mais elevados de citações em todos os padrões de pesquisa integrada e não integrada, seguidos por artigos de periódicos com escopos interdisciplinares. Estes resultados foram encontrados tanto nos artigos com (Brasil) e sem (mundo) autores ou coautores brasileiros, e corroboram os resultados relacionados à predominância da participação de pesquisadores da área de engenharia e ciências exatas na produção de conhecimento aplicado à AIA no mundo e no Brasil.

Os percentuais elevados de pesquisas disciplinares (Tress, Tress e Fry, 2005) e de pesquisas independentes registrados no nosso trabalho e nos estudos desenvolvidos por Yanhua *et al.* (2011), respectivamente, evidenciam uma demanda por mudanças no processo de produção de conhecimento sobre AIA, visando uma maior interdisciplinaridade, integração e colaboração a nível global.

O predomínio da participação de autores e coautores das áreas de engenharia e ciências exatas na produção de conhecimento aplicado à AIA sugere um elevado interesse de cientistas dessas áreas pela pesquisa acadêmica relacionada à AIA no mundo, e em especial no Brasil. Por outro lado, a participação mais reduzida de autores e coautores da área das ciências biológica e ecologia, assim como das áreas de ciências sociais e humanas parece indicar um menor envolvimento ou interesse de pesquisadores dessas áreas por este campo de pesquisa.

Tabela 1. Porcentagens de citações de cada área de conhecimento por artigo analisado, e padrões de produção de conhecimento em pesquisa integrada e não integrada em AIA no mundo.

PATTERN OF PRODUCTION	ENG	INT	APL	ECO	MED	SOC	DIR
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
DISCIPLINARY	■						
PARTICIPATORY	■						
PARTICIPATORY	■						
PARTICIPATORY	■						
PARTICIPATORY	■						
PARTICIPATORY	■						
PARTICIPATORY	■						
PARTICIPATORY	■						
PARTICIPATORY	■						
PARTICIPATORY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
INTERDISCIPLINARY	■						
TRANSDISCIPLINARY	■						
TRANSDISCIPLINARY	■						
TRANSDISCIPLINARY	■						
TRANSDISCIPLINARY	■						
APPLIED	■						
APPLIED	■						

Tabela 2. Porcentagens de citações de cada área de conhecimento por artigo analisado, e padrões de produção de conhecimento em pesquisa integrada e não integrada em AIA no Brasil.

PATTERN OF PRODUCTION	ENG	INT	APL	ECO	MED	SOC	POL	DIR	EST
DISCIPLINARY	■								
DISCIPLINARY									
DISCIPLINARY									
DISCIPLINARY	■								
DISCIPLINARY			■						
DISCIPLINARY									
DISCIPLINARY	■	■	■						
DISCIPLINARY									
PARTICIPATORY	■								
PARTICIPATORY									
PARTICIPATORY			■						
PARTICIPATORY				■					
INTERDISCIPLINARY	■								
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY	■								
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY	■								
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
INTERDISCIPLINARY									
TRANSDISCIPLINARY	■								
TRANSDISCIPLINARY									
TRANSDISCIPLINARY									
TRANSDISCIPLINARY									
TRANSDISCIPLINARY									

Classes das áreas de Conhecimento:

ENG	Engenharia/ciências exatas	INT	Interdisciplinar
CAM	Ciências ambientais	POL	Ciências Políticas
ECO	Ecologia/ciências biológicas	EST	Estatística
SOC	Ciências Sociais	CTI	Centros de Ciência, Tecnologia e Inovação
MED	Medicina/Saúde	APL	Aplicação
DIR	Direito		

Percentual de citação de cada classe:

0	0-25	26-50	51-75	76-100

Os resultados encontrados neste trabalho contrastam com a definição, os princípios e objetivos da AIA, os quais ressaltam a concepção de um instrumento que demanda a contribuição e integração de diferentes áreas de conhecimento e disciplinas. Conforme enfatizado pela IAIA (2009), a AIA envolve "*a identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos biofísicos, sociais e de outros efeitos relevantes das propostas de desenvolvimento antes das principais decisões ter sido tomadas e compromissos assumidos*". Bond *et al* (2010) relata que a seção 102 da NEPA (NEPA, 1970) determina que o governo federal e outras agências dos Estados Unidos da América devem "*Utilizar uma abordagem sistemática e interdisciplinar que garantirá o uso integrado das ciências naturais e sociais e a arte do design ambiental no planejamento e nas tomadas de decisões que podem ter um impacto sobre o meio ambiente do ser humano*". A natureza interdisciplinar dos objetivos da AIA também é destacada por Morgan (2012), ao citar que estes contemplam a avaliação integrada dos impactos potenciais de projetos de desenvolvimento sobre os meios físico, biótico e social, além da proposição de medidas para mitigar os impactos adversos. A interdisciplinaridade é um dos princípios de boas práticas estabelecidos pela IAIA (1999) para a AIA.

Mesmo considerando os cinco modelos propostos por Cashmore (2004) sobre o papel da ciência na AIA (Ciência Analítica, Projeto Ambiental, Fornecimento de Informações, Participação e Governança Ambiental), existe uma extensa literatura científica que reconhece a importância e as contribuições da ciência na produção de conhecimento aplicado à AIA (Fonseca *et al.* 2017; Fisher e Noble, 2015; Montañó e Pereira, 2015; Pope *et al.*, 2013; Sanchez, 2013; Greig e Duinker, 2011; Morgan, 2012; Bond *et al.*, 2010; Morrison-Saunders e Bailey, 2003). Desta forma, consideramos que uma participação mais equânime e interdisciplinar entre as áreas de conhecimento na produção científica aplicado é coerente e compatível com os requisitos legais da AIA.

A ciência ecológica estuda, em linhas gerais, os processos que influenciam a distribuição, abundância e dinâmica dos organismos, além das interações entre os organismos e destes com o ambiente físico. Desta forma, parece lógico supor que a produção de conhecimento ecológico aplicada a AIA pode contribuir para tomadas de decisão mais assertivas relacionadas à avaliação de impactos de empreendimentos ou projetos sobre as espécies, habitats e ecossistemas. De maneira similar, acreditamos que o desenvolvimento de pesquisas no campo das ciências sociais e humanas relacionadas à avaliação de impactos sociais é fundamental para propiciar um arcabouço teórico para apoiar a tomada de decisão.

É possível que os resultados encontrados reflitam processos históricos relacionados à constituição das diferentes áreas de conhecimento e diferenças epistemológicas que contribuíram, de uma forma geral, para uma maior aproximação entre as áreas de engenharia e ciências exatas de áreas mais aplicadas como a avaliação de impactos. Também é razoável supor que os resultados registrados sejam em parte reflexos da lacuna pesquisa-prática na ecologia e nas ciências sociais e humanas, que contribui para que os esforços de pesquisas aplicados à resolução de problemas do mundo real sejam mais reduzidos.

Desse modo, acreditamos que fatores dessa natureza podem ter contribuído para os resultados sobre avaliação de impactos sociais encontrados nos estudos de Yanhua *et al.* (2011) e Burdge (2002), e a respectiva constatação deste último autor de que a Avaliação de Impacto Social não foi amplamente adotada como um componente da SIA.

Há várias décadas atrás, Sears (1947) ressaltou sua grande preocupação em relação à deficiência de fundamentos biológicos e ecológicos na formação de engenheiros e as consequências disso, considerando que, segundo o autor, os engenheiros desempenhavam um papel preponderante no padrão geral de vida nos Estados Unidos. Contudo, o autor enfatizou a responsabilidade dos cursos de biologia para esse quadro, e o risco do seu futuro perecimento, ao focarem exclusivamente em “*tecnicidades de estrutura e função, e negligenciar o grande quadro da vida e do ambiente que dá a estas tecnicidades o seu significado*”. Ao que parece o campo da engenharia tem buscado suprir a lacuna de fundamentos biológicos e ecológicos na formação de engenheiros por meio da criação de cursos de engenharia ecológica, que envolve disciplinas da ecologia e da engenharia (Mitsch, 1998; Diemont *et al.*, 2010).

Entretanto, a experiência relatada por Mitsch (2014) em relação aos campos de engenharia ecológica e restauração, sugere que os desafios de integração e interdisciplinaridade são amplos e não podem ser resolvidos simplesmente por meio da criação de cursos supostamente interdisciplinares. A autora ressalta que os programas acadêmicos de engenharia ecológica controlados apenas por engenheiros irão fracassar devido à falta de treinamento biológico, ao passo que a ecologia de restauração atualmente praticada e ensinada, precisa reduzir as exigências e o foco unicamente no restabelecimento da condição original dos ecossistemas, salientando ainda a necessidade de mais integração e transdisciplinaridade entre os campos de engenharia ecológica e restauração.

A existência de uma desconexão entre a ciência e a prática na ecologia é reconhecida por diversos autores (Neff, 2017; Bertuol-Garcia *et al.*, 2017; Toomey *et al.*, 2016; Pardini *et al.*, 2013; Sutherland *et al.*, 2006; Sutherland *et al.*, 2004; Knight *et al.*, 2008). Sutherland *et al.* (2006) identificaram – de forma transdisciplinar – cem questões ecológicas de alta relevância política como uma estratégia para reduzir esta lacuna no Reino Unido, por considerarem que “*a produção e divulgação do conhecimento ecológico, tradicionalmente, não são orientadas para fornecerem respostas às questões ecológicas de interesse dos tomadores de decisão*”.

As causas da lacuna entre ciência e prática na ecologia e conservação foram revisadas por Bertuol-Garcia *et al.* (2017), buscando identificar as perspectivas dos ecólogos e cientistas conservacionistas sobre o problema, e a predominância das perspectivas ao longo do tempo. A perspectiva mais frequente registrada nesta pesquisa infere que apenas o conhecimento científico deve apoiar a prática, percebendo um fluxo linear de conhecimento da ciência para a prática e reconhecendo falhas na geração, comunicação e/ou uso do conhecimento. Os autores sugerem que “*os debates em ecologia e*

conservação estão aquém das tendências em outras disciplinas em relação a visões bidirecionais que atribuem papéis maiores aos tomadores de decisão”.

Estudos realizados por Beanlands e Duinker (1983; 1984), Treweek *et al.* (1993), Treweek (1996) e Thompson *et al.* (1997) evidenciaram no passado a participação reduzida e as fragilidades do componente ecológico nas AIAs produzidas no Canadá e Reino Unido, respectivamente, e destacaram a necessidade de um maior envolvimento de ecólogos em pesquisas relacionadas ao tema.

Esses estudos além de outras iniciativas fomentaram a incorporação da Avaliação de Impacto Ecológico (EcIA) como um componente da AIA, em alguns países desenvolvidos nas últimas décadas. De acordo com Treweek (1999), a EcIA se refere ao “*processo de identificação, quantificação e avaliação de efeitos potenciais associados a empreendimento/ações propostas sobre habitats, espécies e ecossistemas*”. Em relação à EcIA, Drayson *et al.* (2015) considera a publicação do “EcIA Guidelines” pelo então Institute of Ecology and Environmental Management (IEEM, 2006) como uma das mudanças mais importantes implementadas a partir de 2000 no Reino Unido. O IEEM é um órgão de associação profissional que representa e apoia ecólogos e gestores ambientais no Reino Unido, na Irlanda e no exterior (<https://www.cieem.net/>), e após receber o Título Real em 2013 passou a ser conhecido como Chartered Institute of Ecology and Environmental Management (CIEEM).

Apesar dos avanços observados em alguns países nas últimas décadas em relação ao componente ecológico na AIA (Drayson *et al.*, 2015; Briggs e Hudson, 2013; Robinson *et al.*, 2010; Ecological Society of Australia, 2002), pouco se caminhou nesse sentido no Brasil. O componente ecológico das avaliações de impactos ambientais de hidrelétricas e rodovias no Brasil se baseia principalmente em inventários e listas de espécies da flora e da fauna (Pardini *et al.*, 2013), além de uma caracterização geral dos ecossistemas e áreas protegidas existentes na área (Portaria nº 289 de 16/07/2013 do Ministério do Meio Ambiente). No Brasil, assim como ocorre em outros países, os procedimentos e padrões de avaliação e promoção dos cientistas reforçam a lacuna pesquisa-aplicação na ecologia (Neff, 2017; Pardini *et al.* 2013; Shackleton *et al.*, 2009; Knight *et al.*, 2008), e desestimulam pesquisas interdisciplinares e o diálogo bidirecional (Neff, 2017). Max-Neef (2005) ressalta que a educação unidisciplinar ainda predomina em todas as universidades no mundo, com poucas experiências interdisciplinares ocorrendo em áreas específicas.

Contudo, de acordo com Pardini *et al.* (2013), a redução da lacuna pesquisa-prática pode ser ainda mais urgente em países em desenvolvimento como o Brasil, e sugerem uma interação horizontal amparada num processo de mútua aprendizagem, através da formação de equipes de colaboração e comunidades de práticas envolvendo pesquisadores, alunos e profissionais.

Na ecologia, a perspectiva bidirecional de conhecimento – em que cientistas e tomadores de decisão contribuem de forma colaborativa na construção do conhecimento para apoiar a prática – parece basicamente restrita a campos específicos como o da resiliência socioecológica e da ciência da sustentabilidade (Bertuol-Garcia *et al.*, 2018). Neste sentido, Lang *et al.* (2012) argumenta que “*existe uma compreensão emergente de que os desafios de sustentabilidade exigem novas formas de produção do conhecimento e tomada de decisão*”.

Para uma relação mais profícua entre ciência e prática na ecologia e conservação, Bertuol-Garcia *et al.* (2018) sugerem ampliar o diálogo entre as diferentes tradições de pesquisa, envolvendo cientistas e tomadores de decisão em processos colaborativos de produção de conhecimento, além de cursos de graduação e pós-graduação que propiciem o treinamento de cientistas e tomadores de decisão com pessoas de diferentes de conhecimentos.

A disparidade entre as áreas de conhecimento na produção científica relacionada à AIA, e a sua exígua interdisciplinaridade e integração podem ter efeitos sobre a efetividade da AIA e conseqüentemente sobre o seu futuro. Nossos resultados podem fornecer importantes indícios sobre o cenário relatado por Morrison-Saunders *et al.* (2014a) de que o estado atual da prática de AIA evidencia pouca integração e clareza sobre o objetivo comum por parte da comunidade acadêmica de AIA. A necessidade de estabelecer um arcabouço mais amplo com pesquisas mais integradas e focadas no avanço da teoria e objetivos da AIA também foi manifestada por Cashmore (2004).

Consideramos urgente o desenvolvimento de pesquisas que ajudem a compreender quais são os fatores que contribuem para uma menor participação da ecologia e das ciências biológicas, além das ciências sociais e humanas na produção de conhecimento aplicado à AIA, e as possíveis estratégias para superá-los. A afirmação de Morrison-Saunders *et al.* (2014a) de que a avaliação de impacto enfrenta a marginalização ou risco de extinção não deve ser subestimada, uma vez que existem processos em curso em diversos países para promover mudanças na legislação (Bond *et al.*, 2014; Gibson, 2012; Toro *et al.*, 2010; Fonseca *et al.*, 2017), reduzindo a sua relevância e escopo. Contudo, este cenário pode constituir uma oportunidade de aprimoramento da pesquisa sobre AIA, visando um maior envolvimento, interdisciplinaridade e integração entre as diferentes disciplinas e áreas de conhecimento.

4. Conclusões

Os resultados encontrados neste trabalho revelam uma disparidade entre as áreas de conhecimento na produção científica aplicada à AIA, no mundo e no Brasil, com um predomínio de pesquisadores das áreas de engenharia/ciências exatas e uma participação mais reduzida de pesquisadores das ciências biológicas/ecologia e das ciências sociais e humanas. Nossos resultados também evidenciaram percentuais baixos de pesquisa interdisciplinar e transdisciplinar nas amostras do mundo, e um padrão diferente nas amostras do Brasil, sugerindo que a comunidade acadêmica de pesquisa sobre AIA no

Brasil está se estabelecendo de forma mais interdisciplinar e integrada, mesmo considerando que este campo de pesquisa se encontra em fase inicial de desenvolvimento. Nosso trabalho corrobora o cenário descrito por diversos cientistas que enfatizam a necessidade de uma maior interdisciplinaridade e integração na pesquisa acadêmica sobre AIA, além de uma maior clareza sobre o objetivo comum deste instrumento. Acreditamos que a disparidade entre as áreas de conhecimento na produção acadêmica aplicada à AIA, e os baixos níveis de interdisciplinaridade e integração podem ter efeitos sobre a sua efetividade e evidenciam uma demanda por mudanças no processo de produção de conhecimento aplicado à AIA.

Referências bibliográficas

- Angeloni, L., Schlaepfer, M.A., Lawler, J.J., Crooks, K.R. 2007. A reassessment of the interface between conservation and behavior. *Animal Behaviour*, 75, 731-737.
- Beanlands, G.E., Duinker, P.N., 1983. An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada, Halifax, NS, Dalhousie University, Institute for Resource and Environmental Studies.
- Beanlands, G.E., Duinker, P.N., 1984. An ecological framework for environmental impact assessment, *Journal of Environmental Management*, 31, 163-172.
- Bertuol-Garcia, D., Morsello C., El-Hani, C.N., Pardini, R., 2018. A conceptual framework for understanding the perspectives on the causes of the science-practice gap in ecology and conservation. *Biological Reviews* 93:1032–1055.
- Bond, A.B., Viegas, C.V. Coelho, C.C.S.R., Selig, P.M., 2010. Informal knowledge processes: the underpinning for sustainability outcomes in EIA? *Journal of Cleaner Production*, 18, 6–13.
- Bond, A.J., Pope, J., Morrison-Saunders, A., Retief, F., Gunn, J.A.E. 2014. Impact assessment: Eroding benefits through streamlining? *Environmental Impact Assessment Review*, v. 45, 46–53.
- Briggs, S., Hudson, M.D., 2013. Determination of significance in Ecological Impact Assessment: Past change, current practice and future improvements. *Environmental Impact Assessment Review*, 38,16–25.
- Burdge, R.J., 2002. Why is social impact assessment the orphan of the assessment process? *Impact Assessment and Project Appraisal*, Vol. 20, 1, 3-9.
- Cashmore, M., 2004. The role of science in environmental impact assessment: process and procedure versus purpose in the development of theory. *Environmental Impact Assessment Review*, 24, 403–426.
- Cashmore, M., Gwilliam, R. Morgan, R., Cobb, D., Bond, A. 2004. The interminable issue of effectiveness: substantive purposes, outcomes and research challenges in the advancement of environmental impact assessment theory. *Impact Assessment Project Appraisal*, 22, 295-310.

- Cashmore, M., Bond, A., Cobb, D., 2008. The role and functioning of environmental assessment: Theoretical reflections upon an empirical investigation of causation. *Journal of Environmental Management*, 88, 1233-1248.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1986. Resolução CONAMA n° 01/1986. Brasília, Brasil. [accessed 2015 Jun 10]. Available from: http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf
- Diemont, S.A.W., Lawrence, T.J., Endreny, T.A., 2010. Envisioning ecological engineering education: An international survey of the educational and professional community. *Ecological Engineering*, 36, 570-578.
- Drayson, K., Wood, G., Thompson, S., 2015. Assessing the quality of the ecological component of English Environmental Statements. *Journal of Environmental Management*, 160, 241-253.
- Duarte, C.G., Dibo, A.P.A., Sánchez, L.E., 2017. What does the academic research say about impact assessment and environmental licensing in Brazil? *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, V. XX, n. 1, 261-292.
- Esteves, A.M., Frank, D., Vanclay, F., 2012. Social impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*. Vol. 30, N. 1, 34-42.
- Fisher, T.B., Noble, B., 2015. Impact Assessment Research – Achievements, Gaps and Future Directions. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. Introduction to the March 2015 special issue.
- Fonseca, A., Sánchez, L.E., Ribeiro, J.C.J., 2017. Reforming EIA systems: a critical review of proposals in Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, 62, 90–97.
- Gibson, R.B., 2012. In full retreat: the Canadian government’s new environmental assessment law undoes decades of progress. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 30, 3, 179–188.
- Glasson, J., Therivel, R., Chadwick, A., 2012. Introduction to Environmental Impact Assessment. 4th edition. The Natural and Built Environment Series, Oxford Brookes University.
- Greig, L.A., Duinker, P.N., 2011. A proposal for further strengthening science in environmental impact assessment in Canada. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 29 (2), 159–165.
- IAIA and IEA, International Association for Impact Assessment and Institute for Environmental Assessment U.K., 1999. Principles of environmental impact assessment best practice, [Internet] [accessed 2017 Jun 2]. Available from: <http://www.iaia.org/publications/>
- IAIA, International Association for Impact Assessment, 2009. What Is Impact Assessment? IAIA, Fargo, ND, 4 pages..
- Knight, A.T., Cowling, R.M., Rouget, M., Balmford, A., Lombard, A.T., Campbell, B.M., 2008. Knowing but not doing: Selecting Priority Conservation Areas and the Research–Implementation Gap. *Conservation Biology*, Vol. 22, 3.

- Lang, D., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., Thomas, C.J., 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7 (Supplement 1): 25–43.
- Lawrence, D.P., 1997. The need for EIA theory-building. *Environmental Impact Assessment Review*, 17: 79-107.
- Lima, L.H., Magrini, A., 2010. The Brazilian Audit Tribunal's role in improving the federal environmental licensing process. *Environmental Impact Assessment Review*, 30, 108–115.
- Max-Neef, M.A., 2005. Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*, 53, 5-16.
- Milanez, B., 2015. Dialogues between social and natural sciences: contribution to the debate on socio-environmental conflicts. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(4): 2335-2348.
- Ministério do Meio Ambiente, 2013. Portaria nº 289, de 16 de julho de 2013. Brasília, Brasil. [accessed 2017 out 18]. Available from: http://www.transportes.gov.br/images/MEIO_AMBIENTE/LEGISLACAO/Portaria2892013.pdf
- Mitsch, W.J., 1998. Ecological engineering – The 7-year itch. *Ecological Engineering*, 10, 119-130.
- Mitsch, W.J., 2014. When will ecologists learn engineering and engineers learn ecology? *Ecological Engineering*, 65, 9-14.
- Morgan, R.K., 2012. Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, Vol. 30, 1, 5–14.
- Montaño, M., Souza, M.P., 2015. Impact Assessment Research in Brazil: achievements, gaps and future directions. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. Vol. 17, 1, 1550009.
- Morrison-Saunders, A., Pope, J., Gunn, J.A.E., Bond, A., Retief, F. 2014a. Strengthening impact assessment: a call for integration and focus. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 32, 1, 2–8.
- Morrison-Saunders, A., Pope, J., Bond, A., Retief, F., 2014b. Towards sustainability assessment follow-up. *Environmental Impact Assessment Review*, 45, 38–45.
- Neff, M.W., 2017. Publication incentives undermine the utility of science: Ecological research in Mexico. *Science and Public Policy*, 1–11.
- NEPA. National Environmental Policy Act, 1970. From, <http://www.nepa.gov/nepa/regs/nepa/nepaeqia.htm>; 1969 [accessed 2/10/2016], Pub. L. 91–190, 42, U.S.C. 4321-4347, January 1, 1970.
- Pardini, R., Rocha, P.L.B., El-Hani, C., Pardini, F., 2013. Challenges and opportunities for bridging the research-implementation gap in ecological science and management in Brazil. In *Conservation Biology: Voices from the Tropics* (eds N. S. Sodhi, L. Gibson and P. H. Raven), 77–95. Wiley-Blackwell, Oxford.

- Pierce, S.J., 1999. Boundary Crossing in Research Literatures as a Means of Interdisciplinary Information Transfer. *Journal of the American Society for Information, Science*. 50 (3): 271–279.
- Pope, J., Bond, A., Morrison-Saunders, A., Retief, F., 2013. Advancing the theory and practice of impact assessment: Setting the research agenda. *Environmental Impact Assessment Review*, 41, 1–9.
- Scholz, R.W., Lang, D.J., Wiek, A., Walter, A.I., Stauffacher, M., 2006. Transdisciplinary case studies as a means of sustainability learning: Historical framework and theory. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 7, 3, 226-251.
- Robinson, C., Duinker, P.N., Beazley, K.F., 2010. A conceptual framework for understanding, assessing, and mitigating ecological effects of forest roads. *Environmental Reviews*, 18: 61-86.
- Sears, P.B., 1947. Importance of Ecology in the Training of Engineers. *Science*, July 4.
- Shackleton, C.M, Cundill, G., Knight, A.T., 2009. Beyond Just Research: Experiences from Southern Africa in Developing Social Learning Partnerships for Resource Conservation Initiatives. *Biotropica* 41(5): 563-570.
- Sutherland, W.J., Armstrong-Brown, S., Armsworth, P.R., Brereton, T., Brickland, J., Campbell, C.D., Chamberlain, D.E., Cooke, A.I., Dulvy, N.K., Dusic, N.R., Fitton, M., Freckleton, R.P., Godfray, C.J., Grout, N., Harvey, H.J., Hedley, C., Hopkins J.J., Kift, N.B., Kirby, J., Kunin, W.E., MacDonald, D.W., Marker, B., Naura, M., Neale, R., Oliver, T., Osborn, D., Pullin, A.S., Shardlow, M.E.A, Showler, D.A., Smith, P.L., Smithers, R.J., Solandt, J.C., Spencer, J., Spray, C.J., Thomas, C.D., Thompson, J., Webb, S.E, Yalden, D.W., Watkinson, A.R., 2006. The identification of 100 ecological questions of high policy relevance in the UK. *Journal of Applied Ecology*, 43, 617-627.
- Sutherland, W.J., Pullin, A.S., Dolman, P.M., Knight, T.M., 2004. The need for evidence-based conservations. *Trends in Ecology and Evolution*, 19, 6.
- Thomson Scientific, 2006. Institute for Scientific Information Web of Science. Stamford, Connecticut: Thomson Scientific. <http://isiknowledge.com> (accessed June 2017).
- Thompson, S., Treweek, J.R., Thurling, D.J., 1997. The Ecological Component of Environmental Impact Assessment: A Critical Review of British Environmental Statements. *Journal of Environmental Planning and Management*, 40 (2), 157-171.
- Toomey, A.H., Knight, A.T., Barlow, J., 2016. Navigating the Space between Research and Implementation in Conservation. *Conservation Letters*, October, 00(0), 1-7.
- Toro, J., Requena, I., Zamorano, M., 2010. Environmental impact assessment in Colombia: Critical analysis and proposals for improvement. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 30, n. 4, 247–261.
- Tress, B., Tress, G., Fry, G., 2005. Defining concepts and the process of knowledge production in integrative research. In: *From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*. Wageningen UR Frontis Series, Vol. 12, 13-26.

- Treweek, J., Thompson, S., Veitch, N., Japp, C., 1993. Ecological assessment of proposed road developments: a review of environmental statements. *J. Environ. Plan. Manag.* 36, 295-307.
- Treweek, J., 1996. Ecology and environmental impact assessment. *Journal Applied Ecology*, 33, 191-199.
- Treweek, J., 1999. *Ecological impact assessment*. Blackwell Science.
- Yanhua, Z., Songa, H., Hongyan, L., Beibei, N., 2011. Global Environmental Impact Assessment Research Trends (1973-2009). *Procedia Environmental Sciences* 11, 1499-1507.

Apêndices

Tabela S1. Lista dos 80 artigos selecionados na pesquisa bibliográfica.

N°	ARTIGO
1	Ribeiro, J. C. J.; Sánchez, L. E.; Fonseca, A. 2017. Reforming EIA systems: A critical review of proposals in Brazil. <i>Environmental Impact Assessment Review</i> , 62, 90-97.
2	Calmon, J.L., Coelho, F. Z., Vieira, D. R. 2016. Life cycle assessment (LCA) applied to the manufacturing of common and ecological concrete: A review. <i>Construction and Building Materials</i> , 124, 656-666.
3	Andrade, A. de L., Santos, M. A. 2015. Hydroelectric plants environmental viability: Strategic environmental assessment application in Brazil. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 52, 1413-1423.
4	Souza, A. C. C. de. 2008. Assessment and statistics of Brazilian hydroelectric power plants: Dam areas versus installed and firm power./ <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 12, 1843-1863.
5	Alves, F. C., França, F. P. de, and Silva, L. J. da. 2012. A review of the technological solutions for the treatment of oily sludges from petroleum refineries. <i>Waste Management & Research</i> , 30 (10), 1016-1030.
6	Oliveira, J. A. P. de, Doll, C. N.H., Siri, J., Dreyfus, M., Farzaneh, H. and Capon, A. 2015. Urban governance and the systems approaches to health-environment co-benefits in cities. <i>Cad. Saúde Pública</i> , Rio de Janeiro, 31 Sup:S25-S38.
7	Schmidt, I. B., Mandle, L., Ticktin, T. and Gaoue, O. G.. 2011. What do matrix population models reveal about the sustainability of non-timber forest product harvest?. <i>Journal of Applied Ecology</i> . 48, 815-826.
8	Creutzig, F., Ravindranath, N.H., Berndes, G., Bolwig, S., Bright, R., Cherubini, F. Chum, H., Corbera, E., Delucchi, M. Faaij, A., Fargione, J., Haberl, H., Heath, G., Lucon, O., Plevin, R., Popp, A., Robledo-Abad, C., Rose, S., Smith, P., Stromman, A., Suh, S., and Masera, O. 2015. Bioenergy and climate change mitigation: an assessment. <i>Global Change Biology Bioenergy</i> , 7, 916-944.
9	Aragão, L. E. O. C., Poulter, B., Barlow, J. B., Anderson, L. O., Malhi, Y., Saatchi, S., Philips, O. L., and Gloor, E. 2014. Environmental change and the carbon balance of Amazonian forests. <i>Biological Reviews</i> , 89, 913-931.
10	Nóbrega-Silva, C., Patrício, J., Marques, J. C., Olímpio, M. dos S., Farias, J. N. B. and Molozzi, J. 2016. Is polychaete family-level sufficient to assess impact on tropical estuarine gradients?. <i>Acta Oecologica</i> . 77, 50-58.
11	Westin, F. F., Santos, M. A. dos, Martins, I. D. 2014. Hydropower expansion and analysis of the use of strategic and integrated environmental assessment tools in Brazil. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 37, 750-761.
12	Filoso, S., Carmo, J. B do, Mardegan, S. F., Lins, S. R. M., Gomes, T. F., and Martinelli, L. A. 2015. Reassessing the environmental impacts of sugarcane ethanol production in Brazil to help meet sustainability goals. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 52, 1847-1856.
13	Smeets, E., Junginger, M., Faaiji, A., Walter, A., Dolzan, P. and Turkenburg, W. 2008. The sustainability of Brazilian ethanol—An assessment of the possibilities of certified production. <i>Biomass and Bioenergy</i> , 32, 781-813.

N°	ARTIGO
14	Claudino, E. S. and Talamini, E. 2013. Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio - Uma revisão de literatura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 17, nº1, 77-85.
15	Schott, A. B. S., Wenzel, H. and Jansen, J. la C. 2016. Identification of decisive factors for greenhouse gas emissions in comparative life cycle assessments of food waste management e an analytical review. Journal of Cleaner Production, 119, 13-24.
16	Silva, D. A. L., Delai, I., Montes, M. L. D., and Ometto, A. R. 2014. Life cycle assessment of the sugarcane bagasse electricity generation in Brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 32, 532-547.
17	Smith, C. R., Leo, F. C. de, Bernardino, A. F., Sweetman, A. K., and Arbizu, P. M. 2008. Abyssal food limitation, ecosystem structure and climate change. Trends in Ecology and Evolution, 23, 9.
18	O'Neil, M. S., Jerrett, M., Kawachi, I., Levy, J. I., Cohen, A. J., Gouveia, N., Wilkinson, P., Fletcher, T., Cifuentes, L. and Schwartz, J. with input from participants of the Workshop on Air Pollution and Socioeconomic Conditions. 2003. Health, Wealth, and Air Pollution: Advancing Theory and Methods. Environmental Health Perspectives, 111, n16, 1861-1870.
19	Nevado, J. J. B., Martín-Doimeadios, R. C. R., Bernardo, F. J.G., Moreno, M. J., Herculano, A. M., Nascimento, J. L. M. do, and Crespo-López, M. E. 2010. Mercury in the Tapajós River basin, Brazilian Amazon: A review. Environment International, 36, 593-608.
20	Otto, R., Castro, S. A. Q., Mariano, E., Castro, S. G. Q., Franco, H. C. J., and Trivelin, P. C. O. 2016. Nitrogen Use Efficiency for Sugarcane-Biofuel Production: What Is Next?. Bioenergy Research, 9, 1272-1289.
21	Bernstad, A. K., Cánovas, A. and Valle, R. 2016. Consideration of food wastage along the supply chain in lifecycle assessments: A mini-review based on the case of tomatoes. Waste Management & Research, 1-11.
22	Bittencourt, S., Aisse, M. M., Serrat, B. M., and Azevedo, J. C. R. de. 2016..Sorção de poluentes orgânicos emergentes em lodo de esgoto. Engenharia Ambiental Sanitária, 21, n.1, 43-53.
23	Schott, A. B. S., Cánovas, A. Current practice, challenges and potential methodological improvements in environmental evaluations of food waste prevention – A discussion paper. Resources, Conservation and Recycling, 101, 132-142.
24	Rao, I., Peters, M., Castro, A., Schultze-Kraft, R., White, D., Fisher, M., Miles, J., Lascano, C., Blümmel, M., Bungenstab, D., Tapasco, J., Hyman, G., Bollger, A., Birthe, P., Hoek, R. van der, Maass, B., Tiemann, T., Cuchillo, M., Douchamps, S., Villanueva, C., Rincón, A., Ayarza, M., Rosenstock, T., Subbarao, G., Arango, J., Cardoso, J. A., Worthington, M., Chirinda, N., Notenbaert, A., Jenet, A., Schmidt, A., Vivas, N., Lefroy, R., Fahrney, K., Guimarães, E., Tohme, J., Cook, S., Herrero, M., Chacón, M., Searchinger, T., and Rudel, T. 2015. LivestockPlus -The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to imp grove livelihoods and ecosystem services in the tropics. International Center for Tropical Agriculture, 407, 1-42.
25	Cerdeira, A. L., and Duke, S. O. 2006. The Current Status and Environmental Impacts of Glyphosate-Resistant Crops: A Review. Journal of Environmental, 35, 1633-1658
26	Soares, S. R., Finotti, A. R., Silva, V. P. da, and Alvarenga, R. A. F. 2013. Applications of life cycle assessment and cost analysis in health care waste management. Waste Management, 33, 175-183.

N°	ARTIGO
27	Hacon, S., Barrocas, P. R. G., Vasconellos, A. C. S. de, Barcellos, C., Wasserman, J. C., Campos, R. C., Ribeiro, C., Azevedo-Carlioni, F. B. 2008. An overview of mercury contamination research in the Amazon basin with an emphasis on Brazil. <i>Caderno Saúde Pública</i> , 24(7),1479-1492.
28	Walter, A., Galdos, M. V., Scarpore, F. V., Leal, M. R. L. V., Seabra, J. E. A., Cunha, M. P., da, Picoli, M. C. A., and Oliveira, C. O. F. de. 2014. Brazilian sugarcane ethanol: developments so far and challenges for the future. <i>WIREs Energy and Environment</i> , 3, 70-92.
29	Vijgen, J., Abhilash, P.C., Li, Y. F., Lal, R., Forter, M., Torres, J., Singh, N., Yunus, M., Tian, C., Schäffer, A., and Weber, R. 2011. Hexachlorocyclohexane (HCH) as new Stockholm Convention POPs—a global perspective on the management of Lindane and its waste isomers. <i>Environ Sci Pollut Res</i> , 18, 152-162.
30	Rocha, M. H., Capaz, R. S., Lora, E. E. S., Nogueira, L. A. H., Leme, M. M. V., Renó, M. L. G., Olmo, O. A. del. 2014. Life cycle assessment (LCA) for biofuels in Brazilian conditions: A meta-analysis. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 37, 435-459
31	Gasparatos, A., Maltitz, G. P. von, Johnson, F. X., Lee, L., Mathai, M., Oliveira, J. A. P. de, Willis, K. J. 2015. Biofuels in sub-Sahara Africa: Drivers, impacts and priority policy áreas. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 45, 879-901.
32	Bustamante, M., Robledo-Abad, C., Harper, R., Mbow, C. Ravindranat, N., Sperling, F., Haberl, H., Pinto, A. de S., and Smith, P. 2014. Co-benefits, trade-offs, barriers and policies for greenhouse gas mitigation in the agriculture, forestry and other land use (AFOLU) sector. <i>Global Change Biology</i> , 20, 3270-3290.
33	Smith, P., Haberl, H., Popp, A., Erb, K-H, Lauk, C., Harper, R., Tubiello, F. N., Pinto, A. de S., Jafari, M., Sohi, S., Masera, O., Böttcher, H., Berndes, G., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E. A., Mbow, C., Ravindranath, N.. H., Rice, C. W., Abad, C. R., Romanovskaya, A., Sperling, F., Herrero, M., House, J. I., and Rose, S. 2013. How much land-based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals?. <i>Global Change Biology</i> , 19, 2285-2302.
34	Viegas, C. V., Bond, A., Ribeiro, J. L. D., Selig, P. M. 2013. A review of environmental monitoring and auditing in the context of risk: unveiling the extent of a confused relationship. <i>Journal of Cleaner Production</i> . 47, 165-173.
35	Ferreira, J., Pardini, R., Metzger, J. P., Fonseca, C. R., Pompeu, P. S., Sparovek, G., and Louzada, J. 2012. Towards environmentally sustainable agriculture in Brazil: challenges and opportunities for applied ecological research. <i>Journal of Applied Ecology</i> , 49, 535-541.
36	Caldeira-Pires, A., Luz, S. M. da, Palma-Rojas, S., Rodrigues, T. O., Silverio, V. C., Vilela, F., Barbosa, P. C., and Alves, A. M. 2013. Sustainability of the Biorefinery Industry for Fuel Production. <i>Energies</i> , 6, 329-350.
37	Mendoza, I., Peres, C. A., Morellato, L. P. C. 2017. Continental-scale patterns and climatic drivers of fruiting phenology: A quantitative Neotropical review. <i>Global and Planetary Change</i> , 148, 227-241.
38	Cherubini, F., Fuglestvedt, J., Gasser, T., Reisinger, A., Cavalett, O., Huijbregts, M. A. J., Johansson, D. J. A., Jørgensen, S. V., Rauegi, M., Schivlehy, G., Strømman, A. H., Tanaka, K., Lévassieur, A. 2016. Bridging the gap between impact assessment methods and climate science. <i>Environmental Science & Policy</i> , 64, 129-140.
39	Samuel-Fitwi, B., Wuertz, S., Schroeder, J. P, Schulz, C. 2012. Sustainability assessment tools to support aquaculture development. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 32, 183-192.

N°	ARTIGO
40	Prado, R.. B., Fidalgo, E. C. C., Monteiro, J. M. G., Schuler, A. E., Vezzani, F. M., Garcia, J. R., Oliveira, A. P. de, Viana, J. H. M., Pedreira, B. da C. C. G., Mendes, I. de C., Reatto, A., Parron, L. M., Clemente, E. de P., Donagemma, G. K., Turetta, A. P. D., and Simões, M. 2016. Current overview and potential applications of the soil ecosystem services approach in Brazil. <i>Pesquisa Agropecuária Brasileira</i> , 51, n.9, 1021-1038.
41	Parl, J.-II, Kim, T. 2016. Institutional improvement measures for environmental assessment in the pursuit of eco-friendly ocean renewable energy development in South Korea. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 58, 525-536.
42	Bernal, S. A., Rodríguez, E. D., Kirchheim, A. P., and Provis, J. L. 2016. Management and valorisation of wastes through use in producing alkali-activated cement materials. <i>Journal of Chemical Technology and Biotechnology</i> .
43	Yan, M.-J. ,Humphreys, J., Holden, N. M. 2011. An evaluation of life cycle assessment of European milk production. <i>Journal of Environmental Management</i> , 92, 372-379.
44	Castellani, B., Morini, E., Filipponi, M., Nicolini, A., Palombo, M., Cotana, F., and Rossi, F. 2014. Comparative Analysis of Monitoring Devices for Particulate Content in Exhaust Gases. <i>Sustainability</i> , 6, 4287-4307.
45	Cuce, M. P., Riffat, S. 2015, A comprehensive review of heat recovery systems for building applications. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 47, 665-682.
46	Tang, X., Li, Q., Wu, M., Tang, W., J.in, F., Haynes, J., Scholz, M. 2012. Ecological Environment Protection in Chinese Rural Hydropower Development Practices: A Review.. <i>Water Air Soil Pollut</i> 223,3033–3048.
47	Roer, A.-G., Korsath, A. Henriksen, T. M., Michelsen, O., Strømman, A. H. 2012.The influence of system boundaries on life cycle assessment of grain production in central southeast Norway. <i>Agricultural Systems</i> , 111, 75-84.
48	Chang, J.-S. 2015. Understanding the role of ecological indicator use in assessing the effects of desalination plants. <i>Desalination</i> , 365, 416-433.
49	Ottinger, M., Clauss, K., Kuenzer, C. 2016. Aquaculture: Relevance, distribution, impacts and spatial assessments - A review. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 119, 244-266.
50	Saini, V., Gupta, R. P., Arora, K. M. 2016. Environmental impact studies in coalfields in India: A case study from Jharia coal-field. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 53, 1222-1239.
51	Wang, Y.-M., Yang, J.-B., Xu, D.-L. 2006. Environmental impact assessment using the evidential reasoning approach. <i>European Journal of Operational Research</i> 174, 1885–1913
52	Judd, A.D., Backhaus, T., Goodsir, F. 2015. An effective set of principles for practical implementation of marine cumulative effects assessment. <i>Environmental Science & Policy</i> , 54, 254-262.
53	Warner, E. S., and Heath, G. A. 2012. Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Nuclear Electricity Generation. <i>Journal of Industrial Ecology</i> , 16, nS1, S72- S92.
54	Smolders, R., Schramm, K.-W., Nickmilder, M., and Schoeters, G. 2009. Applicability of non-invasively collected matrices for human biomonitoring. <i>Environmental Health</i> , 8:8, 1-10.
55	Kittinger, J. N., Coontz, K. M., Yuan, Z., Han, D., Zhao, X., and Wilcox, B. A. 2010. Toward Holistic Evaluation and Assessment: Linking Ecosystems and Human Well-Being for the Three Gorges Dam. <i>EcoHealth</i> , 6, issue 4, 601-613.

N°	ARTIGO
56	Buyetaert, V. Muys, B., Devriendt, N., Pelkmans, L. Kretzschmar, J. G., Samson, R. 2015. Towards integrated sustainability assessment for energetic use of biomass: A state of the art evaluation of assessment tools. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 2011, 3918-3933.
57	Higgs, G., Berry, R., Kidner, D., Langford, M. 2008. Using IT approaches to promote public participation in renewable energy planning: Prospects and challenges. <i>Land Use Policy</i> , 25, 596–607.
58	Philips, J. 2010. Evaluating the level and nature of sustainable development for a geothermal power plan. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 14, 2414-2425.
59	Chen, S., Chen, B., Fath, B. D. 2015. Assessing the cumulative environmental impact of hydropower construction on river systems based on energy network model. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 42, 78-92.
60	Heeren, N., Jakob, M., Martius, G., Gross, N., Wallbaum, H. 2013. A component based bottom-up building stock model for comprehensive environmental impact assessment and target control. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 20, 45-56.
61	Shi, X., Quilty, S M., Long, T., Jayakaran, A., Fay, L., Xu, G. 2017. Managing airport stormwater containing deicers: challenges and opportunities. <i>Frontiers of Structural and Civil Engineering</i> , 11, 35-46.
62	Soust-Verdaguer, B., Llatas, C., García-Matínez, A. 2016. Simplification in life cycle assessment of single-family houses: A review of recent developments. <i>Building and Environment</i> , 103, 215-227.
63	Gao, T., Xiaochang, C. W., Chen, R., Ngo, H. H., Guo, W. 2015. Disability adjusted life year (DALY): A useful tool for quantitative assessment of environmental pollution. <i>Science of the Total Environment</i> , 511, 268-287.
64	Stevanovic, Z., & Milanovic, P. 2015. Engineering Challenges in Karst. <i>Acta carsologica</i> , 44/3, 381–399.
65	Hsu, J. R.-C., Yu, M.-J., Lee, F.-C., Benedet, L. 2010. Static bay beach concept for scientists and engineers: A review. <i>Coastal Engineering</i> , 57, 76-91.
66	Samarakoon, M., Rowan, J. S. 2008. A Critical Review of Environmental Impact Statements in Sri Lanka with Particular Reference to Ecological Impact Assessment. <i>Environmental Management</i> , 41, 441–460.
67	Fernandez-Mena, H., Nesme, T., Pellerin, S. 2016. Towards an Agro-Industrial Ecology: A review of nutrient flow modelling and assessment tools in agro-food systems at the local scale. <i>Science of the Total Environment</i> , 543, 467-479.
68	Schau, E. M., and Fet, A. M. 2008. LCA Studies of Food Products as Background for Environmental Product Declarations. <i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i> , 13 (3), 255-264.
69	Chen, C.-L. 2014. Institutional Roles of Political Processes, Expert Governance, and Judicial Review in Environmental Impact Assessment: A Theoretical Framework and a Case Study of Taiwan. <i>Natural Resources Journal</i> , 54, No. 1, 41-80.
70	Phillips, J. 2013. Determining the sustainability of large-scale photovoltaic solar power plants. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 27, 435-444.
71	Tzilivakis, J., Turley, D., Lewis, K. Ogilvy, S., Lawson, K. 2004. Assessing the environmental impact of different crop protection strategies. <i>Agronomie, EDP Sciences</i> , 24 (2), pp.67-76.

N°	ARTIGO
72	Bhatia, R., and Wernham, A. 2008. Integrating Human Health into Environmental Impact Assessment: An Unrealized Opportunity for Environmental Health and Justice. <i>Environmental Health Perspectives</i> , 116, n 8, 991-1000.
73	Payraudeau, S, Werf, H. M. G. van der. 2005. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. <i>Agriculture, Ecosystems and Environment</i> , 107, 1–19.
74	Lee, O. A. 2010. Coastal resort development in Malaysia: A review of policy use in the pre-construction and post-construction phase. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 53, 439-446.
75	Jegannathan, K. R., Nielsen, P. H. 2013. Environmental assessment of enzyme use in industrial production e a literature review. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 42, 228-240.
76	Tamis, J. E., Vries, P. de, Jongbloed, R. J., Lagerveld, S., Jak, R. G., Karman, C. C., Wal, y J. T. V. der, Slijkerman, D. M. E., and Klok, C. 2015. Toward a Harmonized Approach for Environmental Assessment of Human Activities in the Marine Environment. <i>Integrated Environmental Assessment and Management</i> , 12, N 4, 632–642.
77	Skowronska, M., and Filipek, T. 2014. Life cycle assessment of fertilizers: a review. <i>International Agrophysics</i> , 28, 101-110.
78	Anthonissen, J. Van den bergh, W., Braet, J. Review and environmental impact assessment of green technologies for base courses in bituminous pavements. <i>Environmental Impact Assessment Review</i> , 60, 139-147.
79	Martínez, J. A., Martínez, J. E., Zuberogitia, I., García, J. T., Carbonell, R. Lucas, M. de, & Díaz, M. . 2003. La Evaluación De Impacto Ambiental Sobre Las Poblaciones De Aves Rapaces: Problemas De Ejecución Y Posibles Soluciones. <i>Ardeola</i> 50(1), 85-102.
80	Martínez-Abraína, A., Oroa, D., Jiménez, J., Stewart, G., Pullinc, A. 2010. A systematic review of the effects of recreational activities on nesting birds of prey. <i>Basic and Applied Ecology</i> , 11, 312–319.

Capítulo II

Fatores que estimulam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública

Capítulo II

Artigo a ser submetido ao periódico *Environmental Science and Policy*

FATORES QUE ESTIMULAM A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO APLICADO E ÚTIL À GESTÃO AMBIENTAL PÚBLICA

MAIA¹, M.P & ROCHA¹, P.L.B.

¹PPG ECOLOGIA: TEORIA, APLICAÇÃO E VALORES, UFBA

Abstract

Connection between scientific knowledge and social needs has become an important political agenda in many countries, and one of the conditions for scientific knowledge to be used in social problem-solving is that there is an integration between what is produced by the scientist and what is demanded by society. Authors from different areas indicate several factors that discourage the engagement of scientists in the production of socially useful knowledge. Moving forward in solving these problems depends on a clear perception of the factors that influence the practice of the scientist. This paper aims to present a hierarchical model formulated from the literature review of different research fields and improved based on interviews with scientists, graduate students and environmental managers with different backgrounds in Brazil. The graphical representation of the model indicating mechanisms and constraints seems to be a tool with a interesting heuristics to present social phenomena to different audiences.

1. Introdução

A conexão entre o conhecimento científico e as necessidades sociais se tornou uma agenda política importante em muitos países, e uma das condições para que o conhecimento científico seja usado na prática social de resolução de problemas é que haja uma integração entre o que é produzido pelo cientista e o que é demandado pela sociedade (Fraser *et al.*, 2018; McNie *et al.*, 2016; Wigren-Kristoferson, Gabrielsson e Kitagawa, 2011).

Essa integração pode ser mais efetiva a partir de processos iterativos de engajamento e coprodução entre cientistas de diferentes áreas do conhecimento e grupos de cidadãos envolvidos com os problemas, resultando na produção de um conhecimento robusto e usável pela sociedade ou setor produtivo (Fothergill, 2007; Lang *et al.*, 2012; Campbell *et al.*, 2015; Scholz e Steiner, 2015; Rynes e Bartunek, 2017; Tegedor *et al.*, 2018).

Embora essa percepção venha sendo defendida por diferentes tradições de pesquisa e esteja sendo progressivamente incorporada ao menos nos textos das políticas científicas de vários países (Holm e Linason, 2005), diversos autores de diferentes áreas (Tegedor *et al.*, 2018; Fraser *et al.*, 2018; Rajaeian *et al.*, 2018; Neff, 2017; Rynes & Bartunek, 2017; Bertuol-Garcia *et al.*, 2018; Campbell *et al.*, 2015; Scholz e Steiner, 2015; Lang *et al.*, 2012; Lemos *et al.*, 2012; Wigren-Kristoferson, Gabrielsson e Kitagawa, 2011; Hodgkinson e Rousseau, 2009; Lemos *et al.*, 2005; Fothergill, 2000) têm apontado uma série de fatores que desestimulam ou dificultam o engajamento de pesquisadores em atividades de produção de conhecimento socialmente útil, incluindo o desenvolvimento de práticas de interação com outras disciplinas (interdisciplinares) e com setores não acadêmicos (transdisciplinares).

A área ambiental não foge a essa regra, e os impactos da ação humana sobre o meio ambiente produzem efeitos sobre os meios físico, biológico e social, podendo gerar problemas perversos (Rittel e Webber, 1973; Crowley e Head, 2017) ou super perversos (Levin *et al.*, 2012), que demandam estratégias complexas, pactuadas e viáveis (Crowley e Head, 2017), e uma atuação na fronteira entre ciência, sociedade e política (Hajer, 2003). Apesar da crescente produção científica relacionada aos aspectos físicos, biológicos e sociais de sistemas socioecológicos, a falta de integração entre esses conhecimentos acadêmicos, e deles com as demandas sociais específicas, têm dificultado a formulação de soluções mais efetivas. Um estudo de revisão recente (Maia & Rocha, primeiro capítulo desta tese) avaliou a produção acadêmica sobre a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), e demonstrou uma grande assimetria de participação de cientistas de diferentes áreas, indicando também que a produção de conhecimento inter e transdisciplinar sobre o tema está ocorrendo de forma restrita, tanto no mundo em geral como num país megadiverso e com elevada produção acadêmica, como o Brasil. Uma vez que a AIA é o instrumento de política pública ambiental mais disseminado a nível mundial (Morgan, 2012), é razoável supor que este pode fornecer indícios

importantes sobre o cenário da participação das diferentes áreas de conhecimento na gestão ambiental pública.

Avançar na solução desses problemas depende de uma percepção clara sobre os fatores que influenciam a prática do cientista. O presente trabalho tem por objetivo apresentar um modelo conceitual que explicita os fatores que contribuem para que cientistas de diferentes áreas produzam ou não conhecimento aplicado e útil à gestão ambiental pública e, nesse processo, interajam com pesquisadores de outras disciplinas e com o setor não acadêmico (como, por exemplo, técnicos ambientais, stakeholders), condição necessária para que esse conhecimento seja de fato usável. O modelo foi formulado a partir da revisão da literatura de diversas áreas de pesquisa e, aprimorado com base em entrevistas com cientistas e pós-graduandos de diferentes áreas, além de gestores ambientais de diferentes formações no Brasil. O modelo proposto é particularmente interessante porque utiliza a modelagem hierárquica como uma ferramenta conceitual (Salthe, 2012) para organizar e representar a literatura de diferentes campos de pesquisa sobre uma questão complexa (Ahl & Allen, 1996), tornando a compreensão dos processos envolvidos e suas respectivas escalas e mecanismos de atuação mais interativa e de fácil comunicação.

2. Metodologia

2.1 Pesquisa bibliográfica

Para desenvolver uma estrutura teórica que ajudasse a compreender quais são as concepções dos autores de diferentes campos de pesquisa sobre os fatores que influenciam pesquisadores a ter ou não uma produção científica aplicada e útil à gestão ambiental pública, realizamos inicialmente uma pesquisa bibliográfica na coleção principal da base *Web of Science* (Thomson Reuters Scientific, 2006), abrangendo o período de 1995-2018. Buscamos artigos que incluíssem expressões em inglês relacionadas a "lacuna entre ciência e prática" e "lacuna rigor-relevância" utilizando a expressão de busca "rigour-relevance gap" OR "research-implementation gap" OR "science-practice". Artigos relacionados a lacuna ciência-prática assim como a lacuna rigor-relevância, discutem questões relacionadas à distância e desconexão entre pesquisas e ações práticas relevantes para a sociedade, incluindo aspectos relacionados as possíveis causas e estratégias para superar a lacuna. Esta etapa da pesquisa bibliográfica teve por objetivo resgatar um conjunto inicial de artigos que fornecessem informações preliminares sobre o nosso tema de interesse (Sayers, 2007).

Os artigos resgatados passaram por um processo de triagem de modo a manter apenas aqueles que tratam de fatores que influenciam cientistas a ter ou não uma produção aplicada e útil à gestão ambiental pública. O conceito de gestão ambiental pública adotado neste trabalho, se refere ao processo político-administrativo relacionado a formulação, implementação e avaliação de diretrizes e instrumentos de políticas ambientais públicas (Philippi Jr, 2014)

Após a seleção de um conjunto inicial de artigos considerados importantes, utilizamos a técnica de “*Snowballing*” (Ridley, 2012) ou “Bola de Neve” (Figura 1). O “*snowballing*” abrange o uso da lista de referências dos artigos selecionados (“*backball snowballing*”) para identificar e recuperar artigos adicionais relevantes, e possibilita também identificar citações atuais num processo conhecido por “*forward snowballing*” (Wohlin, 2014). Grandes bases de dados on-line oferecem um recurso avançado de rastreamento de citações, indicando artigos mais recentes que citam o artigo de interesse, até que não sejam encontrados mais artigos relevantes (Sayers, 2007). O uso de diferentes abordagens para identificar a literatura relevante é recomendável para garantir a melhor cobertura possível da literatura. Uma das principais vantagens do “*snowballing*” é que este inicia a partir de documentos relevantes e os utiliza para impulsionar o estudo (Wohlin, 2014), e sua eficiência é comparável à pesquisa em banco de dados, podendo ser ainda mais confiável. Contudo, sua confiabilidade é altamente dependente da criação de um conjunto de inicial adequado (Badampudi *et al.*, 2015).

Ao final da pesquisa bibliográfica foram selecionados 87 artigos (ver Material suplementar), dos quais extraí afirmações sobre os fatores que estimulam cientistas de diferentes áreas a produzir ou não, conhecimento aplicado e útil à gestão ambiental pública. Seguindo a estrutura lógica do modelo hierárquico proposto, classifiquei os fatores levantados como restrições de nível superior (quando relacionados a aspectos ou contextos que controlam ou restringem a produção de conhecimento aplicado e útil à gestão ambiental) ou processos associados aos mecanismos de interação entre os componentes do nível inferior (relacionados as interações entre cientistas de diferentes áreas e, entre estes e técnicos envolvidos com a gestão ambiental pública). Quando pertinente, os fatores associados ao nível hierárquico superior foram organizados em grupos (por exemplo, fatores relacionados ao contexto dos pesquisadores; fatores relacionados ao contexto dos gestores ambientais). Quando possível, os fatores associados aos níveis superior e inferior foram classificados como relacionados a conhecimentos, práticas sociais e sistemas de valores (Clement, 2006), ou quanto a propriedades dos sujeitos (por exemplo, gênero e tempo de carreira), neste caso, restritas ao nível inferior de organização do modelo.

2.2 Arcabouço teórico e desenvolvimento do modelo

Nosso modelo pretende representar os fatores que influenciam os cientistas a produzir conhecimento aplicado e útil à gestão ambiental pública. Inspirados por uma estratégia previamente utilizada para desenvolver um modelo sobre o processo de tomada de decisão na área ambiental (Rocha & Rocha 2018), utilizamos os recursos teóricos da modelagem hierárquica (Ahl e Allen, 1996; Salthe, 1985), da abordagem de mecanismos (Craver & Bechtel, 2006; Machamer, Darden & Craver, 2000) e do modelo KVP (Clement 2006). Como nosso modelo se refere a fenômenos sociais, incorporamos também recursos teóricos associados à teoria da estruturação (Giddens, 1984; Sewell

1992) e sobre mecanismos e causalidades top-down em sistemas sociais (Wan, 2016; Elder-Vass, 2012; Elder-Vass, 2007; Fuchs & Hofkirchner, 2005; Bunge, 2004).

Nosso modelo busca fornecer uma explicação causal (Picket *et al.* 2007 p. 45) para o fenômeno de produção, pelo cientista, de conhecimento útil à gestão ambiental pública. Caso o cientista interaja com cientistas de outras áreas e com técnicos envolvidos com a gestão ambiental pública, suas concepções sobre o problema a ser enfrentado e sobre as potenciais soluções podem ser integradas, o que aumenta a chance de que o conhecimento produzido venha a ser efetivamente usado na gestão. Assim, em nosso modelo, concebemos as interações entre esses atores e a integração de suas concepções como o mecanismo necessário à geração de conhecimento científico aplicado e útil à ambiental. “Concepções” pessoais são o produto dos conhecimentos (técnicos e científicos), práticas sociais (práticas profissionais, práticas como cidadãos) e sistema de valores (opiniões, crenças, ideologias) do ator (Clément, 2006). Desse modo, as interações que um pesquisador tem com outros atores pode alterar suas próprias concepções pessoais na medida em que altere seus conhecimentos, práticas e/ou valores.

A explicação científica de um fenômeno de interesse frequentemente envolve a identificação dos mecanismos envolvidos na produção deste fenômeno (Machamer, Darden & Craver, 2000). A compreensão do funcionamento de um mecanismo abrange aspectos relacionados ao fenômeno de interesse, à organização, aos componentes, e às relações causais entre seus componentes. Os componentes dos mecanismos e suas relações causais são espacial e temporalmente organizados (Craver & Bechtel, 2006). Em relação aos mecanismos sociais, Bunge (2004) os define como processos reais – nem sempre observáveis – que ocorrem nos sistemas e os mantêm funcionando. Os mecanismos são processos que fazem com que os sistemas funcionem e seus poderes causais sejam possíveis (Wan, 2016).

A qualidade da operação do mecanismo de interação entre pesquisadores de diversas áreas e o setor não acadêmico (gestores ambientais, stakeholders) pode ser influenciada pelos contextos aos quais esses atores estão submetidos, como o de sua formação acadêmica, o das políticas acadêmicas de incentivo etc. Para incluir esse aspecto em nosso modelo utilizamos a estratégia de modelagem hierárquica, visto que a teoria das hierarquias ajuda a compreender a natureza de questões complexas (Ahl e Allen, 1996). A modelagem hierárquica objetiva simplificar a descrição de sistemas complexos através da decomposição dos mesmos em níveis hierárquicos (Wu, 2013). Um modelo triádico, isto é, com três níveis de organização adjacentes, é usualmente considerado parcimonioso e suficiente para a descrição do comportamento do fenômeno de interesse (Wu, 2013), uma vez que um fenômeno observado em um determinado nível hierárquico (nível focal) resulta da operação de processos no nível hierárquico inferior (nível do mecanismo), os quais são controlados por processos do nível hierárquico superior (nível das restrições) (Ahl & Allen, 1996). A frequência de interações entre os componentes dentro de cada nível e, usualmente, a escala espacial, difere entre níveis inferiores (altas frequências, escalas espaciais menores) e níveis superiores (baixas

frequências, escalas espaciais maiores), de modo que um nível superior é percebido pelos componentes do nível inferior como um contexto relativamente imutável.

Embora a teoria das hierarquias venha sendo utilizada e desenvolvida principalmente nas áreas da biologia, ecologia e manejo de recursos (Warren 2005, Wu 2013), há sugestões de que ela apresenta o mesmo esquema conceitual da teoria da estruturação (Giddens 1984, Sewel 1992), oriunda da sociologia, na medida em que ambas incorporam o conceito de escala e são orientadas por processos (Warren 2005, 2006). A auto-organização nos sistemas sociais, sob a perspectiva da teoria das hierarquias, inclui processos *bottom-up* – que se referem ao que na sociologia é chamado de agência, e processos *top-down*, que contemplam ao que é denominado de estrutura na sociologia (Fuchs & Hofkirchner, 2005). Estrutura se refere ao conjunto de esquemas virtuais generalizados (isto é, aplicáveis em diferentes contextos), como normas estéticas, receitas de ação etc., e de recursos humanos ou não humanos (isto é, objetos ou características pessoais que podem ser usados para manter ou ampliar poder), como fábricas e conhecimento, que restringem a agência (Sewel, 1992). A estrutura social abrange os poderes causais das entidades sociais que, como organizações e comunidades normativas compostas por pessoas, têm o poder causal de influenciar o comportamento de indivíduos humanos (Elder-Vass, 2007). A agência se refere à capacidade intrínseca das pessoas de conhecer esquemas e acessar recursos, o que é realizado normalmente de modo coletivo. A agência tende a ser direcionada pela estrutura e, portanto, a reforçá-la. Contudo, pode ser inovadora e alterá-la, provocando mudanças sociais já que os agentes estão submetidos a uma multiplicidade de estruturas, e podem transpor esquemas (Sewell 1992). Em nosso modelo hierárquico, portanto, as restrições de nível superior representam esquemas e recursos que influenciam as concepções dos pesquisadores e sua agência, aqui referente a produzir ou não conhecimento aplicado e útil para a prática e a interagir ou não com pesquisadores de outras áreas e com *stakeholders* para fazê-lo.

2.3 Avaliação do modelo por cientistas, pós-graduandos e gestores ambientais

Com o objetivo de detectar aspectos potencialmente falhos e incompletudes do modelo desenvolvido, realizamos 12 entrevistas semiestruturadas (Boni & Quaresma, 2005) para colher as impressões de um conjunto diversificado de pesquisadores, pós-graduandos e técnicos ambientais sobre o mesmo. Esse conjunto incluiu quatro categorias: cientistas ativos com produção científica que busca ser útil para a prática; cientistas ativos sem produção científica que busca ser útil para a prática; gestores de órgãos governamentais da área ambiental; e estudantes de doutorado em final de curso (3º ou 4º ano). Para cada categoria foram entrevistadas três pessoas, uma da área de engenharia, uma da área de ecologia e uma da área de ciências sociais. No caso dos cientistas e estudantes, sua vinculação a uma dessas áreas foi avaliada com base nas suas formações, e respectivamente em seu credenciamento ou sua matrícula em cursos de pós-graduação em engenharia, ecologia ou ciências sociais; no caso dos gestores

ambientais, sua vinculação a uma dessas áreas foi baseada em sua formação de nível superior. A seleção de entrevistados procurou ainda abranger outras características pessoais consideradas relevantes pelo modelo como gênero e, no caso de cientistas, tempo de carreira. Com isso, nossa amostra de entrevistados garantiu uma diversidade de perspectivas relevantes para a apreciação de diferentes aspectos do modelo.

Inicialmente, expliquei o papel da entrevista no projeto de pesquisa e, em seguida, utilizando a representação gráfica do modelo (Fig. 2), expliquei sua estrutura hierárquica, apresentei os componentes de cada nível e os processos associados aos mecanismos e às restrições que afetam a produção de conhecimento científico aplicado e útil na gestão ambiental pública. Após a apresentação, solicitei aos entrevistados que indicassem e explicassem sua concordância ou discordância com o modelo e seus aspectos, e apresentassem sugestões para seu aprimoramento. Nessa fase da entrevista estabeleci um diálogo que me permitiu explicar aspectos do modelo que não tivessem ficado claros e estimular o entrevistado a tratar de aspectos do modelo sobre os quais ele não tenha se pronunciado espontaneamente. Gravei e transcrevi as entrevistas e, as avalei a partir de uma análise de conteúdo (Bauer & Gaskell 2003), selecionando, codificando e categorizando as afirmações do texto (Young *et al.*, 2018) relacionadas com a concordância e discordância com os diferentes aspectos do modelo, a saber: (I) organização hierárquica em três níveis; (II) componentes do mecanismo (cientistas e gestores ambientais); (III) processos dos mecanismos (interações entre os componentes); (IV) propriedades do contexto de restrição; (V) propriedades dos componentes do mecanismo (tempo de carreira, gênero e KVP); e (VI) completude do modelo (relacionada à inclusão de todos os aspectos mais relevantes no mesmo). Nos casos em que o modelo foi considerado incompleto, anotei as sugestões de alteração visando sua completude classificando-as, quando possível, como adições às categorias I a VI.

3. Resultados

3.1 Detalhamento do modelo a partir da literatura

3.1.1 Processos de restrição de nível superior

O fator mais citado na literatura se refere à **formação acadêmica** do cientista, ou seja, sua formação de graduação e pós-graduação. A literatura indica que, de uma forma geral, as formações de graduação e pós-graduação nos cursos de engenharia estimulam a aplicação do conhecimento para resolução de problemas da sociedade (Tegeador *et al.*, 2018; Rajaeian *et al.*, 2018; Fraser *et al.*, 2018; Smith *et al.*, 2018; Felgueiras *et al.*, 2017; Roll-Hansen, 2017; Holzer *et al.*, 2016; Brown *et al.*, 2015; Kamp, 2014; Lawlor, 2013; Chan & Fishbein, 2009; Jonassen *et al.*, 2006; Russell & Stouffer, 2005; Póvoa & Bento, 2005; Shuman *et al.*, 2005; Biglan, 1973). As abordagens inter e a transdisciplinares são aspectos considerados importantes e desejáveis no processo de

formação dos engenheiros (Tegedor *et al.*, 2018; Holzer *et al.*, 2016; Kamp, 2014; Diemont *et al.* 2010; Chan & Fishbein, 2009; Shuman *et al.*, 2005).

Por outro lado, a interação entre a ecologia e a sociedade ainda é vista com uma certa desconfiança e suscita muitos debates no meio acadêmico (Hansen *et al.* 2018; Bertuol-Garcia *et al.*, 2018; Horton *et al.*, 2015; Garrard *et al.*, 2015; Reiners *et al.*, 2013; Groffman *et al.*, 2010; Colón-Rivera *et al.*, 2011; Hagen, 2008; Lackey, 2007; Steel *et al.*, 2004; Sarewitz, 2004). As formações de graduação e pós-graduação nos cursos de ciências biológicas e ecologia possuem um foco mais disciplinar, com pouco estímulo a aplicação do conhecimento à resolução de problemas ambientais, e a inter e transdisciplinaridade, contribuindo para um certo distanciamento das questões ambientais vivenciadas pela sociedade (Hansen *et al.*, 2018; Roll-Hansen, 2017; Fernández, 2016; Reiners *et al.*, 2013; Reiners *et al.*, 2013a; Cid *et al.*, 2013; Colón-Rivera *et al.*, 2011; Rijnsoever & Hessels, 2011; Gulbrandsen & Kyvik, 2010; Groffman *et al.*, 2010; Hagen, 2008; Campbell *et al.*, 2005; Golde & Dore, 2001; Biglan, 1973). Quando há uma proximidade com temas relacionados a prática, o foco, em geral, abrange questões relacionadas a conservação de espécies e de áreas protegidas, com pouca integração com o componente social (Bennett *et al.*, 2017), enquanto tópicos referentes a previsão de impactos ecológicos associados ao uso dos recursos naturais no âmbito do licenciamento de empreendimentos recebem menos atenção (Sánchez, 2013; Pardini *et al.*, 2013; Gontier *et al.*, 2006). As formações de graduação e pós-graduação nos cursos de ciências sociais também são, em geral, mais teóricas e distanciadas de temas relacionados a prática ambiental como impactos socioambientais decorrentes de atividades produtivas ou empreendimentos, com pouco estímulo a interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (Roll-Hansen, 2017; Bentley *et al.*, 2015; Esteves *et al.*, 2013; Rijnsoever & Hessels, 2011; Gondim, 2002; Burdge, 2002; Lockie, 2001; Gismondi, 1997; Biglan, 1973), com avanços pontuais (Taylor & Mackay, 2016; Kropp & Blok, 2011).

A **cultura científica em gestão ambiental** se refere ao papel facilitador que a existência de cientistas que lideram grupos de pesquisa ou projetos relacionados à gestão ambiental exerce sobre a vinculação de novos estudantes e pesquisadores a esse tema (Pardini *et al.*, 2013; Hansen *et al.*, 2018; Campbell *et al.*, 2005).

As **políticas acadêmicas** de incentivo, incluindo normas, diretrizes, instrumentos de financiamento e de avaliação relacionadas à formação acadêmica e produção científica usualmente não estimulam a produção científica aplicada e a interação entre disciplinas, e da academia com o setor aplicado (Arocena *et al.*, 2019; Rapacciuolo, 2019; Neff, 2017; Pardini *et al.*, 2013; Rijnsoever e Hessels, 2011; Leydesdorff, 2008; Weingart, 2005; Arocena e Sutz, 2001; Fotherguill, 2000). Estudos evidenciaram que, em média, artigos multi ou interdisciplinares recebem menos citações do que artigos disciplinares, com variações entre as áreas de conhecimento (Levitt e Thelwall, 2008), e entre disciplinas básicas e aplicadas (Rijnsoever & Hessels, 2011).

A **cultura tecnocrática na gestão ambiental** se refere aos efeitos de uma racionalidade tecnocrática presente na gestão ambiental pública (Machin & Smith, 2014; Lockie, 2001) que demanda respostas rápidas, objetivas e quantitativas, favorecendo profissionais das engenharias, em detrimento da biologia/ecologia e das ciências sociais (Lockie, 2001; Dale *et al.*, 1997; Formby, 1990), que lidam com sistemas ecológicos e sociais complexos.

O **contexto financeiro** está presente e pode influenciar desde a escolha do curso de graduação pelos estudantes (por exemplo, devido a expectativas de um curso que dê um “retorno financeiro” mais rápido), até à aproximação entre cientistas e empresas (Franco e Haase, 2015; Ankrah *et al.*, 2013; Welsh *et al.*, 2008; Lam, 2007).

3.1.2 Propriedades do contexto de restrição e dos componentes do mecanismo

As dimensões KVP (Clement, 2006) compreendem os conhecimentos, as práticas sociais e os sistemas de valores que estão presentes no contexto de restrição e nos componentes dos mecanismos (Arocena *et al.*, 2019; Hansen *et al.*, 2018; Neff, 2017; Campbell *et al.*, 2005).

3.1.3 Propriedades dos pesquisadores

Estudos indicam que tanto **gênero** quanto o **tempo de carreira** podem influenciar a propensão do pesquisador a se engajar em temas de pesquisa relacionados à aplicação e em colaborações interdisciplinares (Rijnsoever e Hessels, 2011). O engajamento maior ocorre em mulheres e em pesquisadores sêniores (Reiners *et al.*, 2013; Rijnsoever e Hessels, 2011),

Modelo inicial

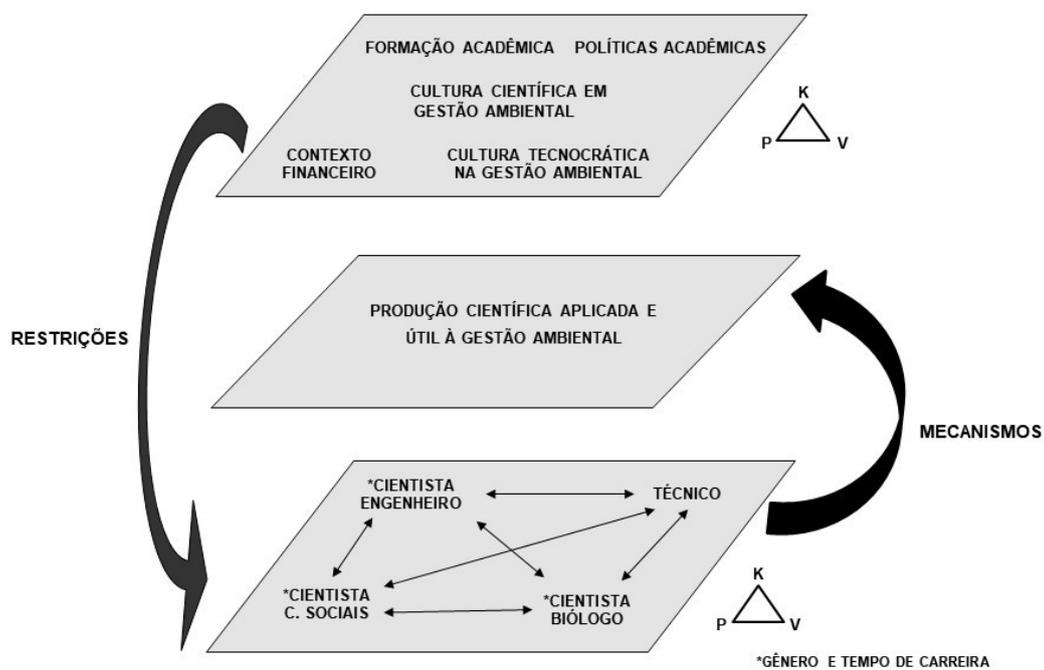


Figura 1. Modelo avaliado por cientistas, pós-graduandos e gestores ambientais.

3.2 Análise de conteúdo das entrevistas

Tabela 1. Avaliação dos aspectos do modelo pelos cientistas, gestores ambientais e estudantes de doutorado (doutorandos) entrevistados.

ENTREVISTADOS/ASPECTOS DO MODELO		CIENTISTAS						GESTORES AMBIENTAIS			DOUTORANDOS		
		Engenharia (Eng)		Ecologia (Eco)		Ciências Sociais (Cso)		Eng	Eco	Cso	Eng	Eco	Cso
		Próximo da Prática ♂ (E1)	Distante da Prática ♂ (E2)	Próximo da Prática ♂ (E3)	Distante da Prática ♀ (E4)	Próximo da Prática ♀ (E5)	Distante da Prática ♂ (E6)	♀ (E7)	♀ (E8)	♀ (E9)	♀ (E10)	♂ (E11)	♀ (E12)
I - Organização hierárquica em 3 Níveis													
II - Componentes dos mecanismos	(a) Cientistas; (b) Doutorandos; (c) Gestores ambientais												
III - Processos dos mecanismos	Interações entre componentes												
IV - Processos de Restrição	(a) Formação acadêmica												
	(b) Cultura científica em gestão ambiental												
	(c) Políticas acadêmicas												
	(d) Cultura tecnocrática												
	(e) Contexto financeiro												
V - Propriedades do contexto de restrição	KVP												
VI - Propriedades dos componentes dos mecanismos	(a) Tempo de carreira												
	(b) Gênero												
	(c) KVP												
VII - Completude do Modelo													

LEGENDA

	Concorda e apresenta argumentos favoráveis
	Concorda, mas não apresenta argumentos
	Discorda e apresenta argumentos

A análise de conteúdo das entrevistas evidenciou que os entrevistados, sem exceção, consideraram o modelo útil para explicar os fatores que influenciam a produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública, muitas vezes ressaltando a capacidade de síntese e poder heurístico do modelo:

“Eu gostei desse modelo, ótimo pra gente dar aula” (E4)

“se eu quisesse, conseguiria generalizá-lo mudando o objetivo central e as grandes áreas que estão amarradas a esse objetivo. Mas, as restrições não mudariam” (E10)

Houve também um padrão geral de concordância dos entrevistados com os aspectos particulares do modelo apresentado (células com os dois tons mais escuros na Tabela 1). Os entrevistados concentraram seus argumentos de concordância com o modelo nos aspectos relacionados com os processos de restrição e propriedades do contexto de restrição (células pretas na Tabela 1) e seus argumentos de discordância, menos frequentes, se referiram a possíveis incompletudes do modelo (células claras na Tabela 1) relacionadas com níveis hierárquicos usados, componentes do mecanismo e processos de restrição. Os gestores ambientais deixaram de apresentar argumentos, favoráveis ou desfavoráveis, às restrições de nível superior típicas do ambiente acadêmico (cultura científica em gestão ambiental e políticas acadêmicas).

Todos os entrevistados apresentaram argumentos favoráveis à inclusão do aspecto **“formação acadêmica”** como importante fator de restrição para a futura produção de conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública (os destaques em **negrito** no texto são de minha autoria). A seguir, alguns exemplos:

*“a **graduação** de engenharia ainda é muito presa ao modelo tradicional, com formação tecnocrática. A gente atua, faz questões com pesquisa aplicada muitas vezes, mas não é tão ligada às necessidades sociais”* (E1)

*“se você está lidando com meio ambiente então é engenheiro ambiental, e isso se reflete em editais e em oportunidades na área e acaba afastando o biólogo, que já não tem isso na formação, o reduto dele é falar sobre coisas teóricas que não tem nada a ver com o mundo real, isso vem da própria **formação**, e o mundo não dá oportunidades, não tem espaço, e ele acaba ficando lá, lá é o lugar mais seguro para ele”* (E3)

Houve um padrão frequente de concordância dos entrevistados com os aspectos relacionados à **cultura tecnocrática na gestão ambiental**, ao **contexto financeiro** e a **dimensão KVP** (Clement, 2005) das propriedades do contexto de restrição e dos componentes dos mecanismos, com a apresentação de argumentos como, por exemplo:

*“Acho que essa **cultura tecnocrática**, de fato favorece o campo das engenharias. O biólogo se sente desvalorizado e está perdendo espaço no mercado de trabalho. Tive vários alunos biólogos que faziam o curso de engenharia para serem respeitados na área ambiental”*. (E3)

“Alguns sociólogos, biólogos conseguem chegar a um objetivo, e aí ressaltam uma coisa, muitos biólogos estão sendo substituídos pelos engenheiros ambientais, justamente por conta desse contexto, o biólogo quando conhece o assunto, vai analisar o problema com toda a interface. O engenheiro ambiental é um engenheiro que tem uma formação em biologia, um pouquinho de formação social, e por ser engenheiro é mais prático, então, ele substitui bem o papel do biólogo, e muitas vezes até o do cientista social” (Exemplo de cultura tecnocrática na gestão ambiental) (E7)

“O cientista ecólogo/biólogo não conclui nada, sempre deixa em aberto. Acho que os cientistas engenheiros são mais práticos, é tudo mais fácil, mais simples. Fazer um estudo de uma espécie não, tem que conhecer todo o habitat antes. A resposta de um biólogo não é tão rápida quanto a de um engenheiro” (Exemplo de cultura tecnocrática na gestão ambiental) (E8)

“As ciências sociais não têm esse teor de aplicar, então a gente pode cobrar isso dela por causa da própria realidade que está batendo na porta. A ciência social é uma ciência, está aí pra pensar e refletir teoricamente, a gente pode cobrar por causa do seu próprio contexto, mas se não quiser dar essa resposta, ela não dá porque não foi feita isso, pra pensar a realidade sim, mas pra propor algo pra realidade não” (Exemplo da dimensão KVP nas propriedades do contexto de restrição) (E5)

“meu modo de ver é que engenheiro não está preocupado se vai funcionar ou não, ele vai fazer, vai dar resposta, e o biólogo fica lá estudando e nunca conclui, nossos artigos nunca concluem, deixam inclusive uma lacuna para próxima pessoa” (Exemplo da dimensão KVP nos componentes dos mecanismos) (E4)

“Os biólogos têm isso muito forte, de dissociar a preservação do humano, é demais, fico impressionada” (Exemplo da dimensão KVP nos componentes dos mecanismos) (E9)

Exceto pelos técnicos ambientais, todos os entrevistados apresentaram argumentos de que as **políticas acadêmicas** podem restringir o tipo de produção científica (útil ou usável pela gestão ambiental pública) gerada pelos pesquisadores.

Metade dos cientistas e todos os doutorandos (mas não os gestores ambientais) apresentaram argumentos de que a existência prévia de grupos de pesquisa que atuem em temas relacionados à gestão ambiental (**cultura científica em gestão ambiental**) pode influenciar outros pesquisadores, em formação ou não, a produzir conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública.

Apenas dois entrevistados (cientistas mulheres) apresentaram argumentos de que o **gênero** dos pesquisadores pode influenciar o cientista a produzir conhecimento científico aplicado e útil à gestão ambiental pública. Dois entrevistados apresentaram argumentos favoráveis ao fator **tempo de carreira**.

Três entrevistados apresentaram argumentos sobre a **completude do modelo**, que sugerem a necessidade de inclusão de novos elementos no modelo, incluindo níveis de organização (E6), restrições de nível superior (E6, E3) e componentes do mecanismo (E1):

O entrevistado E1 propôs a incorporação da sociedade como mais um componente dos mecanismos, além dos cientistas e técnicos ou gestores ambientais contemplados no modelo proposto, por entender que a presença de representantes da sociedade no modelo pode ajudar a identificar as reais necessidades e prioridades sociais. De acordo com o entrevistado *“para ser aplicado a gente tem que viver mais a realidade, aprofundar a relação da universidade com a sociedade é importantíssimo. É aí que entra a questão da produção científica ser realmente mais conectada a solução dos problemas”*.

O entrevistado E3 sugeriu a inserção de um componente no modelo que represente os fatores que atuam como barreiras à diversidade e reforçam o predomínio de um determinado perfil de atuação profissional na gestão ambiental pública.

O cientista E6 indicou a necessidade de incluir um quarto nível de organização no modelo para representar a influência do macrocontexto político e econômico nacional e mundial sobre as restrições no nível superior originalmente proposto, além incluir a possibilidade de mudanças ou alterações ao longo do tempo no modelo.

4. Discussão

4.1 Aprimoramento do modelo

A análise de conteúdo das entrevistas com um conjunto diversificado de cientistas, doutorandos e gestores ambientais com diferentes formações acadêmicas permitiu avaliar a adequação dos aspectos do modelo e suas lacunas possibilitando o aprimoramento do modelo originalmente proposto e o desenvolvimento do nosso modelo final (Figura 2). A incorporação ao modelo original das sugestões feitas pelos entrevistados teve como premissa a análise da literatura e a respectiva avaliação da pertinência sobre os elementos ou componentes recomendados.

Modelo final

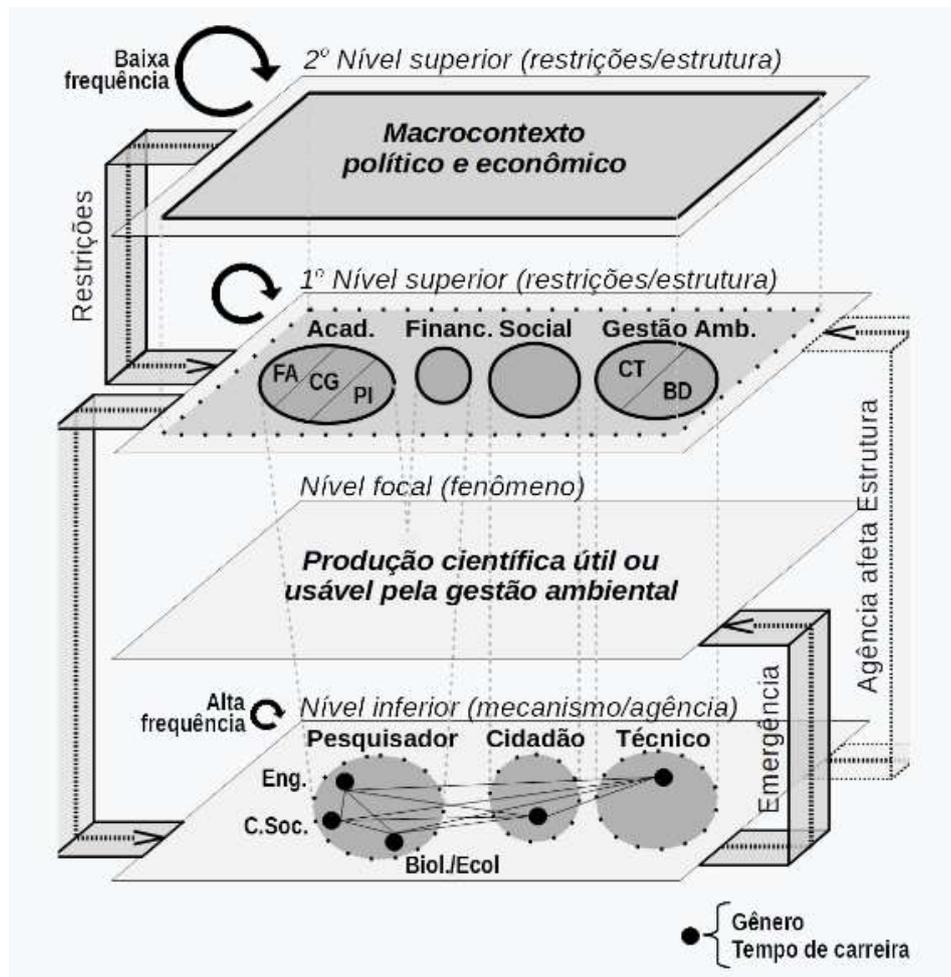


Figura 2. Modelo final derivado da avaliação crítica de cientistas, gestores ambientais e estudantes de doutorado das áreas de engenharia, ecologia e ciências sociais.

A sugestão proposta pelo entrevistado E1 foi incorporada como mais uma restrição do nível superior de organização do modelo denominada “Social”. O aspecto “Social” se refere a sociedade e está representado no nível inferior de organização do modelo por meio do componente “Cidadão”, que abrange membros de Organizações Não Governamentais (ONGs), consultores, profissionais liberais ou indivíduos engajados ou comprometidos com a gestão ambiental. O “Cidadão” pode interagir com gestores ambientais ou tomadores de decisão além de cientistas, e demandar ou mesmo influenciar a formação de uma agenda de pesquisa aplicada a resolução de problemas inter ou transdisciplinares (Sarewitz, 2016).

Após analisar a sugestão do entrevistado E3, acrescentamos o aspecto “BD” ao nível superior do modelo, que se referem aos diferentes fatores que atuam como barreiras à diversidade organizacional contribuindo para uma baixa diversidade nas organizações (Hansen *et al.*, 2018; Cid & Bowser, 2015; Blair, 2002), como, por exemplo, a nomeação preferencial de candidatos pelo grupo dominante, o viés inconsciente ou implícito que favorece “pessoas como nós” ou um comportamento de espelhamento e modelação (Hansen *et al.*, 2018; O’Brien *et al.*, 2015; Holtz *et al.*, 2013; Bandura, 2008), entre outros, que podem reforçar o predomínio de um determinado campo de atuação profissional na gestão ambiental pública.

A indicação do entrevistado E6 de representar a influência do macrocontexto político e econômico nacional e mundial sobre as restrições e mecanismos descritos no modelo inicial corrobora com Sewel (1992) que, considera a linguagem, o Estado (estruturas políticas e estatais) e o capitalismo como três tipos importantes de estrutura. Desta forma, acrescentamos um nível ao modelo hierárquico para representar o “Macrocontexto político e econômico” que influencia e restringe o nível imediatamente abaixo, que por sua vez influencia o nível inferior onde operam os mecanismos (Figura 2). Argumento que a dimensão de mudança ou de alterações sugerida pelo entrevistado é intrínseca ao modelo hierárquico, e a frequência de interações entre os componentes dentro de cada nível e, usualmente, a escala espacial, difere entre níveis inferiores (altas frequências) e níveis superiores (baixas frequências), fazendo com um nível superior seja percebido pelos componentes do nível inferior como um contexto relativamente imutável. O aspecto dinâmico modelo é evidenciado em função da dualidade entre a agência e a estruturação, prevista na teoria da estruturação. Atores diferentes estão submetidos a conjuntos diferentes de estruturas, isso faz com que haja diversidade entre eles, e a agência de atores influentes pode influenciar a estrutura que afeta a agência dos próximos (Sewel, 1992). Desta forma, a imagem da seta ascendente no modelo final caracteriza a capacidade de agência dos atores (no caso, cientistas, doutorandos, gestores ambientais e cidadãos) que podem fazer suas escolhas e influenciar a estrutura através da emergência de processos do tipo *bottom-up* (Elder-Vass, 2012).

5. Contribuições do modelo

Nosso estudo buscou produzir um modelo conceitual que explicita os fatores que contribuem para que cientistas de diferentes áreas produzam conhecimento aplicado e útil à gestão ambiental pública e, nesse processo, interajam com cientistas de outras disciplinas e com o setor não acadêmico, condição necessária para que o conhecimento seja de fato usável. Para tanto partiu da estratégia de modelagem hierárquica que, como a teoria da estruturação, incorpora o conceito de escala e é orientada por processos. A representação gráfica do modelo indicando mecanismos e restrições parece ser uma ferramenta com heurística interessante para apresentar fenômenos sociais a diferentes públicos, uma vez que todos os entrevistados indicaram que o modelo gráfico conseguiu transmitir com clareza a mensagem que queria traduzir.

Para a primeira etapa do detalhamento do modelo, buscamos elementos em proposições apresentadas na literatura científica oriunda de diferentes campos do conhecimento. Os fatores apresentados nessa literatura como relevantes foram atribuídos aos níveis hierárquicos de restrição (estrutura) e mecanismo (agência). A análise integrada de uma literatura diversificada e das entrevistas com cientistas, estudantes de doutorado e gestores ambientais de diferentes áreas de atuação possibilitou acessar um corpo rico de concepções pessoais que nem sempre é sistematizado em artigos científicos, permitindo uma visão mais abrangente sobre o fenômeno estudado, além da identificação de concepções compartilhadas e particulares às áreas de conhecimento.

As entrevistas com os cientistas ecólogos, e com todos os estudantes de doutorado e técnicos ambientais evidenciaram que estes compartilham a percepção de que a gestão ambiental pública se tornou um campo de atuação profissional predominantemente relacionado a engenharia ambiental. Esta percepção é corroborada por estudos que indicaram a predominância da participação de engenheiros ambientais na Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EUA), e em organizações privadas que atuam na gestão ambiental no país, com uma presença mais restrita de biólogos, ecólogos e sociólogos (Sargent Jr., 2017; Taylor, 2011; Bezdek *et al.*, 2008; Zimmerman, 1991). Este cenário pode estar relacionado aos efeitos decorrentes das restrições descritas no modelo que não estimulam a produção de conhecimento útil à gestão ambiental pública por parte das ciências biológicas, ecologia e ciências sociais, com possíveis reflexos na presença mais restrita e na percepção de relevância desses profissionais na gestão ambiental pública. Por sua vez, um número mais restrito de profissionais biólogos, ecólogos e sociólogos atuando na gestão ambiental pública, reduz as possibilidades de abordagens interdisciplinares na prática e a diversidade de interações entre esses profissionais e os cientistas, favorecendo para a lacuna ciência-prática.

O resultado das entrevistas sugere que o modelo foi avaliado como compreensível e como preciso pelos entrevistados a partir de suas concepções atuais. As sugestões de inclusão de fatores no modelo foram incorporadas a partir de uma investigação adicional da literatura e permitiram aperfeiçoar o modelo. Desse modo, há chances de que ele consiga orientar a compreensão de outros cientistas, estudantes, gestores e cidadãos envolvidos com as relações entre ciência e à gestão ambiental, estimulando-os a apreciar o modelo a partir de análises teóricas ou empíricas, e de atuar de modo a modificar concepções (conhecimentos, práticas sociais e sistema de valores) pessoais, e influenciar políticas acadêmicas de formação e de incentivo, e a cultura tecnocrática nos setores aplicados. O nível de concordância com argumentos relatados por todos os entrevistados em relação a influência do aspecto “Formação acadêmica” e a literatura analisada indicam que este é um fator estratégico para fomentar ou desestimular a produção de conhecimento útil à gestão ambiental pública e, portanto, necessita ser reavaliado visando estimular a produção de conhecimento aplicado e transdisciplinar, e reduzir a lacuna ciência-prática na gestão ambiental pública. O desenvolvimento de abordagens inter e transdisciplinares ao longo do processo de formação do cientista contribui para uma maior familiaridade com essas metodologias e facilita a sua

incorporação, ao contrário de quando essas são acessadas apenas após a formação acadêmica do cientista. Esperamos que o modelo proposto estimule outros pesquisadores a aperfeiçoá-lo conceitualmente.

Referências bibliográficas

- Ahl, V., Allen, T.F., 1996. *Hierarchy Theory: A Vision, Vocabulary, and Epistemology*. Columbia University Press.
- Allen, T.F., 1996. A summary of the principles of hierarchy theory. International Systems Society. <http://www.iss.org/hierarchy.htm> (1st December 2018).
- Ankrah, S.N., Burgess, T.F., Grimshaw, P., Shaw, N.E., 2013. Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer: what single-group studies of motives omit. *Technovation*, 33, 2-3, 50-65.
- Arocena, R., and Sutz, J., 2001. Changing knowledge production and Latin American universities. *Research Policy*, 30, 1221–1234.
- Arocena, R., Göransson, B. and Sutz, J., 2019. Towards making research evaluation more compatible with developmental goals. *Science and Public Policy*, 46(2), 210-218.
- Azevedo-Santos, V.M, Fearnside, P.M, Oliveira, C.S., Padial, A.A., Pelicice, F.M., Lima Jr, D.P., Simberloff, D., Lovejoy, T.E., Magalhães, A.L.B., Orsi M.L., Agostinho, A.A., Esteves F.A, Pompeu, P.S., Laurance, W.F., MP Jr, Mormul, R.P., Vitule, J.R.S., 2017. Removing the abyss between conservation Science and policy decisions in Brazil. *Biodiversity Conservation*, 26:1745–1752.
- Badampudi, D., Wohlin, C., Petersen, K., 2015. Experiences from using snowballing and database searches in systematic literature studies. *Proceedings of the 19th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, article n.17, London, United Kingdom.
- Bandura, A., 2005. The evolution of social cognitive theory. In: Smith, K.G.; Hitt, M.A. *Great minds in management*. Oxford University Press, p. 9-35.
- Bauer, M. W., Gaskell, G., 2003. *Pesquisa Qualitativa com texto, imagem e som. Um manual prático*. 2º Edição. Editora Vozes. Petrópolis (RJ).
- Bennett, N.J., Roth, R., Klain, S.C., Chan, K.M.A., Clark, D.A., Cullman, G., Epstein, G., Nelson, M.P., Stedman, R., Teel, T.L., Thomas, R.E.W., Wyborn, C., Curran, D., Greenberg, A., Sandlos, J. and Veríssimo, D., 2017. Mainstreaming the social sciences in conservation. *Conservation Biology*, 31, 1, 56-66.
- Bentley, P.J., Gulbrandsen, M. and Kyvik, S. 2015. The relationship between basic and applied research in universities. *Higher Education*, 70, 4:689-709.

- Bertuol-Garcia, D., Morsello C., El-Hani, C.N., Pardini, R., 2018. A conceptual framework for understanding the perspectives on the causes of the science-practice gap in ecology and conservation. *Biological Reviews* 93:1032–1055.
- Bezdek, R.H., Robert M. Wendling, R.M., DiPerna, P., 2008. Environmental protection, the economy, and jobs: national and regional analyses. *Journal of Environmental Management*, 86, 63-79.
- Biglan, A., 1973. The Characteristics of Subject Matter in Different Academic Areas. *Journal of Applied Psychology* 57 (3):195–203.
- Biglan, A., 1973a. Relationships between subject matter characteristics and the structure and output of university departments. *57 (3): 204–213.*
- Blair, I.V., 2002. The Malleability of automatic stereotypes and prejudice. *Personality and Social Psychology Review*. Vol. 6, 3: 242-261
- Bond, A.B., Viegas, C.V., Coelho, C.C.S.R., Selig, P.M., 2010. Informal knowledge processes: the underpinning for sustainability outcomes in EIA? *Journal of Cleaner Production*, 18, 6–13.
- Boni, V., Quaresma, S. J., 2005. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. Em tese. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*. Vol. 2 nº 1 (3), 68-80.
- Brown, S., Bornasal, F., Brooks, S., Martin, J. P., 2015. Civil Engineering Faculty Incorporation of Sustainability in Courses and Relation to Sustainability Beliefs. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 141(2).
- Bunge, M., 2004. Clarifying Some Misunderstandings about Social Systems and Their Mechanisms. *Philosophy of the Social Sciences*, Vol. 34, No. 3, 371-381.
- Burdge, R. J., Vanclay, F., 1996. Social impact assessment: a contribution to the state of the art series. *Impact Assessment*, Volume 14.
- Burdge, R.J., 2002. Why is social impact assessment the orphan of the assessment process? *Impact Assessment and Project Appraisal*, 20, n. 1, 3-9.
- Campbell, C.A, Lefroy, E.C, Caddy-Retalic, S., Bax, N., Doherty, P.J., Douglas, M.M., Johnson, D., Possingham, H.P., Specht, A., Tarte, D., West, J., 2015. Designing environmental research for impact. *Science of the Total Environment*, 534, 4-13.
- Campbell, S. P., Fuller, A. K., Patrick, D. A. G., 2005. Looking beyond research in doctoral education. *Frontiers in ecology and the environment*, 3(3): 153–160.
- Chan, A. & Fishbein, J., 2009. A global engineer for the global community? *J. The Journal of Policy Engagement*, 1 (2), 4–9.
- Cid, C.R., Bowser, G., 2015. Breaking down the barriers to diversity in ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15:34-37.

- Cid, R.C., Pouyat, R.V., 2013. Making ecology relevant to decision making: the human-centered, place-based approach. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11(8): 447-448.
- Clément, P., 2006. Didactic transposition and the KVP model: Conceptions as interactions between scientific knowledge, values and social practices. *Eser.summer Sch.*, 9-18.
- Cohen, R.S., Schnelle, T., 1986. *Cognition and Fact: Materials on Ludwik Fleck*. Eds. Dordrecht a.o.: Reidel.
- Colón-Rivera, R. J., Armstrong, M., Sanfiorenzo-Barnhard, C., 2011. Symposium 17. Revolutionary Ecology: Defining and Conducting Stewardship and Action as Ecologists and Global Citizens. *Bulletin of the Ecological Society of America*, Vol. 92, No. 4, pp. 415-419.
- Craver, C., Bechtel, W., 2006. Mechanisms. In: Pfeifer, J., Sarkar, S. (Eds.), *The Philosophy of Science: An Encyclopedia*. Psychology Press, 469–478.
- Crowley, K., Head, B.W., 2017. The enduring challenge of ‘wicked problems’: revisiting Rittel and Webber. *Policy Science*, 50:539–547
- Dale, A.P., Chapman, P. and McDonald, M.L., 1997. “Social impact assessment in Queensland: why practice lags behind legislative opportunity”. *Impact Assessment*, 15(2), 159-179.
- Elder-Vass, D., 2007. Social Structure and Social Relations. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 37:4.
- Elder-Vass, D., 2012. Top-down causation and social structures. *Interface Focus*, 2: 82-90.
- Esteves, A.M., Franks, D. and Vanclay, F., 2013. Social impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 30, 1: 34-42.
- Evely, A.C, Fazey, I., Pinard, M., Lambin, X., 2008. The influence of philosophical perspectives in integrative research: a conservation case study in the Cairngorms National Park. *Ecology and Society*, 13, (2) 52.
- Felgueiras, M. C., Rocha, J. S., Caetano, N., 2017. Engineering education towards sustainability. *Energy Procedia*, 136, 414-417.
- Fernández, R. J., 2016. How to be a more effective environmental scientist in management and policy contexts. *Environmental Science & Policy*, 64, 171-176.
- Fisher, T.B., Noble, B., 2015. Impact Assessment Research – Achievements, Gaps and Future Directions. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. Introduction to the March Special issue.
- Formby, J., 1990. The politics of environmental impact assessment. *Impact Assessment*

- Bulletin, 8:1-2, 191-196.
- Foster, D., Swanson, F., Aber, J., Burke, I., Brokaw, N., Tilman, D., Knapp, A., 2003. The importance of land-use legacies to ecology and conservation. *BioScience*, 53 (1): 77-88.
- Fothergill, A., 2000. "Knowledge Transfer Between Researchers and Practitioners." *Natural Hazards Review*, 1: 91–98.
- Franco, M. and Haase, H., 2015. University–industry cooperation: Researchers' motivations and interaction channels. *Journal Engineering and Technology Management*, 36, 41-51.
- Fraser, K., Tseng, T. B., Deng, X., 2018. The ongoing education of engineering practitioners: how do they perceive the usefulness of academic research? *European Journal of Engineering Education*, Vol. 43, 2018 - Issue 6, 860-878.
- Fuchs, C., Hofkirchner, W., 2005. The Dialectic of Bottom-up and Top-down Emergence in Social Systems. *tripleC Cognition, Communication e Co-operation*, 3(2): 28-50.
- Garrard, G.E., Fidler, F., Wintle, B. C., Chee, Y. En, Bekessy, S.A., 2015. Beyond Advocacy: Making Space for Conservation Scientists in Public Debate. *Conservation Letters*, 9(3), 208–212.
- Giddens, A., 1984. *The Constitution of Society*. Cambridge. University of California Press.
- Gismondi, M., 1997. Sociology and environmental impact assessment. *The Canadian Journal of Sociology*, vol. 22, 4: 457-479.
- Godin, B., 2006. The Linear Model of Innovation – The Historical Construction of an Analytical Framework. *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 31, n. 6, 639-667.
- Golde, C. M., Dore, T. M., 2001. At cross purposes: What the experiences of doctoral students reveal about doctoral education (www.phd-survey.org). Philadelphia, PA: A report prepared for The Pew Charitable Trusts.
- Gondim, S.M.G., 2002. Perfil profissional e mercado de trabalho: relação com a formação acadêmica pela perspectiva de estudantes universitários. *Estudos de Psicologia*, 7(2), 299-309.
- Gontier, M., Balfors, B. and Mörtberg, U., 2006. Biodiversity in environmental assessment – current practice and tools for prediction. *Environmental Impact Assessment Review*, 26, 268-286.
- Groffman, P.M., Stylinski, C., Nisbet, M.C., Duarte, C.M., Jordan, R., Burgin, A., Previtali, M.A., Coloso, J., 2010. Restarting the conversation: challenges at the

- interface between ecology and society. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 284–291.
- Gulbrandsen, M., Kyvik, S., 2010. Are the concepts basic research, applied research and experimental development still useful? An empirical investigation among Norwegian academics. *Science and Public Policy*, 37(5), 343-353.
- Hagen, J.B., 2008. “Teaching Ecology during the Environmental Age, 1965-1980,” *Environmental History*, 13, 704-723.
- Hajer, M., 2003. Policy without polity? Policy analysis and the institutional void. *Policy Sciences*, 36: 175-195.
- Hansen, W.D., Scholl, J.P., Sorensen, A.E., Fisher, K.E., Klassen, J.A., Calle, L., Kandlikar, G.S., Kortessis, N., Kucera, D.C., Marias, D.E., Narango, D.L., O’keeffe, K., Recart, W., Ridolfi, E., Shea, M.E., 2018. How do we ensure the future of our discipline is vibrant? Student reflections on careers and culture of ecology. *Ecosphere*, 9(2), e02099. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2099>.
- Harris, F., Lyon, F., 2013. Transdisciplinary environmental research: Building trust across professional cultures. *Environmental Science & Policy*, 31, 109-119.
- Hodgkinson, G., Rousseau, D.M., 2009. Bridging the Rigour-Relevance Gap in Management Research: It’s Already Happening! *Journal of Management Studies*, 46:3.
- Holling, C.S., 1996. Surprise for science, resilience for ecosystems, and incentives for people. *Ecology Applied*, 6(3):733–735.
- Holling, C.S., 2001. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems*, 4: 390-405.
- Holm, U.M., Liinason, M., 2005. Disciplinary boundaries between the social sciences and humanities: comparative report on interdisciplinarity. University of Göteborg, 35 pages.
- Holtz, B.C., Harold, C.M., 2013. Effects of leadership consideration and structure on employee perceptions of justice and counterproductive work behavior. *Journal of Organizational Behavior*, 34, 492-519.
- Holzer, A., Cardia, I. V., Bendahan, S, Berne, A., Bragazza, L., Danalet, A., Fasoli, A., Feige, J. N. and Gillet, D., Isaac, S., Le Duc, I., Preissmann, D., Tormey, R., 2016. Increasing the Perspectives of Engineering Undergraduates on Societal Issues through an Interdisciplinary Program. *International Journal of Engineering Education*, Vol. 32 (2), 614-624.
- Horton, C.C, Peterson, T.R., Banerjee, P., Peterson, M.J., 2015. Credibility and advocacy in conservation science. *Conservation Biology*, Volume 30, No. 1, 23–32.

- Jahn, T., Matthias, B., Florian, K., 2012. Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. *Ecological Economics*, 79, 1-10.
- Jonassen, D., Strobel, J., Lee, C. B., 2006. Everyday problems solving in engineering: lessons for engineering educators. *Journal of Engineering Education*, Vol. 95, 2, 139-151.
- Kamp, A., 2014. *Engineering Education in the Rapidly Changing World: Rethinking the Mission and Vision on Engineering Education at TU Delft*. Delft University of Technology. Delft, The Netherlands, 42 pages.
- Kieser, A., Leiner, L., 2009. Why the Rigour–Relevance Gap in Management Research Is Unbridgeable. *Journal of Management Studies*, 46:3.
- Knight, A.T., Cowling, R.M., Rouget, M., Balmford, A., Lombard, A.T., Campbell, B. M., 2008. Knowing but not doing: selecting priority conservation areas and the research-implementation gap. *Conservation Biology*, 22, 610–617.
- Kornov, L., Thissen, W.A.H., 2000. Rationality in decision-and-policy-making: implications for strategic environmental assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 18, n. 3, 191-200.
- Kropp, K. and Blok, A., 2011. Mode-2 social science knowledge production? The case of Danish sociology between institutional crisis and new welfare stabilizations. *Science and Public Policy*, 38(3), 213-224.
- Lackey, R.T., 2007. Science, Scientists, and Policy Advocacy. *Conservation Biology*, Volume 21, No. 1, 12-17.
- Lam, A., 2007. Knowledge networks and careers: academic scientists in industry–university links. *Journal Management Studies*, 44 (6), 993-1016.
- Lane, D., 2006. Hierarchy, complexity, society. In: Pumain, D. (Ed.) *Hierarchy in Natural and Social Sciences*. Springer, New York (Chapter 4).
- Lang, D., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., Thomas, C.J., 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7 (Supplement 1): 25-43.
- Lawlor, R., 2013. *Engineering in Society*. Second ed. Royal Academy of Engineering and Inter-Disciplinary Ethics Applied. 44 pages.
- Lemos, M.C., Kirchhoff, C.J., Ramprasad, V., 2012. Narrowing the climate information usability gap. *Nature Climate Change*, 1, Vol 2.
- Lemos, M.C., Morehouse, B., 2005. The co-production of science and policy in integrated climate Assessments. *Global Environmental Change* 15, 57–68.
- Levin, K., Cashore, B., Bernstein, S., Auld, G., 2012. Overcoming the tragedy of super

- wicked problems: Constraining our future selves to ameliorate global climate change. *Policy Sciences*, 45, 123–152.
- Levitt, J.M., Thelwall, M., 2008. Is multidisciplinary research more highly cited? A macrolevel study. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59 (12), 1973–1984.
- Leydesdorff, L., 2008. Caveats for the use of citation analysis in research and journal evaluation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 59 (2), 278–287.
- Lockie, S., 2001. SIA in review: setting the agenda for impact assessment in the 21st century. *Impact Assessment and Project Appraisal*, volume 19, 4, 277–287.
- Machamer, P., Darden, L., Craver, C. F., 2000. Thinking about Mechanisms. *Philosophy of Science*, Vol. 67, 1, 1-25.
- Machin, A., Smith, G., 2014. Ends, means, beginnings: environmental technocracy, ecological deliberation or embodied disagreement. *Ethical perspectives*, 21, 1, 47-72.
- Manson, S. M., 2006. Does scale exist? An epistemological scale continuum for complex human–environment systems. *Geoforum*, Vol. 39, Issue 2, 776-788.
- McBride, N., 2016. The Application of an Extended Hierarchy Theory in Understanding Complex Organizational Situations: The Case of FIREControl. *Systems Research and Behavioral Science*, 33, 413–436.
- McNie, E.C., Parris, A., Sarewitz, D., 2016 Improving the public value of science: A typology to inform discussion, design and implementation of research. *Research Policy*, Volume 45, 4, 884-895.
- Meghioratti, F. A, Andrade, M.A.B.S. de, Brando, F. da R., Caldeira, A.M. de A., 2008. A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores. *Filosofia e História da Biologia*, v. 3, 119-138.
- Montaño, M., Souza, M.P., 2015. Impact Assessment Research in Brazil: achievements, gaps and future directions. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. Vol. 17, 1, 1550009.
- Morgan, R.K., 2012. Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, Vol. 30, 1, 5-14.
- Neff, M.W., 2017. Publication incentives undermine the utility of science: Ecological research in Mexico. *V0, Science and Public Policy*, 1-11.
- Nunes-Neto, N.F., El Hani, C.N., 2012. A Teoria das Hierarquias e seus fundamentos epistemológicos. *Revista da Biologia*, 9(2): 20-27.

- O'Brien, K.R., Scheffer, M., van Nes, E.H., van der Lee, R., 2015. How to Break the Cycle of Low Workforce Diversity: A Model for Change. *PLOS ONE* 10(7): e0133208. doi:10.1371/journal.pone.0133208.
- O'Neill, R.V., De Angelis, D.L., Waide, J.B., Allen, T.F.H., 1986. A hierarchical concept of ecosystems, *Monographs in population biology*, Vol. 23, ed. R. M. May. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Pardini, R., Rocha, P.L.B., El-Hani, C., Pardini, F., 2013. Challenges and opportunities for bridging the research-implementation gap in ecological science and management in Brazil. In *Conservation Biology: Voices from the Tropics* (eds N. S. Sodhi, L. Gibson and P. H. Raven), 77–95. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Philippi, Jr. A., Roméro, M.A., Bruna, G.C., 2014. *Curso de Gestão Ambiental*. 2ª edição. Manole, São Paulo. 1245 pages.
- Pope, J., Bond, A., Morrison-Saunders, A., Retief, F., 2013. Advancing the theory and practice of impact assessment: Setting the research agenda. *Environmental Impact Assessment Review*, 41, 1-9.
- Póvoa, J. M., Bento, P.E.G., 2005. O Engenheiro, sua formação e o mundo do trabalho. XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande, Paraíba.
- Rajaeian, M.M., Cater-Steel, A., Lane, M., 2018. Determinants of effective knowledge transfer from academic researchers to industry practitioners. *Journal of Engineering and Technology Management* 47, 37–52.
- Rao-Nicholson, R., Rodgers, P., Khan, Z., 2018. Bridging the gap between domain of research and locus of impact. *Journal of Management Development*, Vol. 37, 4, 341-352.
- Rapacciuolo, G., 2019. Strengthening the contribution of macroecological models to conservation practice. *Global Ecology and Biogeography*, 28: 54-60.
- Reiners, D.S., Reiners, W.A., Lockwood, J.A., 2013. The relationship between environmental advocacy, values, and science: a survey of ecological scientists' attitudes. *Ecological Applications*, 23(5), 1226-1242.
- Reiners, W.A., Reiners, D.S., Lockwood, J.A., 2013a. Traits of a good ecologist: What do ecologists think? *Ecosphere* 4(7):86. <http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00025.1>
- Ridley, D., 2012. *The literature review: a step-by-step guide for students*. Second Edition, London: Sage.
- Rijnsoever, F.J. van & Hessels, L.K., 2011. Factors associated with disciplinary and interdisciplinary research collaboration. *Research Policy*, 40, 463-472.
- Rittel, H.W.J., Webber, M.M., 1973. Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, v. 4, 155-169.

- Rocha, E.G. da, Rocha, P.L.B., 2018. Scientists, environmental managers and science journalists: A hierarchical model to comprehend and enhance the environmental decision-making process. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v.16, 169-176.
- Roll-Hansen, N., 2017. A Historical Perspective on the Distinction Between Basic and Applied Science. *Journal General Philosophy Science*, Vol. 48, 535-551.
- Russell, J.S, Stouffer, W.B., 2005. Survey of the National Civil Engineering Curriculum. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 131(2): 118-128.
- Rynes, S., Bartunek, J.M., 2017. Evidence-Based Management: Foundations, Development, Controversies and Future. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 4:235–261.
- Salthe, S.N., 1985. *Evolving Hierarchical Systems: their structure and representation*. Columbia University Press, New York.
- Salthe, S.N., 2012. Hierarchical Structures. *Axiomathes Where Science Meets Philosophy* 22: 355-383.
- Sánchez, L.E., 2013. *Avaliação de Impactos Ambientais – Conceitos e métodos*. 2º Ed., Oficina de Textos, São Paulo, 583p.
- Sarewitz, D., 2004. ‘How Science Makes Environmental Controversies Worse’, *Environmental Science and Policy*, 7/5: 385-403.
- Sarewitz, D., 2016. ‘Saving Science’. *The New Atlantis* 49: 4-40.
- Sargent Jr., J.F., 2017. *The U.S. Science and Engineering Workforce: recent, current, and projected employment, wages, and unemployment*. Washington, D.C.: Congressional Research Service.
- Sayers, A., 2007. Tips and tricks in performing a systematic review. *British Journal of General Practice*, 57(538): 425.
- Scholz, R.W., Lang, D.J., Wiek, A., Walter, A.I., Stauffacher, M., 2006. Transdisciplinary case studies as a means of sustainability learning: Historical framework and theory. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 7, 3, 226-251.
- Scholz, R.W., Steiner, G., 2015. The real type and ideal type of transdisciplinary processes: part I – theoretical foundations. *Sustainability Science*, 10:527-544.
- Sewell, W.H. Jr., 1992. A theory of structure: Duality, agency, and transformation. *American Journal of Sociology*, Vol. 98, 1, 1-29.
- Shuman, L.J., Besterfeld-Sacre, M., McGourty, J., 2005. The ABET professional skills- can they be taught? Can they be assessed? *Journal of Engineering Education*, 94(1), 41–55.

- Silva, A.W.L., Selig, P.M., 2015. Avaliação Ambiental Estratégica orientada pela transdisciplinaridade. *Engenharia Sanitária Ambiental*, Vol. 20, 2, 165-174.
- Silva, S.R.A., 2017. Meliponicultura: Definições, contexto atual, conflitos e proposta de regulamentação. Dissertação de Mestrado Profissional. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia.
- Simon, H.A., 1962. The Architecture of Complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 106, 6, 467-482.
- Smith, N.M., Smith, J.M., Battalora, L.A., Teschner, B.A., 2018. Industry-University Partnerships: Engineering Education and Corporate Social Responsibility. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 144(3).
- Starkey, K., Madan, P., 2001. Bridging the relevance gap: aligning stakeholders in the future of management research. *British Journal of Management*, Vol. 12, Special Issue, S3-S26.
- Steel, B., List, P., Lach, D., Shindler, B., 2004. The role of scientists in the environmental policy process: a case study from the American west. *Environmental Science & Policy*, 7, 1-13.
- Taylor, C.N. and Mackay, M., 2016. Social Impact Assessment (SIA) in New Zealand: Legacy and Change. *New Zealand Sociology*, Vol. 31, 3: 230-246.
- Taylor, D.E., 2011. Green jobs and the potential to diversify the environmental workforce Utah *Environmental Law Review*, Vol. 31, 47-77.
- Tejedor, G., Segalàs, J., Rosas-Casals, M., 2018. Transdisciplinarity in higher education for sustainability: How discourses are approached in engineering education. *Journal of Cleaner Production*, 175, 29-37.
- Toomey, A.H., Knight, A.T., Barlow, J., 2016. Navigating the space between research and implementation in conservation. *Conservation Letters* 10, 619-625.
- Tress, B., Tress, G., Fry, G., 2005. Defining concepts and the process of knowledge production in integrative research. In: *From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*. Wageningen UR Frontis Series, Vol. 12, 13-26.
- Walsh, J.C. Dicks, L.V. and Sutherland, W.J., 2015. The effect of scientific evidence on conservation practitioners' management decisions. *Conservation Biology*, Volume 29, 1: 88-98.
- Wan, P.Y.-z., 2016. *Reframing the Social: Emergentist Systemism and Social Theory*. Routledge, New York, 361 pages.
- Warren, W.A., 2005. Hierarchy Theory in Sociology, Ecology, and Resource Management: A Conceptual Model for Natural Resource or Environmental

- Sociology and Socioecological Systems. *Society and Natural Resources*, 18: 447–466.
- Weingart, P., 2005. Impact of bibliometrics upon the science system: inadvertent consequences? *Scientometrics* 62 (1), 117–131.
- Welsh, R., Glenna, L., Lacy, W., Biscotti, D., 2008. Close enough but not too far: assessing the effects of university–industry research relationships and the rise of academic capitalism. *Research Policy*, 37 (10), 1854-1864.
- Wiek, A., Binder, C., 2005. Solution spaces for decision-making – sustainability assessment tool for city-regions. *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 589-608.
- Wigren-Kristoferson, C., Gabrielsson, J., Kitagawa, F., 2011. “Mind the Gap and Bridge the Gap: Research Excellence and Diffusion of Academic Knowledge in Sweden.” *Science and Public Policy* 38 (6): 481-492.
- Wohlin, C., 2014. Guidelines for Snowballing in Systematic Literature Studies and a Replication in Software Engineering. *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, article n.38, London, United Kingdom.
- Young, J.C., Rose, D.C., Mumby, H.S., Benitez-Capistros, F., Derrick, C.J., Finch, T., Garcia, C., Home, C., Marwaha, E., Morgans, C., Parkinson, S., Shah, J., Wilson, K.A., Mukherjee, N., 2018. A methodological guide to using and reporting on interviews in conservation science research. *Methods in Ecology and Evolution*. 9:10-19.
- Zimmerman, R., 1991. Risk bureaucracies in environmental health and safety management. *Journal Energy Engineering*, 117 (3): 97-114.

Material Suplementar

Tabela S1. Lista dos 93 artigos selecionados ao final da pesquisa bibliográfica.

N°	ARTIGO
1	Ankrah, S.N., Burgess, T.F., Grimshaw, P., Shaw, N.E. 2013. Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer: what single-group studies of motives omit. <i>Technovation</i> , 33, 2-3, 50-65
2	Arocena, R., and Sutz, J. 2001. Changing knowledge production and Latin American universities. <i>Research Policy</i> , 30, 1221-1234
3	Arocena, R., Göransson, B. and Sutz, J. 2019. Towards making research evaluation more compatible with developmental goals. <i>Science and Public Policy</i> , 46(2), 210-218
4	Azevedo-Santos, V.M, Fearnside, P.M, Oliveira, C.S., Padial, A.A., Pelicice, F.M., Lima Jr, D.P., Simberloff, D., Lovejoy, T.E., Magalhães, A.L.B., Orsi M.L., Agostinho, A.A., Esteves F.A, Pompeu, P.S., Laurance, W.F., MP Jr, Mormul, R.P., Vitule, J.R.S. 2017. Removing the abyss between conservation Science and policy decisions in Brazil. <i>Biodiversity Conservation</i> , 26:1745-1752
5	Bentley, P.J., Gulbrandsen, M. and Kyvik, S. 2015. The relationship between basic and applied research in universities. <i>Higher Education</i> , 70, 4:689-709.
6	Bertuol-Garcia, D., Morsello C., El-Hani, C.N., Pardini, R.. 2018. A conceptual framework for understanding the perspectives on the causes of the science-practice gap in ecology and conservation. <i>Biological Reviews</i> 93:1032-1055
7	Biglan, A. 1973. The Characteristics of Subject Matter in Different Academic Areas. <i>Journal of Applied Psychology</i> 57 (3):195-203
8	Biglan, A. 1973a. Relationships between subject matter characteristics and the structure and output of university departments. <i>57 (3): 204-213.</i>
9	Blair, I.V. 2002. The Malleability of automatic stereotypes and prejudice. <i>Personality and Social Psychology Review</i> . Vol. 6, 3: 242-261.
10	Bond, A.B., Viegas, C.V., Coelho, C.C.S.R., Selig, P.M. 2010. Informal knowledge processes: the underpinning for sustainability outcomes in EIA? <i>Journal of Cleaner Production</i> , 18, 6-13.
11	Brown, S., Bornasal, F., Brooks, S., Martin, J. P. 2015. Civil Engineering Faculty Incorporation of Sustainability in Courses and Relation to Sustainability Beliefs. <i>Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice</i> , 141(2).
12	Burdge, R. J., Vanclay, F., 1996. Social impact assessment: a contribution to the state of the art series. <i>Impact Assessment</i> , Volume 14.
13	Burdge, R.J. 2002. Why is social impact assessment the orphan of the assessment process? <i>Impact Assessment and Project Appraisal</i> , 20, n. 1, 3-9
14	Campbell, C.A, Lefroy, E.C, Caddy-Retalic, S., Bax, N., Doherty, P.J., Douglas, M.M., Johnson, D., Possingham, H.P., Specht, A., Tarte, D., West, J. 2015. Designing environmental research for impact. <i>Science of the Total Environment</i> , 534, 4-13
15	Campbell, S. P., Fuller, A. K., Patrick, D. A. G. 2005. Looking beyond research in doctoral education. <i>Frontiers in ecology and the environment</i> , 3(3): 153-160
16	Chan, A. & Fishbein, J. 2009. A global engineer for the global community? <i>J. The Journal of Policy Engagement</i> , 1 (2), 4-9
17	Cid, C.R., Bowser, G., 2015. Breaking down the barriers to diversity in ecology. <i>Frontiers in Ecology and the Environment</i> , 15:34-37
18	Cid, R.C., Pouyat, R.V., 2013. Making ecology relevant to decision making: the human-centered, place-based approach. <i>Frontiers in Ecology and the Environment</i> 11(8): 447-448
19	Colón-Rivera, R. J., Armstrong, M., Sanfiorenzo-Barnhard, C., 2011. Symposium 17. Revolutionary Ecology: Defining and Conducting Stewardship and Action as Ecologists and Global Citizens. <i>Bulletin of the Ecological Society of America</i> , Vol. 92, No. 4, pp. 415-419
20	Dale, A.P., Chapman, P. and McDonald, M.L., 1997. "Social impact assessment in Queensland: why practice lags behind legislative opportunity". <i>Impact Assessment</i> , 15(2), 159-179
21	Esteves, A.M., Franks, D. and Vanclay, F., 2013. Social impact assessment: the state of the art. <i>Impact Assessment and Project Appraisal</i> , 30, 1: 34-42
22	Evely, A.C, Fazey, I., Pinard, M., Lambin, X., 2008. The influence of philosophical perspectives in integrative research: a conservation case study in the Cairngorms National Park. <i>Ecology and Society</i> , 13, (2) 52.

N°	ARTIGO
23	Felgueiras, M. C., Rocha, J. S., Caetano, N., 2017. Engineering education towards sustainability. <i>Energy Procedia</i> , 136, 414-417
24	Fernández, R. J., 2016. How to be a more effective environmental scientist in management and policy contexts. <i>Environmental Science & Policy</i> , 64, 171-176.
25	Fothergill, A., 2000. "Knowledge Transfer Between Researchers and Practitioners." <i>Natural Hazards Review</i> , 1: 91–98
26	Franco, M. and Haase, H., 2015. University–industry cooperation: Researchers' motivations and interaction channels. <i>Journal Engineering and Technology Management</i> , 36, 41-51
27	Fraser, K., Tseng, T. B., Deng, X., 2018. The ongoing education of engineering practitioners: how do they perceive the usefulness of academic research? <i>European Journal of Engineering Education</i> , Vol. 43, 2018 - Issue 6, 860-878
28	Garrard, G.E., Fidler, F., Wintle, B. C., Chee, Y. En, Bekessy, S.A., 2015. Beyond Advocacy: Making Space for Conservation Scientists in Public Debate. <i>Conservation Letters</i> , 9(3), 208–212
29	Gismondi, M., 1997. Sociology and environmental impact assessment. <i>The Canadian Journal of Sociology</i> , vol. 22, 4: 457-479
30	Golde, C. M., Dore, T. M., 2001. At cross purposes: What the experiences of doctoral students reveal about doctoral education (www.phd-survey.org). Philadelphia, PA: A report prepared for The Pew Charitable Trusts
31	Groffman, P.M., Stylinski, C., Nisbet, M.C., Duarte, C.M., Jordan, R., Burgin, A., Previtali, M.A., Coloso, J., 2010. Restarting the conversation: challenges at the interface between ecology and society. <i>Frontiers in Ecology and the Environment</i> , 8, 284–291
32	Gulbrandsen, M., Kyvik, S., 2010. Are the concepts basic research, applied research and experimental development still useful? An empirical investigation among Norwegian academics. <i>Science and Public Policy</i> , 37(5), 343-353
33	Hagen, J.B., 2008. "Teaching Ecology during the Environmental Age, 1965-1980," <i>Environmental History</i> , 13, 704-723
34	Hajer, M., 2003. Policy without polity? Policy analysis and the institutional void. <i>Policy Sciences</i> , 36: 175-195
35	Hansen, W.D., Scholl, J.P., Sorensen, A.E., Fisher, K.E., Klassen, J.A., Calle, L., Kandlikar, G.S., Kortessis, N., Kucera, D.C., Marias, D.E., Narango, D.L., O'keeffe, K., Recart, W., Ridolfi, E., Shea, M.E., 2018. How do we ensure the future of our discipline is vibrant? Student reflections on careers and culture of ecology. <i>Ecosphere</i> , 9(2), e02099.
36	Harris, F., Lyon, F., 2013. Transdisciplinary environmental research: Building trust across professional cultures. <i>Environmental Science & Policy</i> , 31, 109-119
37	Hodgkinson, G., Rousseau, D.M., 2009. Bridging the Rigour-Relevance Gap in Management Research: It's Already Happening! <i>Journal of Management Studies</i> , 46:3
38	Holzer, A., Cardia, I. V., Bendahan, S, Berne, A., Bragazza, L., Danalet, A., Fasoli, A., Feige, J. N. and Gillet, D., Isaac, S., Le Duc, I., Preissmann, D., Tormey, R., 2016. Increasing the Perspectives of Engineering Undergraduates on Societal Issues through an Interdisciplinary Program. <i>International Journal of Engineering Education</i> , Vol. 32 (2), 614-624
39	Horton, C.C, Peterson, T.R., Banerjee, P., Peterson, M.J., 2015. Credibility and advocacy in conservation science. <i>Conservation Biology</i> , Volume 30, No. 1, 23–32
40	Jahn, T., Matthias, B., Florian, K., 2012. Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. <i>Ecological Economics</i> , 79, 1-10
41	Jonassen, D., Strobel, J., Lee, C. B., 2006. Everyday problems solving in engineering: lessons for engineering educators. <i>Journal of Engineering Education</i> , Vol. 95, 2, 139-151
42	Kamp, A., 2014. Engineering Education in the Rapidly Changing World: Rethinking the Mission and Vision on Engineering Education at TU Delft. Delft University of Technology. Delft, The Netherlands, 42 pages
43	Kieser, A., Leiner, L., 2009. Why the Rigour–Relevance Gap in Management Research Is Unbridgeable. <i>Journal of Management Studies</i> , 46:3
44	Knight, A.T., Cowling, R.M., Rouget, M., Balmford, A., Lombard, A.T., Campbell, B. M., 2008. Knowing but not doing: selecting priority conservation areas and the research-implementation gap. <i>Conservation Biology</i> , 22, 610–617
45	Kornov, L., Thissen, W.A.H., 2000. Rationality in decision-and-policy-making: implications for strategic environmental assessment. <i>Impact Assessment and Project Appraisal</i> , 18, n. 3, 191-200

N°	ARTIGO
46	Kropp, K. and Blok, A., 2011. Mode-2 social science knowledge production? The case of Danish sociology between institutional crisis and new welfare stabilizations. <i>Science and Public Policy</i> , 38(3), 213-224
47	Lackey, R.T., 2007. Science, Scientists, and Policy Advocacy. <i>Conservation Biology</i> , Volume 21, No. 1, 12-17
49	Lam, A., 2007. Knowledge networks and careers: academic scientists in industry–university links. <i>Journal Management Studies</i> , 44 (6), 993-1016
48	Lang, D., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., Thomas, C.J., 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. <i>Sustainability Science</i> , 7 (Supplement 1): 25-43
49	Lawlor, R., 2013. <i>Engineering in Society</i> . Second ed. Royal Academy of Engineering and Inter-Disciplinary Ethics Applied. 44 pages
50	Lemos, M.C., Kirchhoff, C.J., Ramprasad, V., 2012. Narrowing the climate information usability gap. <i>Nature Climate Change</i> , 1, Vol 2
51	Lemos, M.C., Morehouse, B., 2005. The co-production of science and policy in integrated climate Assessments. <i>Global Environmental Change</i> 15, 57–68
52	Levin, K., Cashore, B., Bernstein, S., Auld, G., 2012. Overcoming the tragedy of super wicked problems: Constraining our future selves to ameliorate global climate change. <i>Policy Sciences</i> , 45, 123–152
53	Levitt, J.M., Thelwall, M., 2008. Is multidisciplinary research more highly cited? A macrolevel study. <i>Journal of the American Society for Information Science and Technology</i> , 59 (12), 1973–1984
54	Leydesdorff, L., 2008. Caveats for the use of citation analysis in research and journal evaluation. <i>Journal of the American Society for Information Science and Technology</i> 59 (2), 278–287
55	Lockie, S., 2001. SIA in review: setting the agenda for impact assessment in the 21st century. <i>Impact Assessment and Project Appraisal</i> , volume 19, 4, 277–287
56	Machin, A., Smith, G., 2014. Ends, means, beginnings: environmental technocracy, ecological deliberation or embodied disagreement. <i>Ethical perspectives</i> , 21, 1, 47-72
57	Neff, M.W., 2017. Publication incentives undermine the utility of science: Ecological research in Mexico. V0, <i>Science and Public Policy</i> , 1-11
58	O'Brien, K.R., Scheffer, M., van Nes, E.H., van der Lee, R., 2015. How to Break the Cycle of Low Workforce Diversity: A Model for Change. <i>PLOS ONE</i> 10(7): e0133208. doi:10.1371/journal.pone.0133208
59	OECD, 2015. <i>The measurement of scientific, technological and innovation activities: Frascati manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development</i> . Paris: OECD
60	Pardini, R., Rocha, P.L.B., El-Hani, C., Pardini, F., 2013. Challenges and opportunities for bridging the research-implementation gap in ecological science and management in Brazil. In <i>Conservation Biology: Voices from the Tropics</i> (eds N. S. Sodhi, L. Gibson and P. H. Raven), 77–95. Wiley-Blackwell, Oxford
61	Rajaeian, M.M., Cater-Steel, A., Lane, M., 2018. Determinants of effective knowledge transfer from academic researchers to industry practitioners. <i>Journal of Engineering and Technology Management</i> 47, 37–52
62	Rao-Nicholson, R., Rodgers, P., Khan, Z., 2018. Bridging the gap between domain of research and locus of impact. <i>Journal of Management Development</i> , Vol. 37, 4, 341-352
62	Reiners, D.S., Reiners, W.A., Lockwood, J.A., 2013. The relationship between environmental advocacy, values, and science: a survey of ecological scientists' attitudes. <i>Ecological Applications</i> , 23(5), 1226-1242
64	Reiners, W.A., Reiners, D.S., Lockwood, J.A., 2013a. Traits of a good ecologist: What do ecologists think? <i>Ecosphere</i> 4(7):86. http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00025.1
65	Rijnsoever, F.J. van & Hessels, L.K., 2011. Factors associated with disciplinary and interdisciplinary research collaboration. <i>Research Policy</i> , 40, 463-472
66	Rittel, H.W.J., Webber, M.M., 1973. Dilemmas in a General Theory of Planning. <i>Policy Sciences</i> , v. 4, 155-169
67	Rocha, E.G. da, Rocha, P.L.B., 2018. Scientists, environmental managers and science journalists: A hierarchical model to comprehend and enhance the environmental decision-making process. <i>Perspectives in Ecology and Conservation</i> , v.16, 169-176

N°	ARTIGO
68	Roll-Hansen, N., 2017. A Historical Perspective on the Distinction Between Basic and Applied Science. <i>Journal General Philosophy Science</i> , Vol. 48, 535-551
69	Russell, J.S, Stouffer, W.B., 2005. Survey of the National Civil Engineering Curriculum. <i>Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice</i> , 131(2): 118-128
70	Rynes, S., Bartunek, J.M., 2017. Evidence-Based Management: Foundations, Development, Controversies and Future. <i>Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior</i> , 4:235–261
71	Sarewitz, D., 2004. ‘How Science Makes Environmental Controversies Worse’, <i>Environmental Science and Policy</i> , 7/5: 385-403
72	Sarewitz, D., 2016. ‘Saving Science’. <i>The New Atlantis</i> 49: 4-40
73	Scholz, R.W., Lang, D.J., Wiek, A., Walter, A.I., Stauffacher, M., 2006. Transdisciplinary case studies as a means of sustainability learning: Historical framework and theory. <i>International Journal of Sustainability in Higher Education</i> , Vol. 7, 3, 226-251
74	Scholz, R.W., Steiner, G., 2015. The real type and ideal type of transdisciplinary processes: part I – theoretical foundations. <i>Sustainability Science</i> , 10:527-544
75	Shuman, L.J., Besterfeld-Sacre, M., McGourty, J., 2005. The ABET professional skills- can they be taught? Can they be assessed? <i>Journal of Engineering Education</i> , 94(1), 41–55
76	Smith, N.M., Smith, J.M., Battalora, L.A., Teschner, B.A., 2018. Industry-University Partnerships: Engineering Education and Corporate Social Responsibility. <i>Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice</i> , 144(3)
77	Starkey, K., Madan, P., 2001. Bridging the relevance gap: aligning stakeholders in the future of management research. <i>British Journal of Management</i> , Vol. 12, Special Issue, S3-S26
78	Steel, B., List, P., Lach, D., Shindler, B., 2004. The role of scientists in the environmental policy process: a case study from the American west. <i>Environmental Science & Policy</i> , 7, 1-13
79	Taylor, C.N. and Mackay, M., 2016. Social Impact Assessment (SIA) in New Zealand: Legacy and Change. <i>New Zealand Sociology</i> , Vol. 31, 3: 230-246
80	Taylor, D.E., 2011. Green jobs and the potential to diversify the environmental workforce Utah <i>Environmental Law Review</i> , Vol. 31, 47-77
81	Tejedor, G., Segalàs, J., Rosas-Casals, M., 2018. Transdisciplinarity in higher education for sustainability: How discourses are approached in engineering education. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 175, 29-37
82	Toomey, A.H., Knight, A.T., Barlow, J., 2016. Navigating the space between research and implementation in conservation. <i>Conservation Letters</i> 10, 619-625
83	Walsh, J.C. Dicks, L.V. and Sutherland, W.J., 2015. The effect of scientific evidence on conservation practitioners’ management decisions. <i>Conservation Biology</i> , Volume 29, 1: 88-98
84	Welsh, R., Glenna, L., Lacy, W., Biscotti, D., 2008. Close enough but not too far: assessing the effects of university–industry research relationships and the rise of academic capitalism. <i>Research Policy</i> , 37 (10), 1854-1864
85	Wiek, A., Binder, C., 2005. Solution spaces for decision-making – sustainability assessment tool for city-regions. <i>Environmental Impact Assessment Review</i> , 25, 589-608
86	Wigren-Kristoferson, C., Gabrielsson, J., Kitagawa, F., 2011. “Mind the Gap and Bridge the Gap: Research Excellence and Diffusion of Academic Knowledge in Sweden.” <i>Science and Public Policy</i> 38 (6): 481-492
87	Zimmerman, R., 1991. Risk bureaucracies in environmental health and safety management. <i>Journal Energy Engineering</i> , 117 (3): 97-114