

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

CAROLINE PICHARILLO

Desvendando a produção científica em torno do instrumento ‘Pagamento por Serviços Ambientais’: características, comunidades e reflexões

São Carlos

2023

CAROLINE PICHARILLO

Desvendando a produção científica em torno do instrumento ‘Pagamento por Serviços Ambientais’: características, comunidades e reflexões

Versão Corrigida

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Área de concentração: Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri.

São Carlos

2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

P592d Picharillo, Caroline
Desvendando a produção científica em torno do
instrumento "Pagamento por Serviços Ambientais":
características, comunidades e reflexões / Caroline
Picharillo; orientador Victor Eduardo Lima Ranieri.
São Carlos, 2023.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação e
Área de Concentração em Ciências da Engenharia
Ambiental -- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2023.

1. Pagamento por Serviços Ambientais. 2.
Comunidades de Pesquisadores. 3. Produção Científica.
4. Análise de Redes Sociais. 5. Instrumento de Política
Ambiental. 6. Gestão Ambiental. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharela **CAROLINE PICHARILLO**.

Título da tese: "Desvendando a produção científica em torno do instrumento "Pagamento por Serviços Ambientais": características, comunidades e reflexões".

Data da defesa: 28/04/2023.

Comissão Julgadora

Resultado

Prof. Associado **Victor Eduardo Lima Ranieri** (Orientador) APROVADA
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC-USP)

Prof. Dr. **Alexandre Toshio Igarí** APROVADA
(Escola de Artes, Ciências e Humanidades/EACH-USP)

Prof. Associado **Evandro Mateus Moretto** APROVADA
(Escola de Artes, Ciências e Humanidades/EACH-USP)

Dra. **Patrícia Guldão Cruz Ruggiero** APROVADA
(Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária/FEA-USP)

Dra. **Maria José Brito Zakia** APROVADA
(Prática Assessoria Socioambiental)

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:

Prof. Titular **Marcelo Zalot**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Carlos De Marqui Junior**

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus pais e irmão, por todo o apoio, amor e compreensão.

Ao meu orientador Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri pela orientação, pela confiança e pela paciência!!!

Aos meus colegas do NEPA (antigos e atuais) pela amizade, pelo profissionalismo, pelas risadas e por todos os momentos incríveis vividos nestes anos de doutoramento, em especial: Bartira, Camila, Diana, Gabi Nunes, Gabi Pegler, Lauro, Ligia, Lucas, Marcio, Moema, Renan Dias, Rhennan Mecca, Soraya e Stella.

Ao meu namorado Pedro por todo amor e companheirismo.

Ao Pedro e ao Luís Gustavo por disporem de seu tempo e de seus conhecimentos em programação para me ajudar na elaboração das redes. E a todos que, direta ou indiretamente, através de uma conversa ou da indicação de uma leitura, contribuíram para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (PPG-SEA), ao Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais (CHREA), à Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) e à Universidade de São Paulo (USP) por todo o suporte oferecido!!

À CAPES pelo apoio financeiro à pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

PICHARILLO, C. **Desvendando a produção científica em torno do instrumento “Pagamento por Serviços Ambientais”**: características, comunidades e reflexões. 2023. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

O instrumento econômico “Pagamento por Serviços Ambientais – PSA” tem despertado o interesse de governos, cientistas, agências multilaterais, organizações não governamentais, empresas e de produtores rurais ao redor do globo. Na medida em que o interesse no instrumento aumenta, cresce também o volume de publicações científicas sobre o mesmo. A ciência pode ser entendida como um processo social em que os pesquisadores, interagindo e colaborando uns com os outros, formam comunidades responsáveis por produzir e disseminar o conhecimento. Neste sentido, esta pesquisa de doutorado teve por objetivo construir um panorama da produção científica em torno do PSA com foco nas comunidades de pesquisadores que compõem a rede de coautoria do instrumento. Buscou-se também verificar se tais comunidades sustentam um direcionamento favorável ou desfavorável ao PSA. A metodologia foi dividida em cinco etapas: (I) coleta e seleção dos artigos relevantes para a pesquisa; (II) classificação dos artigos de acordo com a direção do texto em favorável, desfavorável ou ambivalente; (III) padronização e correção de dados bibliométricos; (IV) elaboração da rede de coautoria e identificação das comunidades de pesquisadores; (V) caracterização das comunidades e verificação do direcionamento sustentado por cada uma delas. Ao todo, 1489 artigos foram selecionados, dos quais 910 foram classificados com o direcionamento favorável ao PSA, 511 com o direcionamento ambivalente e apenas 68 com o direcionamento desfavorável. A rede de coautoria do PSA revelou-se bastante esparsa e com um número elevado de componentes isolados. Pesquisadores afiliados a instituições em diversas regiões do globo publicam sobre o instrumento, embora perceba-se uma dominância dos países ricos do hemisfério Norte. Dentre as afiliações institucionais com o maior número de ocorrências destacam-se cinco entidades internacionais. 16 comunidades de pesquisadores foram caracterizadas quanto ao seu direcionamento em relação ao PSA, das quais apenas uma mostrou-se ambivalente. Notou-se também que as comunidades com o direcionamento mais favorável ao PSA não se conectam diretamente à comunidade com o direcionamento mais ambivalente. De maneira geral, observa-se uma predominância de artigos favoráveis ao PSA circulando na literatura, mas a comunidade mais influente na rede é ambivalente. A predominância de ideias e informações favoráveis ao PSA circulando na literatura pode influenciar direta ou indiretamente a forma como as pesquisas são produzidas e reproduzidas, assim como influenciar a forma como o instrumento é entendido e implementado na prática. Este trabalho soma à literatura especializada ao apresentar um panorama mais detalhado sobre a produção científica do PSA, a partir do qual estratégias para pesquisas futuras possam ser discutidas. Espera-se ainda ter contribuído com o debate cada vez mais necessário sobre o papel da ciência na produção e disseminação do conhecimento, particularmente na área ambiental.

Palavras-chave: Análise de Redes Sociais. Colaboração Científica. Instrumento de Política Ambiental. Gestão Ambiental.

ABSTRACT

PICHARILLO, C. **Uncovering the scientific production surrounding the instrument “Payment for Environmental Services”: features, communities and reflections.** 2023. Tese (Doutorado)– Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

The economic instrument “Payment for Environmental Services – PES” has called the attention of governments, scientists, multilateral agencies, non-governmental organizations, business sector and landowners worldwide. Insofar as the interest in the instrument increases, so does the number of scientific publications about it. The science can be understood as a social process in which researchers interacting and collaborating with each other form communities responsible for producing and disseminating knowledge. In this way, this doctoral dissertation aims to create a panorama of scientific production surrounding PES with a focus on communities of researchers that make up the instrument’s co-authorship network. This work also intends to verify whether such communities sustain a favorable or an unfavorable direction to the PES. The methodology was split into five steps: (I) collect and select relevant articles for the research; (II) classify the articles according to the direction of the text in favorable, unfavorable or ambivalent; (III) standardize and correct bibliometric data; (IV) construct the co-authorship network and identify the communities of researchers; (V) characterize communities and verify their direction to the PES. Overall, 1489 articles were selected of which 910 were classified with a favorable direction to the PES, 511 were classified with an ambivalent direction, and only 68 were classified with an unfavorable direction. The co-authorship network is sparse and there are several isolated components. Researchers affiliated with institutions in different regions around the world publish about PES even though a dominance of rich countries in the northern hemisphere is noticed. Five international entities are among the institutional affiliations with the largest number of occurrences. 16 communities of researchers were characterized according to their direction to the PES and only one of them is ambivalent. It was also noticed that the communities with the most favorable direction to the PES do not connect directly with the community with the most ambivalent direction. In general, there is a predominance of favorable articles to the PES circulating in the literature, but the most influential community in the network is ambivalent. The predominance of favorable ideas and information about PES circulating in the literature can directly or indirectly influence the way in which the researches are produced and reproduced as well as it may influence the way in which the instrument is understood and implemented in practice. This work adds to the specialized literature by presenting a more detailed overview of the scientific production of PES from which strategies for future research can be discussed. It is also expected that this work can contribute to the increasingly necessary debate on the role of science in the production and dissemination of knowledge, particularly in environmental field.

Keywords: Social Network Analysis. Scientific Collaboration. Environmental Policy Instrument. Environmental Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Associações entre as comunidades epistêmicas, os principais atributos conceituais emergentes e as estruturas centrais.....	43
Figura 2 - Etapas da pesquisa e suas correspondências aos objetivos específicos	51
Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos adotados para a caracterização das comunidades de pesquisadores	65
Figura 4 - Fluxograma dos procedimentos de coleta e seleção dos artigos científicos relevantes para a pesquisa.....	66
Figura 5 - Número de artigos publicados sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020.....	67
Figura 6 - Número de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes publicados sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020	68
Figura 7 - Percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes dos vinte periódicos que mais publicaram sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020	70
Figura 8 - A rede de coautoria do PSA	80
Figura 9 - Rede de coautoria do PSA (componente gigante) com destaque para as sete comunidades em que os TOP 20 pesquisadores influentes estão inseridos	88
Figura 10 - Conexão entre as 35 comunidades de pesquisadores em torno do PSA.....	92
Figura 11 - Percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes ao PSA em cada uma das 16 comunidades de pesquisadores com 18 ou mais artigos produzidos.....	94
Figura 12 - Gráficos da distribuição do total de países das afiliações institucionais dos autores membros de cada uma das 16 comunidades estudadas por continente	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de estudos incluídos/excluídos de acordo com o critério de elegibilidade (v).....	54
Quadro 2 - Métricas básicas de redes utilizadas na análise e discussão da rede de coautoria do PSA .	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Os vinte periódicos que mais publicaram artigos sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020 e o número de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes por periódico	69
Tabela 2 - Afiliações institucionais dos autores que publicaram sobre o PSA no período de 2000 a 2020 com o maior número de ocorrências (igual ou superior a 30) e o país (ou países) da afiliação institucional	72
Tabela 3 - Países das afiliações institucionais dos autores que publicaram sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020 e o número de ocorrências de cada país	74
Tabela 4 - Resultados das métricas da rede de coautoria do PSA.....	77
Tabela 5 - Resultados das métricas da rede de coautoria do PSA recalculadas para o componente gigante	82
Tabela 6 - Número total de autores (componente gigante) que publicaram sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020 em relação ao intervalo de grau (degree).....	82
Tabela 7 - Número total de autores (componente gigante) que publicaram sobre o PSA em relação ao total de artigos por autor.....	84
Tabela 8 - Pesquisadores influentes sobre o PSA em relação às medidas de centralidade (grau, intermediação e proximidade) e ao número de artigos publicados	85
Tabela 9 - Características das comunidades de pesquisadores em torno do PSA referentes ao número total de membros, ao número total de conexões e ao número total de artigos produzidos por cada comunidade	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARS	Análise de Redes Sociais
AR5	<i>Fifth Assessment Report</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAS	<i>Chinese Academy of Science</i>
CI	<i>Conservation International</i>
CIFOR	<i>Center for International Forestry Research</i>
ESPA	<i>Ecosystem Services for Poverty Alleviation</i>
ICRAF	<i>International Centre for Research in Agroforestry</i>
ID	Identificador
IPBES	<i>Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MEA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
NFCP	<i>The Natural Forest Conservation Program</i>
ONG	Organização não-governamental
PES	<i>Payment for Ecosystem Services</i>
PNAS	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i>
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PSAH	<i>Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos</i>
REDD+	Redução de emissões oriundas do desmatamento e da degradação florestal
SLCP	<i>The Sloping Land Conservation Program</i>
TEEB	<i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i>
TNC	<i>The Nature Conservancy</i>
WWF	<i>World Wide Fund</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	23
2 OBJETIVOS.....	27
2.1 Geral.....	27
2.2 Específicos.....	27
3 REVISÃO DA LITERATURA	28
3.1 O instrumento ‘Pagamento por Serviços Ambientais - PSA’ (Parte I).....	28
3.1.1 Serviços Ecosistêmicos: Origem, conceito e desafios.....	28
3.1.2 Pagamento por Serviços Ambientais: Características e Design.....	32
3.1.3 Pagamento por Serviços Ambientais: Ascensão e Popularidade.....	39
3.2 Análise de Redes Sociais (ARS), Coautoria e Comunidades (Parte II).....	44
3.2.1 Análise de Redes Sociais: uma breve revisão.....	44
3.2.2 Redes de Colaboração Científica, Coautoria e Comunidades.....	47
4 METODOLOGIA	51
4.1 Coleta e Seleção dos documentos relevantes (Etapa I).....	52
4.2 Análise de Conteúdo (Etapa II).....	55
4.3 Correção e padronização de dados bibliométricos (Etapa III).....	58
4.4 Análise de Redes Sociais (Etapa IV).....	59
4.4.1 Métricas Básicas de Redes.....	60
4.5 Caracterização das Comunidades de Pesquisadores em torno do PSA (Etapa V).....	63
5 RESULTADOS.....	66
5.1 Caracterização da produção científica em torno do PSA.....	66
5.2 A Rede de Coautoria do PSA.....	77
5.3 Comunidades de Pesquisadores em torno do PSA.....	90
6 DISCUSSÃO	101
7 CONCLUSÃO	107
8 TRABALHOS FUTUROS.....	109
REFERÊNCIAS	110

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Nas últimas décadas, o instrumento econômico “Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)” vem despertando o interesse de governos, organizações não-governamentais (ONGs), agências bilaterais e multilaterais de desenvolvimento, cientistas, conservacionistas e de produtores rurais (HAUSKNOST; GRIMA; SINGH, 2017; MURADIAN *et al.*, 2013; NAEEM *et al.*, 2015). O PSA pode ser definido como uma transação voluntária entre os usuários e os provedores dos serviços ambientais¹, de modo que os provedores estejam condicionados a regras de gestão e manejo sustentável dos recursos naturais (WUNDER, 2015). Trata-se de um instrumento de política ambiental que pode ser inserido na categoria dos denominados “instrumentos baseados no mercado” (GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015) cuja lógica é internalizar as externalidades² positivas (JACK; KOUSKY; SIMS, 2008). Em termos econômicos, o PSA tem a expectativa de ser mais flexível e mais custo-efetivo do que os tradicionais instrumentos de comando-e-controle (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Estima-se que existam atualmente mais de 550 programas de PSA ao redor do globo (SALZMAN *et al.*, 2018).

Similarmente, o volume de conhecimento produzido sobre o instrumento tem aumentado e evoluído nas últimas décadas, e a tendência é continuar ascendendo (SALZMAN *et al.*, 2018; SCHOMERS; MATZDORF, 2013; YU *et al.*, 2020). A recepção política favorável e o interesse científico no PSA podem ter sido condutores relevantes para sua rápida disseminação e aceitação em diversas escalas e contextos (SCHOMERS; MATZDORF, 2013). A definição conceitual (MURADIAN *et al.*, 2010; TACCONI, 2012; VAN NOORDWIJK *et al.*, 2012; WUNDER, 2015), o *design* (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; JACK; KOUSKY; SIMS, 2008) e a avaliação da efetividade e dos impactos do instrumento (BÖRNER *et al.*, 2017; CALVET-MIR *et al.*, 2015; INGRAM *et al.*, 2014) têm significativamente dependido da comunidade acadêmica. Naeem *et al.* (2015) argumentam que o sucesso das iniciativas de PSA depende do conhecimento científico, por exemplo, para definir qual serviço ambiental considerar, desenvolver métodos de coleta e de monitoramento dos serviços, e compreender as relações potenciais (i.e., diminuir as incertezas) entre a provisão dos serviços e os usos do solo. Ou seja, na visão dos respectivos autores, princípios e

¹ Na subseção 3.1.1 é apresentada a definição de serviços ecossistêmicos *versus* serviços ambientais.

² Externalidades são os efeitos (benefícios ou custos) gerados por atividades sobre terceiros não diretamente envolvidos com as mesmas; as externalidades podem ser negativas (e.g., poluição) ou positivas (e.g., serviços ecossistêmicos) (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; JACK; KOUSKY; SIMS, 2008; MEDEMA, 2020).

orientações simples, porém rigorosos, baseados nas ciências naturais, deveriam nortear o *design* e a avaliação dos projetos e programas de PSA (NAEEM *et al.*, 2015).

Não obstante, há também uma série de estudos críticos ao instrumento particularmente referentes ao seu caráter neoliberal e a seu ideal de mercado. Enquanto na teoria o PSA é visto como uma solução para os problemas ambientais baseada no mercado (PAGIOLA, 2008; FERRARO; KISS, 2002), na prática, depende fundamentalmente do Estado (MATULIS, 2017; VATN, 2010). Para alguns autores, o PSA está inserido em uma política econômica neoliberal mais ampla (FLETCHER; BÜSCHER, 2017), em que a complexidade dos sistemas ecológicos é reduzida a um único serviço como valor de troca (KOSOY; CORBERA, 2010), podendo acentuar ao invés de mitigar as desigualdades sociais e de distribuição e acesso à terra e aos recursos naturais (MCAFEE, 2012), além de erodir motivações intrínsecas da conservação da natureza (RODE; GÓMEZ-BAGGETHUN; KRAUSE, 2015).

Kolinjivadi *et al.* (2017) argumentam que produzir conhecimento científico desconsiderando a realidade complexa e não linear das relações humano-natureza visando simplificar orientações e princípios para a adoção de políticas ambientais privilegia certas ontologias e epistemologias sobre outras. Neste sentido, os respectivos autores visualizam uma fronteira mais ampla e transdisciplinar em que as ciências naturais e sociais não devem ser fragmentadas, e o processo de fazer ciência deve considerar o contexto e as relações de poder sob as quais as intervenções do PSA são percebidas e construídas (KOLINJIVADI *et al.*, 2017). Ainda, Gómez-Baggethun e Muradian (2015) consideram ser de primordial importância o debate das diferentes visões sobre os instrumentos baseados no mercado dentro da comunidade acadêmica (e.g., economistas, ecólogos, cientistas políticos e cientistas ambientais), englobando tanto seus defensores quanto seus críticos, de modo que as muitas dimensões desses mecanismos sejam reveladas (GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015).

Na medida em que o interesse e o volume de publicações em torno do PSA aumentam, cresce também o número de trabalhos que buscam sistematizar o conhecimento já produzido, seja com a finalidade de oferecer uma análise do *status* atual e tendências futuras dos esquemas de pagamento, contribuindo com ajustes em seu *design* e implementação (CAMPANHÃO; RANIERI, 2019; EZZINE-DE-BLAS *et al.*, 2016; SALZMAN *et al.*, 2018; WUNDER *et al.*, 2018); seja com o intuito de revisar diferentes definições presentes na literatura e discutir alternativas (DERISSEN; LATACZ-LOHMANN, 2013); seja com o objetivo de entender e visualizar os impactos, as motivações e a efetividade dos programas (BÖRNER *et al.*, 2017; CALVET-MIR *et al.*, 2015; JONES *et al.*, 2020;

PEREVOCHTCHIKOVA *et al.*, 2021). Não obstante, poucos são os trabalhos que se utilizam de análises bibliométricas para decifrar a produção científica do PSA (SCHOMERS; MATZDORF, 2013; YU *et al.*, 2020); ou seja, que se utilizam da análise descritiva dos constituintes da pesquisa (e.g., autores, instituições, países, periódicos, tópicos) e/ou da análise das relações existentes entre eles (DONTHU *et al.* 2021).

A ciência pode ser entendida como um processo social, constituindo-se de uma rede de atores que colaboram e interagem entre si, formando grupos ou comunidades responsáveis por produzir e disseminar o conhecimento (MELIN; PERSSON, 1996; NEWMAN, 2001). Entender os padrões de colaboração pode revelar como a comunidade acadêmica se estrutura e como os pesquisadores estão expostos a tipos particulares de informações e ideias (HAYTHORNTHWAITE, 1996; LAMBIOTTE; PANZARASA, 2009). Neste sentido, a Análise de Redes Sociais (ARS) oferece um conjunto de conceitos e técnicas variados para estudar padrões e interações sociais (OTTE; ROUSSEAU, 2002). Combinada à análise bibliométrica, a ARS pode enriquecer o entendimento da estrutura intelectual e social de um dado campo do conhecimento (DONTHU *et al.*, 2021).

O trabalho de Yu *et al.* (2020) apresenta uma análise mais geral da produção científica do PSA do que o trabalho de Schomers e Matzdorf (2013), em especial por mapear as redes de cooperação entre os autores, países e instituições mais produtivos, porém, não explora as métricas básicas de redes que poderiam revelar, por exemplo, os pesquisadores mais influentes em um dado campo do conhecimento a partir de sua posição na rede (e.g., HOU; KRETSCHMER; LIU, 2008; RACHERLA; HU, 2010). Outra questão ainda pouco explorada na literatura do PSA diz respeito às comunidades de pesquisadores presentes na rede de coautoria do instrumento. Faltam estudos que foquem, por exemplo, na identificação de tais comunidades e em sua caracterização. Estudar comunidades de pesquisadores é uma oportunidade para se entender como um campo do conhecimento vem sendo construído (RACHERLA; HU, 2010).

Surge ainda o questionamento sobre a possível existência de comunidades de pesquisadores em torno do PSA cujos trabalhos apontariam para resultados e/ou visões mais favoráveis ou mais desfavoráveis ao mesmo. Na prática, comunidades ou grupos de atores (e.g., cientistas, governo, ONGs) sustentando e compartilhando interesses e ideias em comum podem influenciar a elaboração e implementação de políticas públicas (FUENTES-GEORGE, 2013; HAUSKNOST; GRIMA; SINGH, 2017; PASCUAL; HOWE, 2018; SHAPIRO-GARZA, 2020; TO; DRESSLER, 2019).

Neste contexto, e considerando a importância da ciência para a produção e disseminação do conhecimento e o crescente interesse global no PSA, a presente tese busca ampliar o estudo bibliométrico sobre a produção científica do instrumento, mapear e analisar a rede de coautoria do PSA (revelando os pesquisadores influentes), e identificar e caracterizar as comunidades de pesquisadores (mais favoráveis ou mais desfavoráveis) presentes na rede. Este trabalho apresenta um panorama mais detalhado sobre a produção científica do PSA, a partir do qual, estratégias para pesquisas futuras possam ser discutidas e definidas.

Cabe ressaltar que este trabalho não tem a pretensão de investigar como a ciência molda a política, assim como não tem a pretensão de investigar diferentes posicionamentos ideológicos (i.e., favoráveis ou desfavoráveis) dos eventuais autores, periódicos e/ou afiliações institucionais identificados. Dessa forma, ao invés do posicionamento foi adotado o direcionamento dos artigos em relação ao PSA, i.e., a direção do texto.

A tese está organizada da seguinte forma: Inicialmente, é apresentada esta introdução e justificativa da pesquisa; na seção 2 é apresentado o objetivo geral da tese e os objetivos específicos; na seção 3 é apresentada a revisão da literatura, a qual foi dividida em duas partes, sendo a primeira focada no PSA e a segunda na análise de redes sociais; na seção 4 é apresentada a metodologia dividida em cinco etapas; na seção 5 são apresentados os resultados da pesquisa; na seção 6 é apresentada a discussão dos resultados e algumas reflexões; na seção 7 é apresentada a conclusão do estudo; e na seção 8 são apresentadas propostas para trabalhos futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Construir um panorama da produção científica em torno do instrumento ‘Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)’ com foco nas comunidades de pesquisadores que compõem a rede de coautoria do instrumento.

2.2 Específicos

- (a) Caracterizar a produção científica em torno do PSA tendo como base dados bibliométricos e o direcionamento (favorável ou desfavorável) dos artigos em relação ao instrumento.
- (b) Mapear e analisar a rede de coautoria do PSA, destacando os pesquisadores mais influentes e a formação de comunidades.
- (c) Caracterizar as comunidades de pesquisadores identificadas no objetivo específico (b), e verificar se tais comunidades sustentam direcionamentos divergentes em relação ao PSA.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A seção de ‘revisão da literatura’ foi dividida em duas partes. Na primeira parte é dado enfoque ao instrumento ‘Pagamento por Serviços Ambientais – PSA’: inicia-se com uma revisão sobre o conceito de serviços ecossistêmicos, sua origem e desafios; na sequência, apresenta-se uma revisão específica sobre as principais características e o *design* do PSA; e finaliza-se com uma revisão sobre a ascensão e a popularidade do instrumento em âmbito global. Na segunda parte, o enfoque é dado na análise de redes sociais (ARS), coautoria e comunidades: inicia-se com uma breve revisão sobre as principais teorias e conceitos de redes sociais; e finaliza-se também com uma breve revisão sobre redes de colaboração científica, redes de coautoria e detecção de comunidades.

3.1 O instrumento ‘Pagamento por Serviços Ambientais - PSA’ (Parte I)

3.1.1 Serviços Ecossistêmicos: Origem, conceito e desafios

Serviços ecossistêmicos podem ser definidos como os benefícios que os ecossistemas provêm para a manutenção da saúde e do bem-estar humano, podendo ser classificados como serviços de provisão (e.g., alimentos, fibras e recursos genéticos), regulatórios (e.g., controle do clima e purificação do ar e da água), culturais (e.g., recreação, paisagísticos e espirituais), ou de suporte (e.g., ciclagem de nutrientes e produção primária) (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Embora ainda não exista um consenso na literatura científica sobre a distinção entre os termos “serviços ecossistêmicos” e “serviços ambientais” (BARNAUD; ANTONA, 2014), frequentemente utilizados como sinônimos, de maneira geral, remetem-se a serviços ecossistêmicos aqueles provenientes diretamente da funcionalidade dos ecossistemas, enquanto que os serviços ambientais estão associados à ação antrópica, e.g., plantação de árvores em áreas de declive para evitar a erosão do solo (MURADIAN *et al.*, 2010; WUNDER, 2015). Para Barnaud e Antona (2014), a própria distinção entre os termos reflete a forma como os seres humanos interpretam sua relação com a natureza (BARNAUD; ANTONA, 2014).

Originalmente, a ideia de serviços ecossistêmicos tinha como objetivo comunicar para o público como a degradação dos ecossistemas e a perda da biodiversidade afetariam sua qualidade de vida e bem-estar (CHAUDHARY *et al.*, 2015; GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010). O termo “serviços ecossistêmicos” surge na década de 1980, sendo dominado

tradicionalmente pelos ecólogos, i.e., com foco nas funções dos ecossistemas, e pelos economistas, i.e., com foco na valoração dos serviços (CHAUDHARY *et al.*, 2015; COSTANZA *et al.*, 2017).

As funções dos ecossistemas, originadas das interações complexas entre os componentes bióticos e abióticos do meio, podem ser traduzidas em bens ou serviços quando satisfazem as necessidades humanas; desse modo, para que os seres humanos se beneficiem de tais bens ou serviços, é preciso manter a integridade das funções dos ecossistemas (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). Para Costanza *et al.* (2017), a valoração dos serviços é entendida como inseparável das escolhas e decisões humanas, independentemente se o valor é monetário ou não, i.e., decisões podem afetar os ecossistemas de formas diferentes e a valoração contribuiria para informar as melhores opções de gestão (COSTANZA *et al.*, 2017). Observa-se, entretanto, uma mudança da ideia original do conceito como valor de uso na economia clássica em direção ao valor de troca na economia neoclássica (GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010).

O conceito de serviços ecossistêmicos, assim como a ideia de sua valoração, se expande no meio acadêmico particularmente após a publicação do trabalho de Costanza *et al.* (1997), os quais estimaram o valor econômico dos serviços ecossistêmicos e do capital natural em escala global, mas é a partir da publicação do relatório internacional *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) em 2005 que o conceito é difundido na arena política e se destaca globalmente, i.e., grandes organizações não-governamentais ambientais (e.g., *The Nature Conservancy*, *World Wide Fund* e *Conservation International*) e investidores internacionais (e.g., Banco Mundial) passam a adotar o conceito em suas agendas. Desde então surgem também outras iniciativas intergovernamentais com o intuito de fortalecer a interface ciência-política na gestão da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, tais como o TEEB (i.e., *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) e o IPBES (i.e., *The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) (CHAUDHARY *et al.*, 2015; COSTANZA *et al.*, 2017; GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010).

Na medida em que se torna dominante na gestão ambiental, sendo difundido e adotado por diferentes atores ao redor do globo, o conceito de serviços ecossistêmicos tem enfrentado diversas críticas principalmente por seu caráter antropocêntrico e reducionista da natureza (BARNAUD; ANTONA, 2014; FISHER; BROWN, 2015; GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010; NORGAARD, 2010). Pesquisadores argumentam, por exemplo, que as relações causais entre o estado dos ecossistemas (e.g., cobertura florestal) e a provisão dos serviços (e.g.,

qualidade da água) não são totalmente compreendidas (BARNAUD; ANTONA, 2014; DAILY *et al.*, 2009; NAEEM *et al.*, 2015), que existem várias outras maneiras de se entender os ecossistemas do que somente por meio da estrutura conceitual *estoque-fluxo* inerente aos serviços (NORGAARD, 2010), que as funções e os serviços ecossistêmicos muitas vezes se sobrepõe, causando confusões quando de sua identificação e quantificação (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002), que não são todos os serviços (e.g., espirituais, habitat) que possuem valor de mercado (CARPENTER *et al.*, 2009), e que há diferentes percepções e noções de valor que sociedades distintas atribuem à natureza, as quais podem ser prejudicadas com a inserção do valor monetário (GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010). Para Norgaard (2010), a metáfora dos serviços ecossistêmicos não nos permite enxergar as complexidades dos sistemas naturais e a diversidade de conhecimentos existentes (NORGAARD, 2010).

Por outro lado, alguns autores argumentam que a ênfase na valoração econômica dos serviços ecossistêmicos tem atraído a atenção dos tomadores de decisão e agências bilaterais e multilaterais de desenvolvimento, facilitado a parceria com o setor privado e contribuído com a obtenção de fundos para a conservação (FISHER; BROWN, 2015; MARTIN-ORTEGA *et al.*, 2019). De fato, o conceito de serviços ecossistêmicos pode ser considerado como um objeto de fronteira que facilita a conversa entre ciência e política, e permite sua aplicação em diversos contextos sustentados por interesses frequentemente opostos, i.e., ambiental, socioeconômico e político (KULL; DE SARTRE; CASTRO-LARRAÑAGA, 2015).

A valoração econômica pode ter influência sob o regime de propriedade aplicado na gestão dos ecossistemas (GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010). Por exemplo, serviços de provisão são mais facilmente manejados pelos mercados do que os serviços regulatórios (e.g., controle do clima), os quais possuem características de bens públicos³ e, portanto, requerem preferencialmente regimes de propriedade comum e a participação do Estado (COSTANZA *et al.*, 2017; FARLEY; COSTANZA, 2010).

O estudo de Martin-Ortega *et al.* (2019) mostra que a visão instrumental da natureza é considerada por alguns proponentes como “um mal necessário” no sentido de desmistificar a ideia de que a conservação e o desenvolvimento econômico não estão associados, mas não deve ser distanciada dos valores intrínsecos da conservação (MARTIN-ORTEGA *et al.*, 2019). Contudo, poucos estudos têm analisado o avanço deste conceito e de suas implicações

³ Um bem ou serviço é público quando for não-rival e não-excluível. Um bem ou serviço é não-rival quando o uso ou o consumo deste por um indivíduo não afetar significativamente a qualidade ou a quantidade disponível para outros indivíduos, ao passo que um bem ou serviço é não-excluível quando não for possível impedir o uso ou o consumo deste por alguém (KEMKES; FARLEY; KOLIBA, 2010).

na prática e nas políticas ambientais, particularmente nas políticas ambientais de países em desenvolvimento (CHAUDHARY; MCGREGOR, 2018; KULL; DE SARTRE; CASTRO-LARRAÑAGA, 2015). Entender como o conceito de serviços ecossistêmicos é incorporado nas políticas ambientais pode auxiliar na compreensão de como as relações entre o ser humano e a natureza vêm se alterando de modo a acomodar conceitos globalizados que se originam no ocidente (BARNAUD; ANTONA, 2014; CHAUDHARY; MCGREGOR, 2018; KOLINJIVADI *et al.*, 2019). De maneira geral, falta uma compreensão unificada do que se entende por “serviços ecossistêmicos”, assim como de orientações para implementá-los na prática (CHAUDHARY; MCGREGOR, 2018; MARTIN-ORTEGA *et al.*, 2019).

A comunidade científica desempenha um papel importante na integração do conceito de serviços ecossistêmicos nas políticas e práticas ambientais, uma vez que fornece o conhecimento e as ferramentas necessárias para se avaliar as condições atuais e prever as condições futuras dos ecossistemas, quantificar as funções e os serviços, e analisar a distribuição de seus custos e benefícios (COSTANZA *et al.*, 2017; DAILY *et al.*, 2009). Para tanto, alguns autores defendem que uma maior interação entre as ciências naturais e sociais deve ser promovida de modo que questões sociais e políticas, e.g., pobreza, cultura e justiça, sejam integradas no discurso e *design* das abordagens baseadas nos serviços ecossistêmicos, para além de sua origem econômica e ecológica (CARPENTER *et al.*, 2009; CHAUDHARY *et al.*, 2015). Da mesma forma, Norgaard (2010) argumenta ser necessário que as instituições públicas governando os serviços ecossistêmicos sejam fortalecidas, assim como o entendimento de sua relação com o mercado (NORGAARD, 2010). As instituições são responsáveis por criar conexões entre diferentes *stakeholders* (e.g., tomadores de decisão, cientistas, organizações da sociedade civil, setor privado) e entre diferentes conhecimentos e interesses, visando promover mudanças que beneficiem a natureza e a sociedade (CARPENTER *et al.*, 2009; COSTANZA *et al.*, 2017; DAILY *et al.*, 2009).

O sucesso (ou o fracasso) da aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos na prática reflete as percepções, interesses, valores ou normas daqueles que o promovem, estando intimamente associado a um dado contexto social e político, e abrangendo uma escala espacial e temporal específicas (BARNAUD; ANTONA, 2014; CARPENTER *et al.*, 2009). O valor monetário dos serviços ecossistêmicos não deve ser considerado uma panaceia na tomada de decisão (MARTIN-ORTEGA *et al.*, 2019). Barnaud e Antona (2014) argumentam ainda que os serviços ecossistêmicos não existem *per se*, mas são socialmente construídos. Neste sentido, argumenta-se que as abordagens baseadas no conceito de serviços ecossistêmicos devem ser combinadas a outros instrumentos de gestão ambiental; suas

limitações e incertezas devem ser reconhecidas; e o contexto, a diversidade de conhecimentos e de valores existentes para além do econômico devem ser incluídos nas tomadas de decisão (BARNAUD; ANTONA, 2014; CARPENTER *et al.*, 2009; MARTIN-ORTEGA *et al.*, 2019).

3.1.2 Pagamento por Serviços Ambientais: Características e Design

O instrumento econômico “Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)” pode ser definido como uma transação voluntária entre os usuários e os provedores dos serviços ambientais, de modo que os provedores estejam condicionados a regras de gestão e manejo sustentável dos recursos naturais visando gerar externalidades positivas (WUNDER, 2015). Pela lógica do instrumento, tanto os provedores dos serviços ambientais (e.g. produtores rurais em uma bacia hidrográfica a montante) quanto os usuários dos serviços (e.g. indústria localizada a jusante da bacia) mutuamente se beneficiariam com a implementação do esquema: os provedores receberiam os pagamentos dos usuários para a gestão dos recursos naturais (e.g. controle de erosão), enquanto que os usuários se beneficiariam com a provisão e a manutenção do serviço em questão (e.g. melhoria da qualidade e da quantidade de água) (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

Em efeito, os programas de PSA tentam pôr em prática o teorema de Coase segundo o qual direitos de propriedade bem definidos e baixos custos de transação contribuiriam para que negociações voluntárias entre partes privadas surgissem e, desse modo, induzissem a mudanças de comportamento em prol da conservação sem que houvesse a necessidade da intervenção do Estado (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010). Contudo, o que se observa na realidade, pelo menos na maioria dos programas de PSA, não é um mecanismo de gestão baseado em um mercado puro (e.g., precificação, competitividade, e de caráter voluntário), particularmente devido às complexidades inerentes aos sistemas socioecológicos e aos altos custos de transação dos esquemas que exigem a participação ativa do Estado (MURADIAN *et al.*, 2013; VATN, 2010, 2018).

Custos de transação correspondem aos custos totais decorrentes do planejamento, negociação, execução, monitoramento e cumprimento dos contratos (WÜNSCHER; ENGEL; WUNDER, 2008). Ter um número elevado de contratos e de atores envolvidos nos esquemas de PSA, optar por negociar os contratos individualmente ao invés de promover a barganha coletiva (e.g., BINGHAM, 2021), ou pagar por serviços ambientais com características de bens públicos, e.g., regulação climática e biodiversidade, podem aumentar os custos de

transação dos esquemas quando operados pelos mercados (FARLEY; COSTANZA, 2010; VATN, 2010, 2018). Neste sentido, programas de PSA operados pelo Estado podem ser considerados mais custo-efetivos, uma vez que governos geralmente já possuem as ferramentas necessárias para gerenciar os contratos e coletar e distribuir os pagamentos em uma escala geográfica mais ampla (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; VATN, 2010), além de reduzir os problemas de *free-riding*, i.e., quando terceiros se beneficiam de recursos e/ou serviços pelos quais não pagaram (FARLEY; COSTANZA, 2010).

Não é por acaso que a maioria dos programas de PSA, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento, é implementada por governos (SALZMAN *et al.*, 2018; SCHOMERS; MATZDORF, 2013), e que raros são os esquemas “puramente” coaseanos (BINGHAM, 2021). Em outras palavras, na prática, parece que os programas de PSA seguem a abordagem pigouviana (SCHOMERS; MATZDORF, 2013), segundo a qual, a atuação do Estado, por meio da distribuição de subsídios ou da implantação de um sistema de taxação, é necessária para corrigir as falhas de mercado e internalizar as externalidades ambientais (MEDEMA, 2020). Destaca-se, entretanto, a existência de estudos de caso que combinam elementos da abordagem coaseana, i.e., do lado da oferta, e elementos da abordagem pigouviana, i.e., do lado da demanda (DISWANDI, 2017). Há ainda uma série de discussões na literatura sobre quais abordagens verdadeiramente definem PSA (MURADIAN *et al.*, 2010; WUNDER, 2015). Uma ampla variedade de definições pode, entretanto, fazer com que diferentes esquemas de pagamento sejam rotulados como PSA (MURADIAN *et al.*, 2010; PIRARD, 2012).

Programas de PSA voltados à conservação e recuperação de bacias hidrográficas parecem ser os mais adotados em âmbito global (CAMPANHÃO; RANIERI, 2019; SALZMAN *et al.*, 2018). Já os programas de pagamento direcionados à conservação da biodiversidade são considerados os mais desafiadores de se implementar, particularmente devido aos seus benefícios indiretos e não materiais (SALZMAN *et al.*, 2018; WÜNSCHER; ENGEL, 2012). PSA visando o sequestro de carbono igualmente tem atraído a atenção de diversos *stakeholders* em escala global. Neste caso, o mecanismo financeiro de “redução de emissões oriundas do desmatamento e da degradação florestal” (sigla em inglês REDD+) tem dominado o setor (SALZMAN *et al.*, 2018). Vale pontuar que os programas de PSA podem englobar mais de um tipo de serviço ambiental (PAGIOLA, 2008), e serem aplicados em diferentes escalas (BINGHAM, 2021; WÜNSCHER, ENGEL, 2012).

Para que os programas de PSA sejam eficazes e não acarretem em efeitos colaterais indesejáveis tanto para a natureza quanto para a sociedade, estes necessitam de um *design*

adequado (KINZIG *et al.*, 2011), o qual, por sua vez, é dependente do contexto ambiental, socioeconômico e político em que os programas serão inseridos (JACK; KOUSKY; SIMS, 2008). O desenho de um esquema de PSA pode variar conforme o tipo de serviço a ser fornecido, o tipo de pagamento (i.e., individual ou coletivo), o tipo de financiamento (e.g., governo ou setor privado), a duração dos contratos, os critérios estabelecidos para selecionar áreas ou os provedores aptos a participarem dos programas, entre outros (JACK; KOUSKY; SIMS, 2008). Wunder *et al.* (2018) destacam três elementos fundamentais do *design* de um esquema de PSA: condicionalidade, pagamentos diferenciados e segmentação espacial.

A condicionalidade é uma das principais características que define um esquema de PSA, i.e., os pagamentos só serão atribuídos se os serviços ambientais forem fornecidos (WUNDER, 2015). A condicionalidade está associada ao monitoramento dos serviços e ao desempenho dos programas (WUNDER, 2015). O monitoramento costuma ser dispendioso particularmente quando requer visitas frequentes dos agentes de conservação *in loco* (CORBERA; BROWN; ADGER, 2007). Contudo, o que se monitora usualmente são mudanças no uso do solo e não o serviço ambiental em si (MURADIAN *et al.*, 2010; WUNDER, 2015). Embora a aplicação de sanções pelo não cumprimento dos contratos seja menos realizada nos programas de PSA do que o monitoramento (WUNDER *et al.*, 2018), a maioria dos estudos que tratam deste assunto focam no descumprimento dos contratos por parte dos provedores e negligenciam a parte dos usuários: instabilidade política, econômica e institucional, por exemplo, pode fazer com que os pagamentos sejam atrasados ou até mesmo interrompidos antes da finalização dos programas, causando insegurança aos provedores (ETCHART *et al.*, 2020).

Os pagamentos aos provedores dos serviços ambientais deveriam ser diferenciados de acordo com os benefícios e os custos individuais da provisão dos serviços (WUNDER *et al.*, 2018). Os proprietários rurais são heterogêneos tanto em relação às suas características socioeconômicas (e.g., educação e renda) quanto em relação às características biofísicas de suas propriedades (e.g., solo, relevo, área) (FERRARO, 2008; JACK; KOUSKY; SIMS, 2008). Desse modo, argumenta-se que os pagamentos diferenciados poderiam ser considerados mais custo-efetivos do que os pagamentos uniformes (EZZINE-DE-BLAS *et al.*, 2016; JACK; KOUSKY; SIMS, 2008). Por outro lado, a opção pela diferenciação dos pagamentos envolve altos custos de transação principalmente devido à coleta de informações, assim como pode ser vista como injusta por alguns participantes dos esquemas no sentido de que serviriam apenas para satisfazer interesses particulares (FERRARO, 2008). Na prática, os

programas de PSA adotam a diferenciação dos pagamentos mais em relação aos benefícios do que aos custos (WUNDER *et al.*, 2018).

Para que os proprietários rurais aceitem participar dos esquemas de PSA, os pagamentos devem ser maiores do que o valor que estes receberiam com a conversão da terra em outros usos mais lucrativos, e menores do que o valor que os usuários estariam dispostos a pagar pelo serviço ambiental; ou seja, os pagamentos devem ser competitivos com os custos de oportunidade da terra (JACK; KOUSKY; SIMS, 2008; WÜNSCHER; ENGEL; WUNDER, 2008). Contudo, informações sobre os custos de oportunidade da terra costumam ser assimétricas entre os provedores e os usuários dos serviços ambientais (FERRARO, 2008). Geralmente, os proprietários rurais obtêm informações mais completas sobre seus custos de oportunidade do que os agentes de conservação. Neste sentido, pode ocorrer, por exemplo, de alguns proprietários rurais declararem possuir custos de oportunidade mais altos do que realmente o são a fim de obter pagamentos maiores, i.e., seleção adversa, comprometendo o orçamento dos programas e deixando de direcionar os pagamentos para outras áreas com benefícios ambientais adicionais (FERRARO, 2008). Diversas ferramentas têm sido propostas para auxiliar os agentes de conservação a determinar quem são os proprietários rurais com custos de oportunidade altos e baixos, e.g., leilões de aquisição, e, assim, reduzir o problema da seleção adversa (FERRARO, 2008). Contudo, na prática, o fenômeno da seleção adversa tem sido pouco abordado nos programas de PSA (WUNDER *et al.*, 2018).

Os pagamentos deveriam ser direcionados para áreas com alta densidade do serviço ambiental e alta iminência de perda deste, i.e., segmentação espacial (WUNDER *et al.*, 2018). Pagar por serviços ambientais que não enfrentam ameaças iminentes de perda ou que teriam sido fornecidos sem a necessidade da intervenção (i.e., não adicionais) é um problema de eficiência econômica dos esquemas de PSA (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Para ser eficiente, os pagamentos devem minimizar os custos e maximizar os ganhos ambientais (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). Entretanto, avaliar a adicionalidade de um esquema de PSA não é uma tarefa simples (KARSENTY *et al.*, 2017). Mudanças nos custos de oportunidade da terra podem alterar a adicionalidade (ETCHART *et al.*, 2020). Da mesma forma, esquemas de PSA implementados em territórios onde já existem regulamentações que inibem práticas ambientalmente destrutivas ou que estimulem a adoção de práticas de conservação também não são considerados adicionais (KARSENTY *et al.*, 2017). Poucos são os programas de PSA que utilizam a ameaça aos serviços como critério para o direcionamento dos contratos (WUNDER *et al.*, 2018).

Além da falta de adicionalidade, o problema de “vazamento” (i.e., *leakage*) e a falta de permanência igualmente comprometem a eficiência econômica dos esquemas de PSA: o primeiro ocorre quando do deslocamento de atividades que causam danos ambientais, e.g., agricultura, das áreas sob contrato do PSA para outras áreas que não estão sob contrato, e o segundo refere-se a não capacidade do instrumento de atingir seus objetivos de conservação em longo prazo, principalmente após o término dos pagamentos (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). A realocação de atividades potencialmente degradantes para áreas onde os pagamentos não são implementados diminui a adicionalidade dos esquemas, uma vez que não promove ganhos ambientais (JACK; SANTOS, 2017). Um experimento realizado por Jack e Santos (2017) sugere que avaliações dos programas de PSA focadas somente nos impactos do uso da terra nas áreas sob contrato podem fazer com que os impactos ambientais dos programas sejam superestimados e os impactos socioeconômicos negligenciados (JACK; SANTOS, 2017).

Com relação à permanência, um estudo realizado por Pagiola, Honey-Rosés e Freire-González (2020) em Matiguás-Río Blanco, Nicarágua, concluiu que o programa de PSA adotado na região foi efetivo ao encorajar os proprietários rurais a adotarem atividades ambientais que os beneficiaram economicamente, e.g., sistemas agroflorestais e práticas silvo-pastoris, o que foi essencial para que as mudanças no uso do solo pretendidas permanecessem após o término dos pagamentos (PAGIOLA; HONEY-ROSÉS; FREIRE-GONZÁLEZ, 2020). Van Hecken *et al.* (2021), no entanto, apontam para a necessidade de se compreender melhor as dinâmicas sociais e econômicas da região, assim como as motivações particulares dos proprietários rurais, as quais podem ter influenciado na decisão destes em continuar (ou não) com as ações de conservação, não se tratando, portanto, de um resultado induzido diretamente pelo PSA (VAN HECKEN *et al.*, 2021).

Os programas de PSA não devem ser percebidos somente em termos da eficiência econômica do instrumento e de sua efetividade ambiental, mas deve-se olhar também para questões como a distribuição de seus custos e benefícios, o direito e a garantia do acesso à terra e aos recursos naturais, e o reconhecimento e inclusão de todas as partes interessadas nas tomadas de decisão (CORBERA; BROWN; ADGER, 2007; MCELWEE, 2012; PASCUAL *et al.*, 2014). Não considerar tais questões significa simplificar os desafios da conservação a termos puramente econômicos e negligenciar os diversos sistemas sociais, culturais e políticos complexos (PASCUAL *et al.*, 2014) e as histórias conturbadas inerentes a cada contexto (BÜSCHER, 2012).

Desigualdades na distribuição dos custos e dos benefícios dos pagamentos, assim como noções de injustas, podem gerar desconfiança e conflitos entre as partes envolvidas, fazendo com que os atores locais não aceitem ou não cumpram com os contratos de conservação (CORBERA; BROWN; ADGER, 2007; LOFT *et al.*, 2020; MURADIAN *et al.*, 2010). Um experimento realizado por Loft *et al.* (2020) mostra que os participantes dos esquemas tendem a diminuir seus esforços de conservação quando percebem que os pagamentos estão sendo distribuídos de forma desigual entre indivíduos em uma mesma comunidade (LOFT *et al.*, 2020). Definir áreas prioritárias para a alocação dos contratos com base exclusivamente em agentes externos igualmente pode exacerbar a falta de confiança e a percepção de injustiças por parte dos atores locais (KOLINJIVADI *et al.*, 2015).

Direitos de propriedade bem estabelecidos minimizam as incertezas por parte dos usuários quanto à garantia de provisão e proteção dos serviços ambientais, porém podem excluir da participação nos programas os proprietários rurais mais pobres e grupos marginalizados (VATN, 2010). Proprietários rurais mais favorecidos usualmente detêm maiores informações e conhecimento sobre as oportunidades e o funcionamento dos mercados dos serviços ambientais, assim como de melhores condições financeiras para investir em práticas de manejo sustentáveis, se comparados aos proprietários rurais menos favorecidos (MCAFEE, 2012; MCELWEE, 2012); em muitos casos, os pagamentos não conduzem a mudanças essenciais no regime de propriedade e uso dos recursos naturais, reproduzindo os já existentes padrões institucionais (MCELWEE, 2012). Essa discrepância de poder também pode ser observada em escala global, i.e., países ricos do hemisfério norte geralmente possuem maior poder de compra dos serviços ambientais (e.g., créditos de carbono) do que os países do hemisfério sul, onde os custos do trabalho e da terra costumam ser menores (MCAFEE, 2012; VATN, 2018).

É também nos países do hemisfério sul do globo que os efeitos do PSA são “testados” (RODE; GÓMEZ-BAGGETHUN; KRAUSE, 2015). Todavia, as populações nestes países, as quais são diretamente afetadas pelas intervenções, costumam ser amplamente diferentes entre si em termos de seus valores e relações com a natureza, de sua cultura, e normas sociais (GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010; VATN, 2018), o que significa que os efeitos dos pagamentos para a indução de mudanças comportamentais podem variar substancialmente dependendo do significado social e cultural dos pagamentos (MCAFEE, 2012; MURADIAN *et al.*, 2013).

O uso de incentivos econômicos pode reforçar as motivações intrínsecas das populações para conservar a natureza (i.e., *efeito crowding-in*) ou até mesmo miná-las (i.e.,

efeito crowding-out) (RODE; GÓMEZ-BAGGETHUN; KRAUSE, 2015). Para evitar, contudo, os efeitos negativos dos pagamentos, recomenda-se conhecer e monitorar as motivações intrínsecas e as normas sociais já existentes, assim como as mudanças esperadas, antes da implementação de quaisquer políticas de conservação ambiental que envolvam o uso de incentivos econômicos (RODE; GÓMEZ-BAGGETHUN; KRAUSE, 2015).

Melhorar os resultados dos programas de PSA requer o reconhecimento da existência de normas sociais na gestão dos recursos naturais (KOLINJIVADI *et al.*, 2015); o entendimento de como as diferentes partes interessadas (i.e., particularmente as populações menos favorecidas e marginalizadas) são afetadas pela intervenção (CORBERA; BROWN; ADGER, 2007; PASCUAL *et al.*, 2014); o engajamento de todas as partes envolvidas nas tomadas de decisão (PASCUAL *et al.*, 2014; SCHRÖTER *et al.*, 2018); o fortalecimento da confiança e da cooperação entre as partes, e, em especial, entre os indivíduos de uma mesma comunidade (ANDERSSON *et al.*, 2018; SCHRÖTER *et al.*, 2018); o aperfeiçoamento na comunicação, transparência e no acesso a informações referentes ao funcionamento e à finalidade dos programas (ANDERSSON *et al.*, 2018; CORBERA; BROWN; ADGER, 2007; ETCHART *et al.*, 2020; SCHRÖTER *et al.*, 2018); e o reconhecimento da pluralidade de valores, identidades e percepções dos diferentes atores envolvidos (CORBERA; BROWN; ADGER, 2007; KOLINJIVADI *et al.*, 2015; PASCUAL *et al.*, 2014).

As intervenções do PSA não podem ser vistas simplesmente como uma questão de se reduzir os custos de transação, definir os serviços ambientais comercializáveis, ou garantir os direitos de propriedade sobre os recursos naturais (MURADIAN *et al.*, 2010), mas implica em considerar também a história, a prática e a escala situacional onde os processos acontecem, não silenciando os diversos atores envolvidos (VAN HECKEN *et al.*, 2018). Para Van Hecken *et al.* (2018), deve-se explorar as ações, as relações de poder e o conhecimento dos diferentes atores que vivenciam o instrumento PSA localmente, mas não mais como meros recipientes passivos (VAN HECKEN *et al.*, 2018). Alguns autores defendem ainda que o PSA não deve ser entendido como um instrumento para alinhar interesses externos, i.e., estratégias que podem reforçar o discurso neoliberal inerente ao instrumento, mas sim ser orientado e fortalecido por ações coletivas (KOLINJIVADI *et al.*, 2015; SCHRÖTER *et al.*, 2018).

Por fim, o PSA não é uma panaceia e sua inserção em um arcabouço mais amplo de instrumentos de política ambiental deve ser considerada a fim de que os resultados ambientais esperados sejam atingidos (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; MURADIAN *et al.*, 2010). O PSA coexiste e coevolui com outros instrumentos e políticas, tais como subsídios agrícolas, áreas protegidas, e programas de desenvolvimento rural e de proteção social

(IZQUIERDO-TORT, 2020; MURADIAN *et al.*, 2010). Dessa forma, são necessárias mais evidências empíricas sobre os conflitos e as sinergias que possam surgir entre diferentes instrumentos ou políticas implementados simultaneamente em um mesmo contexto de modo a melhor informar as decisões e otimizar os resultados das ações de conservação (IZQUIERDO-TORT, 2020). Vale pontuar que os impactos ambientais e sociais dos programas de PSA (positivos e negativos) ainda são pouco entendidos (BÖRNER *et al.*, 2017), reforçando o argumento de que este instrumento não deve ser adotado isoladamente.

3.1.3 Pagamento por Serviços Ambientais: Ascensão e Popularidade

Nas décadas de 1970 e 1980, surge uma nova geração de instrumentos de política ambiental, i.e., os denominados instrumentos baseados no mercado (BOISVERT; MÉRAL; FROGER, 2013), que se opôs aos tradicionais instrumentos regulatórios ou de comando-e-controle (e.g., projetos de conservação e de desenvolvimento integrados), os quais, por sua vez, supostamente não foram efetivos para reduzir as altas taxas de desmatamento e a perda da biodiversidade (FERRARO; KISS, 2002). Defendia-se a ideia de que o mercado livre seria capaz de orientar as escolhas individuais dos atores econômicos, gerar competitividade, fazendo com que estes reduzissem os impactos de suas atividades a um menor custo, o que culminaria na proteção do meio ambiente (GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015). Os instrumentos baseados no mercado produziram soluções *win-win*, i.e., conservação ambiental e crescimento econômico (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008), e poderiam ser aplicados de forma voluntária (FERRARO; KISS, 2002).

A convicção sustentada era a de que a conservação da natureza iria ser promovida pela mesma lógica que provocou sua degradação, i.e., a lógica capitalista (APOSTOLOPOULOU *et al.*, 2021; FLETCHER; BÜSCHER, 2017). A degradação dos ecossistemas e a perda da biodiversidade passam a ser entendidas como “falhas do mercado” (FERRARO; KISS, 2002). Neste sentido, os danos (ou os ganhos) ambientais de atividades econômicas sobre terceiros, i.e., externalidades, poderiam ser internalizados através das forças de mercado (GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015; JACK; KOUSKY; SIMS, 2008; MEDEMA, 2020). É sob a perspectiva de tornar visível as externalidades ambientais positivas que o conceito de serviços ecossistêmicos detém sua maior contribuição: os ecossistemas só seriam protegidos se os serviços por eles produzidos fossem reconhecidos, valorados e incorporados nas tomadas de decisão (COSTANZA *et al.*, 1997; GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015). A natureza, reduzida a um “subsistema” da economia, é, dessa forma, incorporada no

domínio técnico, em que o “preço certo” poderia ser estimado (GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015); embora, na prática, identificar o “preço certo” não necessariamente acarrete no *design* e implementação dos instrumentos baseados no mercado (KINZIG *et al.*, 2011; MCAFEE; SHAPIRO, 2010; PIRARD, 2012).

Cabe destacar aqui uma mudança de foco entre os primeiros incentivos econômicos direcionados à conservação ambiental, i.e., cunhados sob a abordagem pigouviana, e os “novos” instrumentos baseados no mercado, i.e., cunhados sob a abordagem coaseana. O agente econômico (ou o usuário da terra) não é mais visto como poluidor/degradador (i.e., Princípio do Poluidor-Pagador), o qual deve arcar com os custos de suas atividades que prejudicam o direito de terceiros a um meio ambiente saudável e ecologicamente equilibrado (i.e., externalidades negativas), mas sim como o provedor dos serviços ambientais (i.e., Princípio do Recebedor-Pagador), o qual deve ser recompensado pelos benefícios gerados por suas atividades por aqueles que desejam um meio ambiente saudável e ecologicamente equilibrado (i.e., externalidades positivas)(GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015; VAN HECKEN; BASTIAENSEN, 2010). Tal mudança de foco não pode ser considerada desimportante, ou politicamente irrelevante, particularmente por deparar-se com questões sobre o direito de uso e de propriedade dos recursos naturais (VAN HECKEN; BASTIAENSEN, 2010).

A metáfora dos serviços produzidos pelos ecossistemas que beneficiam os seres humanos torna-se compatível, portanto, com a adoção e expansão dos instrumentos baseados no mercado (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). A ideia da valoração monetária dos bens ou serviços ecossistêmicos é teoricamente mais aparente para os tomadores de decisão do que os aspectos ecológicos em si (COSTANZA *et al.*, 1997; MATULIS, 2017). Considerados como externalidades positivas, os serviços ecossistêmicos podem ser internalizados por meio de mecanismos de mercado, tais como subsídios ou contratos diretos; vistos como *commodities*, estes podem resultar no surgimento de instrumentos como as certificações ambientais (FROGER *et al.*, 2015). Compensações e certificações costumam atrair o setor privado, frequentemente contrário a políticas ambientais mais rígidas (HRABANSKI, 2017).

Com o maior interesse no conceito de serviços ecossistêmicos no final da década de 1990, o instrumento econômico PSA surge como uma abordagem inovadora para implementar políticas ambientais baseadas em incentivos econômicos, particularmente nos países em desenvolvimento (MCAFEE, 2012; SCHOMERS; MATZDORF, 2013). O lançamento do programa nacional de PSA na Costa Rica em 1997, pioneiro na América

Latina, vem institucionalizar o valor monetário dos serviços ecossistêmicos como um meio para orientar políticas públicas (CHAUDHARY *et al.*, 2015). O PSA é reiteradamente usado como sinônimo da valoração monetária dos serviços ecossistêmicos (CHAUDHARY; MCGREGOR, 2018; FISHER; BROWN, 2015), e aplicado em diferentes intervenções, e.g., para a conservação florestal ou para subsidiar programas sociais (KULL; DE SARTRE; CASTRO-LARRAÑAGA, 2015).

Nos países desenvolvidos, a promoção do PSA é particularmente interessante para as políticas agrícolas, uma vez que possibilita redirecionar subsídios agrícolas através dos esquemas de pagamento para a conservação, e.g., programas agroambientais (FERRARO, 2011; FROGER *et al.*, 2015). Já nos países em desenvolvimento, o PSA tem-se popularizado por diversos fatores, dentre eles, (i) a ideia de que os instrumentos regulatórios não funcionam em sua totalidade devido às instituições fracas nesses países, (ii) a expectativa de que os pagamentos poderiam alcançar tanto a proteção dos ecossistemas quanto a mitigação da pobreza, e (iii) a oportunidade de ampliação dos geralmente escassos fundos para a conservação ambiental (FERRARO, 2011).

A possibilidade de expansão e diversificação de fundos financeiros para a conservação tem atraído a atenção de diversos atores nacionais e internacionais para a adoção de esquemas de PSA ao redor do globo (HEIN; MILLER; DE GROOT, 2013). O PSA, na visão de alguns autores, tem a vantagem de estabelecer uma relação contratual entre os usuários e os fornecedores dos serviços ambientais seja em âmbito local, nacional ou internacional; pode potencialmente promover um fluxo constante de recursos e em longo prazo (i.e., teoricamente os pagamentos deveriam ser auto sustentados); mobiliza novas fontes de recursos para a conservação e também para a geração de renda; além de possivelmente tornar a proteção ambiental uma atividade lucrativa para as comunidades locais, governos e setor privado (BOISVERT; MÉRAL; FROGER, 2013; HEIN; MILLER; DE GROOT, 2013). Parte dos financiamentos e/ou empréstimos para o *design* e implementação de programas de PSA vem de doadores externos, tais como agências bilaterais e multilaterais de desenvolvimento, grandes ONGs ambientais internacionais e bancos de desenvolvimento internacional (MATULIS, 2017; TO; DRESSLER, 2019; VAN HECKEN; BASTIAENSEN; HUYBRECHS, 2015).

Por outro lado, programas e políticas de PSA vêm sendo implementados em diferentes escalas e contextos, muitas vezes sem que outros instrumentos de gestão sejam considerados e sem que a adequabilidade de tais programas e políticas seja analisada (BÜSCHER, 2012). Países ideologicamente contrários às abordagens de mercado igualmente passaram a adotar o

instrumento em suas políticas públicas ambientais (MCELWEE, 2012; VAN HECKEN; BASTIAENSEN; HUYBRECHS, 2015). A popularidade do PSA no cenário internacional não é, portanto, somente baseada no descontentamento com as abordagens convencionais de comando-e-controle, mas pode ser atribuída também ao contexto neoliberal em que o discurso do instrumento é construído e disseminado e mais especificamente à atuação das denominadas “comunidades epistêmicas” (BÜSCHER, 2012; KOLINJIVADI *et al.*, 2019; RODRÍGUEZ-DE-FRANCISCO; BOELEN, 2015). Haas (1992) denomina de “comunidade epistêmica” uma rede de atores com experiência e competência reconhecidos em um determinado campo de atuação, e.g., cientistas, governo, sociedade civil, e que compartilham ideias, convicções e interesses em comum (HAAS, 1992).

A valoração monetária dos serviços ecossistêmicos, os direitos de propriedade bem definidos e a adoção dos instrumentos baseados no mercado para a conservação ambiental correspondem aos interesses e convicções continuamente defendidos e disseminados por uma comunidade epistêmica denominada “ambientalismo de mercado” (GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015; KOSOY; CORBERA, 2010). O ambientalismo de mercado tem se tornado altamente influente nas agendas ambientais e alcançado níveis estratégicos para a conceituação e promoção de suas ideias tanto na ciência quanto no campo político (GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015; KOSOY; CORBERA, 2010). A reprodução do poder discursivo dentro das comunidades epistêmicas é que faz com que o “trem do PSA” avance (KOLINJIVADI *et al.*, 2019).

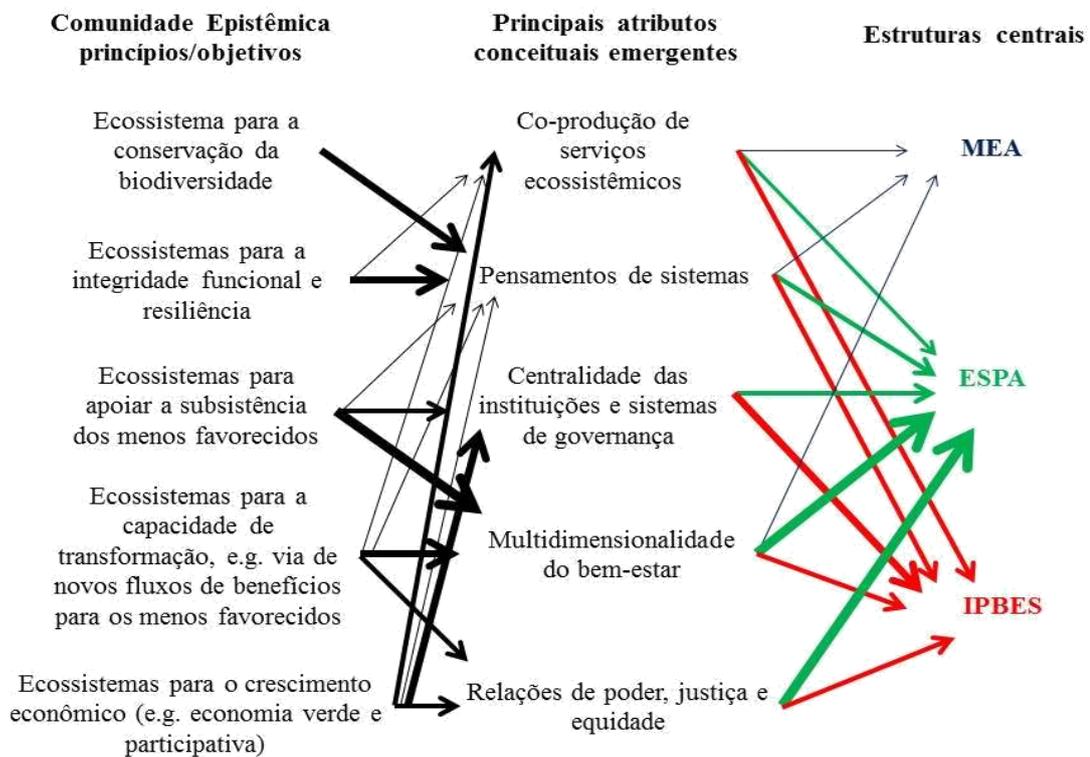
Pascual e Howe (2018) exploraram a emergência de estruturas “centrais” e “satélites” para as conexões entre os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano, associados aos objetivos de diferentes comunidades epistêmicas. Estruturas “centrais” correspondem a entidades e/ou organizações que têm se tornado parte fundamental da abordagem dominante para direcionar o conceito de serviços ecossistêmicos ao bem-estar humano, enquanto que estruturas “satélites” são aquelas que ou influenciam significativamente as estruturas centrais ou utilizam elementos destas para lidar com questões mais amplas, tais como as percepções culturais e a produção social dos serviços ecossistêmicos. O MEA corresponde à primeira das várias estruturas centrais que surgiram da integração de pensamentos de diferentes comunidades epistêmicas, assim como o TEEB e o IPBES (PASCUAL; HOWE, 2018).

Desde o MEA (2005), as comunidades epistêmicas e as estruturas centrais e satélites vêm tentando aperfeiçoar os meios em que as relações humano-natureza se manifestam. Neste sentido, o PSA surge como o instrumento “preferido” pelos tomadores de decisão, uma vez que conecta os fluxos dos serviços ecossistêmicos aos objetivos do desenvolvimento social

(PASCUAL; HOWE, 2018). A Figura 1 apresenta a conexão entre os princípios/objetivos das comunidades epistêmicas em relação à funcionalidade dos ecossistemas (HOWE *et al.*, 2018), com o surgimento de conceitos-chaves e, por sua vez, com a formação de diferentes estruturas centrais.

Para Kolinjivadi *et al.* (2019), mais do que discutir se o PSA é um mecanismo de mercado ou não, é preciso refletir sobre o discurso do PSA e sua contínua reprodução pelas comunidades epistêmicas, realimentando a racionalidade econômica do instrumento e simplificando as relações humano-natureza (KOLINJIVADI *et al.*, 2019).

Figura 1 - Associações entre as comunidades epistêmicas, os principais atributos conceituais emergentes e as estruturas centrais



Fonte: Traduzido de Pascual e Howe (2018)

Nota: Os princípios das comunidades epistêmicas, i.e., agrupados por Howe *et al.* (2018), estão associados aos conceitos-chaves e às estruturas centrais, ilustrando as diferentes interações dentro e entre as comunidades epistêmicas. A espessura das flechas representa o nível de associação entre eles. MEA: *Millennium Ecosystem Assessment*; ESPA: *Ecosystem Services for Poverty Alleviation*; IPBES: *International Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*.

3.2 Análise de Redes Sociais (ARS), Coautoria e Comunidades (Parte II)

3.2.1 Análise de Redes Sociais: uma breve revisão

Diversos sistemas podem ser descritos utilizando-se a ideia de redes, tais como o sistema nervoso, as cadeias tróficas, a *internet* e as relações sociais (BARABÁSI; ALBERT, 1999; OTTE; ROUSSEAU, 2002). Os conceitos que definem uma rede são originados de um ramo da matemática denominado *teoria dos grafos*, fundamentada pelo matemático e físico suíço Leonhard Euler no século XVIII. Um grafo constitui-se de um conjunto de vértices (ou nós) e de um conjunto de arestas (ou linhas) que conecta dois vértices (NEWMAN, 2001). Essa flexibilidade da definição de redes é que permite sua aplicação em múltiplas situações, desde estudos das estruturas moleculares aos estudos do comércio internacional (BORGATTI *et al.*, 2009). Desvendar as propriedades estruturais de um grafo é essencial para compreender as relações complexas que cercam o mundo real (BARABÁSI; ALBERT, 1999).

O que diferencia os estudos de redes na área das ciências sociais dos estudos de redes na área das ciências naturais é o foco que o primeiro atribui às relações ou interações sociais existentes entre os vértices da rede (BORGATTI *et al.*, 2009). Os vértices podem representar pessoas, grupos de pessoas, instituições, países, e são denominados de “atores”, enquanto que as arestas que os conectam representam suas relações, sejam elas relações afetivas, de comunicação ou de poder (BUTTS, 2008; MELIN; PERSSON, 1996).

A ideia de se modelar as interações humanas a partir de grafos surge do pensamento de que a sociedade se comporta como os sistemas biológicos, ou seja, é constituída por componentes interrelacionados (BORGATTI *et al.*, 2009). Jacob Moreno e colaboradores na década de 1930 utilizam-se da sociometria, i.e., técnica para representar graficamente os sentimentos subjetivos dos indivíduos em relação uns aos outros, para investigar a fuga de meninas de uma escola nos Estados Unidos, e sugerem que esta está mais relacionada com a localização das meninas na rede do que propriamente com a personalidade ou motivações particulares das mesmas. A “sociometria de Moreno” tornou a ideia abstrata da rede social tangível (BORGATTI *et al.*, 2009).

Stanley Milgram conduziu um estudo empírico famoso na década de 1960 que igualmente contribuiu com a ideia de redes sociais. Neste estudo, cartas deveriam ser enviadas por indivíduos escolhidos de forma aleatória na população para determinados endereços na cidade de Boston. As cartas deveriam ser entregues passando de pessoa para pessoa. Milgram descobriu que o número médio de passos necessários para que as cartas chegassem ao seu

destino final foi de seis, ou seja, uma cadeia de seis conhecidos em média é necessária para conectar dois indivíduos em uma população (NEWMAN, 2001). Esse experimento ficou conhecido anos mais tarde como “seis graus de separação”, e serviu de analogia para o modelo de redes de Watts e Strogatz (1998), denominado modelo “*Small-World*” ou “Mundo Pequeno” (BORGATTI *et al.*, 2009). Uma rede possui propriedades de mundo pequeno quando apresenta alto coeficiente de *clusterização* e distância média curta entre quaisquer pares de vértices⁴. Redes complexas, tal como as redes sociais, apresentam propriedades de mundo pequeno (WATTS; STROGATZ, 1998).

Granovetter (1973), por sua vez, contribuiu com a análise de redes sociais ao expor a “teoria da força dos vínculos fracos”. Supondo que o indivíduo A possua um vínculo forte com B e com C, é mais provável que C e B terão pelo menos um vínculo fraco. Indivíduos com vínculos fortes tendem a formar grupos coesos, enquanto que indivíduos com vínculos fracos tendem a se mover mais facilmente entre diferentes grupos. Neste sentido, supõem-se que indivíduos (ou vértices) com vínculos fracos disseminam ideias e/ou informações inovadoras e alcançam mais pessoas na rede do que indivíduos com vínculos fortes (GRANOVETTER, 1973).

Não obstante, grupos coesos possuem o benefício de promover maior confiança entre seus membros e, desse modo, conseguem manter mais facilmente padrões e normas de comportamento, consensos e práticas em comum, quando comparados a grupos menos coesos (LAMBIOTTE; PANZARASA, 2009). Por exemplo, cientistas pertencentes a um mesmo grupo coeso gerarão consenso em relação ao método de pesquisa empregado e à forma de validação dos resultados (MOODY, 2004). Em uma rede estruturalmente coesa, os vínculos são distribuídos de tal forma que a remoção de um determinado vértice não comprometerá a conectividade da mesma (MOODY, 2004). A transmissão de informações e de ideias seria mais prejudicada caso um vínculo fraco fosse removido ao invés de se remover um vínculo forte (GRANOVETTER, 1973). Lambiotte e Panzarasa (2009) sugerem a oportunidade de se combinar o benefício da confiança entre os membros de um grupo densamente conectado com o benefício da circulação de ideias e informações inovadoras e heterogêneas dos indivíduos pertencentes a grupos menos densos (LAMBIOTTE; PANZARASA, 2009).

Na análise de redes sociais, a posição dos vértices é igualmente de fundamental interesse, pois pode determinar as oportunidades e os limites da comunicação (BORGATTI *et al.*, 2009). Em termos das propriedades estruturais das redes, a ideia amplamente utilizada

⁴ Na subseção 4.4.1 são apresentados os conceitos de coeficiente de *clusterização* e distância média do caminho, assim como os conceitos das demais métricas básicas de redes utilizadas nesta pesquisa.

para analisar a posição dos vértices é a da centralidade (FREEMAN, 1979). Diversas medidas de centralidade vêm sendo propostas ao longo dos anos, porém três medidas clássicas podem ser destacadas: grau, intermediação e proximidade (FREEMAN, 1979). A centralidade de grau mede o número de ligações de um vértice; a centralidade de intermediação (i.e., *betweenness*) mede a frequência com que um dado vértice se encontra no caminho mais curto entre vários pares de vértices; e a centralidade de proximidade mede o quão próximo um determinado vértice se encontra de todos os outros vértices da rede (FREEMAN, 1979). Atores centrais em uma rede social podem facilitar ou inibir o fluxo de informações, assim como criar novas trajetórias para que informações e ideias de interesse sejam disseminadas (HAYTHORNTHWAITE, 1996). Atores com alta centralidade de grau, por exemplo, recebem informações de um número maior de contatos, assim como disseminam informações para um número maior de pessoas, enquanto que atores com alta centralidade de intermediação, mesmo se possuírem poucos contatos, podem controlar o fluxo de informações na rede (HAYTHORNTHWAITE, 1996).

Redes reais, tal como as redes sociais, evoluem, ou seja, novos vértices e/ou arestas podem surgir, assim como antigos vértices e/ou arestas podem desaparecer ao longo do tempo, modificando sua estrutura (BARABÁSI; ALBERT, 1999). Estudos dinâmicos de uma rede observam, por exemplo, não apenas se novos vértices são introduzidos na mesma, mas também se estes se conectam a outros já existentes seguindo uma “ligação preferencial” ou “*preferential attachment*” (BARABÁSI *et al.*, 2002; WAGNER; LEYDESDORFF, 2005). Novos vértices tendem a se conectar preferencialmente com aqueles que possuem mais ligações na rede (BARABÁSI; ALBERT, 1999). O crescimento e as ligações preferenciais implicam na configuração de uma rede denominada “Livre de Escala” ou “*Scale-free*”, em que um número pequeno de vértices se encontra altamente conectado e um número grande de vértices possui poucas conexões (BARABÁSI; ALBERT, 1999).

O cálculo e a modelagem das propriedades estruturais de um grafo auxiliam no entendimento dos fenômenos sociais como, por exemplo, na identificação de atores influentes em uma dada comunidade, em como diferentes grupos sociais se organizam e se conectam, e como informações são transmitidas entre os indivíduos (HAYTHORNTHWAITE, 1996). Porém, somente as propriedades estruturais e topológicas de um grafo não são suficientes para uma compreensão completa do fenômeno social estudado (BUTTS, 2008). Deve-se reconhecer a necessidade da integração entre estas e os atributos particulares dos atores (e.g., gênero, escolaridade, profissão), assim como o contexto social, político e econômico em questão, dependendo da pergunta a que se propõe responder (BUTTS, 2008).

A próxima subseção discorre sobre um tipo específico de rede social, foco desta pesquisa de doutorado, i.e., as redes de colaboração científica.

3.2.2 Redes de Colaboração Científica, Coautoria e Comunidades

Nos últimos anos, a análise de redes sociais tem se destacado particularmente em estudos de colaboração científica (GUI; LIU; DU, 2019; LEYDESDORFF; WAGNER, 2008; NEWMAN, 2001; RACHERLA; HU, 2010). O desenvolvimento de tecnologias, tal como a *internet*, e a maior facilidade de locomoção, tem diminuído a distância entre os cientistas em âmbito global permitindo que os mesmos se conectem mais facilmente (GUI; LIU; DU, 2019; LEYDESDORFF; WAGNER, 2008). A colaboração científica pode acarretar em uma série de benefícios, tais como o compartilhamento de conhecimentos, habilidades e técnicas, o surgimento de novas ideias e perspectivas, a ampliação dos contatos de um determinado pesquisador, maior visibilidade do trabalho, e obtenção de recursos financeiros diversificados para os projetos de pesquisa (KATZ; MARTIN, 1997). Como resultado, a ciência tem se tornado cada vez mais complexa e interdisciplinar (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015).

O desenvolvimento de bases de dados de indexação de resumos e de citações, assim como das bibliotecas *online*, igualmente tem impulsionado o maior acesso a dados e informações sobre artigos, autores, periódicos e afiliações institucionais, criando novas oportunidades para se compreender e investigar como a comunidade acadêmica se organiza e como o conhecimento científico é disseminado e evolui ao longo do tempo (LAMBIOTTE; PANZARASA, 2009; RACHERLA; HU, 2010; SCIABOLAZZA *et al.*, 2017). Diferentes tipos de redes podem ser elaborados a partir de tais dados e informações, como, por exemplo, redes de coautoria, citação, cocitação, e co-ocorrência de palavras-chave (YAN; DING, 2012).

Redes de coautoria são tidas como redes sociais, visto que se pressupõe a interação entre dois ou mais pesquisadores na confecção e publicação de um trabalho científico, diferentemente do que é observado em redes de citação, por exemplo, em que um pesquisador citando o trabalho de outro não significa que a recíproca seja verdadeira (NEWMAN, 2004). Redes de citação, cocitação, e co-ocorrência de palavras-chave são entendidas como redes de informação (YAN; DING, 2012). Redes de coautoria podem revelar, por exemplo, os pesquisadores mais influentes em uma dada área do conhecimento (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015), assim como revelar se as comunidades acadêmicas são

fragmentadas ou coesas (MOODY, 2004; NEWMAN, 2001), enquanto que as redes de informação focam em identificar tendências e linhas de pesquisa (YAN; DING, 2012).

Em uma rede de coautoria, os vértices podem representar autores (HOU; KRETSCHMER; LIU, 2008), instituições (YAN; DING, 2012) ou países (LEYDESDORFF; WAGNER, 2008), e as arestas representam a colaboração existente entre eles. A coautoria pode ser analisada tanto no nível departamental (BORDIN; GONÇALVES; TODESCO, 2014), quanto em âmbito internacional (GUI; LIU; DU, 2019).

Embora entenda-se que em uma rede de coautoria exista uma relação social entre os pesquisadores (NEWMAN, 2004), deve-se reconhecer também que os autores que assinam um mesmo artigo não necessariamente possuem um contato real, ou que eles tenham colaborado com a mesma intensidade em todas as etapas da pesquisa; tais pressuposições geralmente são levantadas quando o artigo apresenta um número elevado de coautores (KATZ; MARTIN, 1997; NEWMAN, 2001). Neste sentido, pode-se considerar as redes de coautoria como *proxy* da atividade de colaboração (KATZ; MARTIN, 1997; MELIN; PERSSON, 1996; NEWMAN, 2001).

Há vantagens, entretanto, de se utilizar as redes de coautoria como *proxy* da colaboração, a saber: é um método relativamente menos dispendioso se comparado a outros métodos de coletas de dados (e.g., entrevistas); um mesmo conjunto de dados pode ser acessado e analisado por diferentes pesquisadores; pode-se analisar redes com centenas a milhares de vértices; e os resultados são passíveis de serem utilizados para a melhoria das políticas e desenvolvimento de pesquisas (KATZ; MARTIN, 1997).

Redes de colaboração científica constituem-se como redes complexas, visto que o número de vértices e arestas crescem ao longo do tempo (BARABÁSI *et al.*, 2002). Novos pesquisadores podem ser introduzidos na rede (i.e., vértices anteriormente isolados), assim como novas ligações podem surgir entre pesquisadores experientes (i.e., vértices previamente conectados) (BARABÁSI *et al.*, 2002). É mais provável que um pesquisador novo na rede se conecte a outro cujo número de colaboradores seja maior do que com alguém com menos colaborações, i.e., *preferential attachment* (BARABÁSI *et al.*, 2002). Um estudo realizado por Abbasi, Hossain e Leydesdorff (2012) sugere também que pesquisadores novos tendem a se conectar com aqueles que possuem maior influência no controle e no fluxo de informações na rede, ou seja, com alta centralidade de intermediação (ABBASI; HOSSAIN; LEYDESDORFF, 2012). Ressalta-se, pois, a importância das medidas de centralidade de grau e de intermediação para a análise das redes sociais científicas.

Pesquisadores com interesses e *backgrounds* similares são mais prováveis de colaborar e, portanto, de formar comunidades (SCIABOLAZZA *et al.*, 2017). Parte-se do pressuposto de que indivíduos pertencentes a uma mesma comunidade sejam semelhantes em algum atributo (MOODY, 2004), e que quanto mais forte for o vínculo entre dois indivíduos, mais similares eles tendem a ser (GRANOVETTER, 1973). Além disso, a proximidade espacial (e.g., departamento) e as afiliações institucionais mostram um efeito estatisticamente significativo em relação à colaboração e à formação de comunidades já conhecido na literatura (RODRIGUEZ; PEPE, 2008; SCIABOLAZZA *et al.*, 2017).

Não obstante, detectar a estrutura de comunidades que compõem uma rede complexa não é uma tarefa simples, particularmente para redes com centenas a milhares de vértices (NEWMAN, 2006). Em termos da estrutura física de uma rede, uma comunidade ou *cluster* pode ser entendida como um subconjunto de vértices densamente conectados entre si e que possuem poucas ligações com outros subconjuntos de vértices (RADICCHI *et al.*, 2004).

Diversos algoritmos têm sido desenvolvidos e aplicados com o intuito de evidenciar comunidades em uma rede (BLONDEL *et al.*, 2008; NEWMAN, 2006), os quais espera-se serem rápidos, robustos e que apresentem uma divisão que faça sentido (LAMBIOTTE; PANZARASA, 2009). Pode-se mencionar dois tipos principais de algoritmos: aglomerativos (*agglomerative clustering*) e por divisão (*divisive clustering*). O primeiro tipo iterativamente cria agrupamentos a partir dos vértices, enquanto que o segundo iterativamente exclui arestas desagregando a rede em sub-redes (RADICCHI *et al.*, 2004). A qualidade do agrupamento ou da divisão é frequentemente medida pela modularidade (BLONDEL *et al.*, 2008).

A modularidade mede a força da estrutura de uma comunidade e pode ser definida como o número de arestas dentro de um grupo menos o número de arestas esperado em uma rede equivalente cujas arestas são distribuídas de forma aleatória (NEWMAN, 2006). A modularidade é um valor escalar que varia entre -1 e 1 (BLONDEL *et al.*, 2008), sendo que valores altos e positivos indicam a melhor definição possível da estrutura de uma comunidade (NEWMAN, 2006).

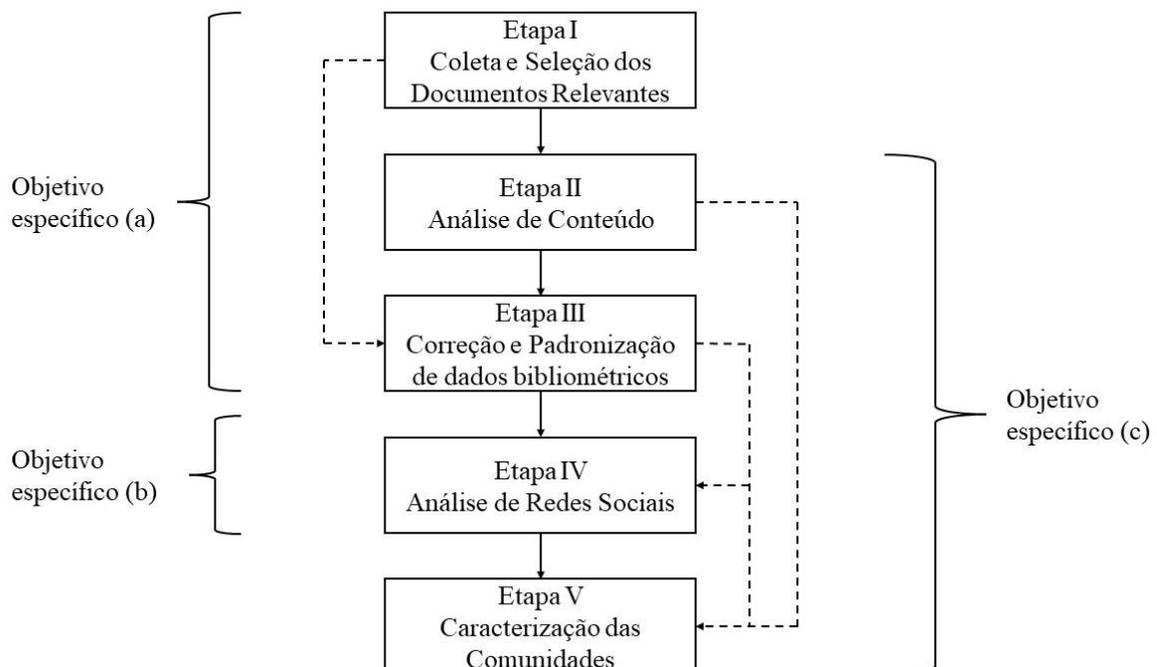
Embora os métodos de detecção de comunidades vêm se aperfeiçoando ao longo do tempo, informações adicionais e não topológicas sobre as comunidades detectadas contribuem com a interpretação dos resultados (RADICCHI *et al.*, 2004). Pode-se analisar características dos pesquisadores membros de uma dada comunidade, tais como afiliação institucional, país de origem e posição acadêmica (RODRIGUEZ; PEPE, 2008), como também características da comunidade em si, por exemplo, número total de publicações e principais temas de pesquisa (HOU; KRETSCHMER; LIU, 2008). Cabe ressaltar, no entanto, que pesquisadores

pertencentes a uma mesma comunidade estrutural podem ser afiliados a diferentes instituições e possuir diferentes nacionalidades (RODRIGUEZ; PEPE, 2008), da mesma forma que comunidades estruturais distintas podem publicar artigos sobre tópicos de pesquisa similares (HOU; KRETSCHMER; LIU, 2008). A interpretação das comunidades muitas vezes depende das percepções e conhecimento dos próprios observadores (RADICCHI *et al.*, 2004).

4 METODOLOGIA

Para responder aos objetivos específicos, a metodologia foi dividida em cinco etapas: a primeira etapa (Etapa I) compreendeu a coleta e seleção dos documentos relevantes para a pesquisa, a qual englobou procedimentos sistematizados e replicáveis; a segunda etapa (Etapa II) buscou identificar e classificar o direcionamento dos artigos em relação ao PSA utilizando-se da análise de conteúdo; a terceira etapa (Etapa III) compreendeu a correção e padronização dos dados bibliométricos obtidos das bases científicas consultadas (i.e., *Scopus* e *Web of Science*) na Etapa I, uma vez que estes, por não serem necessariamente produzidos visando análises bibliométricas, podem conter erros (DONTU *et al.*, 2021); na quarta etapa (Etapa IV) foi elaborada a rede de coautoria do PSA, calculadas as métricas de redes, identificados os pesquisadores mais influentes e detectadas as comunidades de pesquisadores; e na quinta etapa (Etapa V) as comunidades de pesquisadores foram caracterizadas e foi verificado o direcionamento sustentado por estas em relação ao PSA. A seguir são apresentados e descritos em detalhes os procedimentos adotados em cada uma das etapas. A Figura 2 esquematiza as cinco etapas da pesquisa conectando-as aos objetivos específicos.

Figura 2 - Etapas da pesquisa e suas correspondências aos objetivos específicos



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: As linhas pontilhadas mostram a interconexão entre as etapas da pesquisa.

4.1 Coleta e Seleção dos documentos relevantes (Etapa I)

Considerando que a principal fonte de dados da tese corresponde às publicações científicas, foram consultadas as duas principais bases de indexação de resumos e de citações com alcance multidisciplinar e internacional, a saber: *SciVerse Scopus* e a *Web of Science*⁵(MONGEON; PAUL-HUS, 2016). Em ambas as bases foram aplicados os seguintes descritores de busca no campo “títulos, resumos e palavras-chave” da plataforma *Scopus* e no campo “Tópicos” (i.e., título, resumo e palavras-chave) da plataforma *Web of Science*:

(“*payment* for*”) AND (*environmental OR ecosystem*) AND (*services*)

O operador “OR” foi usado para separar termos de busca similares dentro de um mesmo grupo de informações de interesse, enquanto que o operador “AND” foi utilizado para separar termos de busca de grupos diferentes. O caractere de truncagem “*” no final da palavra permitiu que o sistema localizasse derivações da mesma, ou seja, para o termo *payment**, o sistema localizou os termos *payment* e *payments*. Já o uso das aspas restringiu as buscas pelas expressões “*payment for*” ou “*payments for*”.

Diante do volume de publicações retornadas optou-se por refinar as buscas nas respectivas bases. Dessa forma, buscou-se por somente artigos científicos, incluindo artigos de revisão, e escritos no idioma inglês. Embora se reconheça o viés de que a maioria dos periódicos indexados tanto na *Web of Science* quanto na *Scopus* publicam artigos escritos em inglês (MONGEON; PAUL-HUS, 2016), a restrição do idioma foi particularmente importante nesta pesquisa devido à necessidade da leitura e interpretação do direcionamento dos artigos em relação ao PSA (i.e., subseção 4.2). Trabalhos futuros poderão incluir artigos escritos em outros idiomas, assim como adotar diferentes estratégias de busca. Os artigos incluídos na pesquisa foram publicados até dezembro de 2020⁶.

Os registros das publicações de ambas as bases foram então importados para um gerenciador de referências (i.e., ZOTERO) onde os documentos duplicados foram mesclados. Depois de mesclados os duplicados, os registros foram então exportados do gerenciador de

⁵ A *Scopus* é propriedade da Elsevier e a *Web of Science* é mantida pela Clarivate Analytics. O acesso a essas duas bases foi possível por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

⁶ As buscas pelos artigos relevantes foram realizadas em dois momentos: no dia 17 de maio de 2019 e no dia 13 de janeiro de 2021. A segunda busca teve por finalidade complementar a primeira em relação aos artigos publicados especificamente nos anos de 2019 e 2020. Cabe ressaltar que na segunda busca (janeiro de 2021) além de se verificar os documentos duplicados nas respectivas bases, verificou-se também os documentos duplicados em relação à primeira busca devido aos artigos publicados até 17 maio de 2019.

referências para uma planilha eletrônica. Foram exportadas diretamente das bases científicas consultadas as seguintes informações: nome dos autores; ano de publicação do artigo; título do artigo; título do periódico; afiliação institucional dos autores; e o país da afiliação institucional.

Posteriormente ao refinamento das buscas nas bases científicas, os artigos previamente selecionados passaram por um segundo filtro de modo a selecionar aqueles de fato relevantes para a pesquisa. Neste segundo filtro, os artigos foram selecionados por meio da leitura dos resumos e, quando necessário, por meio da leitura das demais partes do texto. Dessa forma, estabeleceram-se os seguintes critérios de elegibilidade: (i) o texto completo deve estar disponível para *download* (documento original); (ii) deve-se tratar de um artigo publicado em um periódico científico com revisão por pares; (iii) o artigo deve estar escrito no idioma inglês; (iv) o artigo deve compreender a área do conhecimento em questão (i.e., foram excluídos artigos da área da saúde, computação e eletrônica); e (v) o artigo tem o PSA como objeto de estudo ou como um dos objetos de estudo. O Quadro 1 detalha os tipos de estudos que foram incluídos e excluídos de acordo com o critério de elegibilidade (v).

Cabe ressaltar que existem na literatura científica especializada diferentes denominações para PSA, tais como “pagamentos por serviços ambientais (ou serviços ecossistêmicos)”, “compensações por serviços ambientais (ou serviços ecossistêmicos)”, ou “remuneração de serviços ambientais (ou serviços ecossistêmicos)”. Particularmente no contexto chinês podem-se encontrar as denominações “eco-compensação” ou “compensação ecológica” (YU *et al.*, 2020). Já no contexto europeu e estadunidense têm-se os “esquemas agroambientais” (SCHOMERS; MATZDORF, 2013). Podem ser encontrados também estudos de REDD ou de REDD+ e de mercados voluntários de carbono. Artigos que trouxeram estas e outras possíveis denominações foram incluídos na análise desde que retornados por meio dos descritores de busca aplicados nesta pesquisa; ou seja, artigos sobre “esquemas agroambientais”, por exemplo, publicados anteriormente ao surgimento do termo PSA não foram incluídos na análise. Optou-se por utilizar somente o termo “*payment**” nos descritores de busca visto que este é dominante na literatura se comparado aos termos “*reward*” e “*compensation*” (WUNDER, 2015). Ainda, os artigos não foram selecionados com base em uma definição teórica específica do instrumento, ou seja, não foi feita a diferenciação entre PSA coaseano e pigouviano.

Quadro 1 - Tipos de estudos incluídos/excluídos de acordo com o critério de elegibilidade (v)

Tipos de Estudos - Incluídos	Explicação/Exemplos
Estudos de caso.	Apresenta um estudo de caso de PSA (real ou hipotético) independentemente do objetivo do artigo. Por exemplo, busca descrever um estudo de caso; analisa a efetividade de um programa de PSA; analisa os impactos gerados com a implementação e a operação de um determinado programa; analisa as percepções dos participantes envolvidos em um mecanismo de pagamento; estuda a viabilidade e/ou as condições necessárias para a implementação de um potencial programa de PSA.
Artigos teóricos ou de revisão.	Estão incluídos, por exemplo, artigos sobre a conceituação e definição do instrumento PSA; artigos de discussão sobre uma característica ou um conjunto de características inerentes ao instrumento (e.g., adicionalidade); discussão do PSA à luz de uma teoria específica (e.g., ecologia política); revisão de estudos de caso existentes e/ou do conhecimento aprendido sobre o instrumento ao longo do tempo; panorama dos programas de PSA em uma dada região ou em diferentes regiões.
Estudos de elaboração de cenários de conservação em que o PSA corresponda a pelo menos um destes cenários.	-
Estudos de definição de áreas prioritárias para a implementação de um esquema de PSA e/ou para a alocação de contratos.	-
Estudos de comparação e avaliação do PSA com outros instrumentos de gestão ambiental.	O PSA é analisado e discutido quanto sua efetividade, eficiência, ou adequabilidade em relação a outros instrumentos de gestão ambiental (e.g., áreas protegidas) ou ainda como uma opção de gestão dentro do arcabouço de instrumentos econômicos.
Tipos de Estudos - Excluídos	Explicação/Exemplos
Artigos que não tem o PSA como objeto de estudo, mas que o recomendaram como estratégia de gestão ou como uma possível fonte de financiamento.	Estão incluídos artigos cujo foco não é no PSA (i.e., artigos que não estudaram o instrumento em si e/ou não trouxeram resultados sobre o instrumento), porém o PSA é mencionado, geralmente na conclusão do artigo, como uma possível estratégia de gestão ou como uma possível fonte de financiamento.
Artigos que não tem o PSA como objeto de estudo, mas que recomendaram pesquisas futuras sobre o instrumento.	Geralmente, o PSA é mencionado apenas nas seções finais do artigo em que os autores apontam para a necessidade de pesquisas futuras que visem à promoção de um esquema de PSA.
Artigos que não tem o PSA como objeto de estudo, mas que concluem que os resultados obtidos no artigo poderiam ser aplicados em programas de PSA ou que poderiam ter implicações sobre esquemas de PSA.	Por exemplo, o artigo compara diferentes métodos de sensoriamento remoto para a identificação de áreas desmatadas e conclui que determinado método poderia ser útil para o <i>design</i> de programas de PSA.
Artigos teóricos, meta-análises ou de revisão em que o PSA não é o objeto de estudo, embora eventualmente o artigo possa apresentar um item específico relacionado ao instrumento (i.e., recomendação ou implicações) ou mesmo mencioná-lo no decorrer do texto (e.g., citando outros trabalhos).	Por exemplo, o foco do artigo pode ser: em técnicas de reflorestamento/restauração; em técnicas de valoração de serviços ecossistêmicos; nos sistemas agroflorestais; ou em instrumentos baseados no mercado de maneira geral, não discutindo especificamente o PSA.
Artigos que apenas mencionaram o PSA no título, resumo, introdução e/ou revisão da literatura.	-

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 Análise de Conteúdo (Etapa II)

A análise de conteúdo é um método empírico, dependente da natureza da comunicação e da questão a que se procura responder. Utiliza-se de técnicas sistemáticas e descritivas do conteúdo das mensagens, com o auxílio de indicadores (quantitativos ou não), a partir do qual se infere, de maneira lógica e justificável, conhecimentos relativos ao emissor da mensagem (ou eventualmente aos efeitos dessa mensagem) e ao seu contexto (BARDIN, 2010). O método de análise de conteúdo foi empregado nesta pesquisa de doutorado com a finalidade de identificar se os artigos científicos sobre o PSA trazem resultados/conclusões favoráveis ou desfavoráveis ao instrumento.

Inicialmente foi necessário desmembrar o texto em unidades passíveis de análise, as quais devem ser pertinentes ao conteúdo a considerar; o que significa definir as unidades de registro e de contexto (BARDIN, 2010). A unidade de registro é o segmento do conteúdo desejado, visando à classificação. A unidade de contexto, por sua vez, é o segmento da mensagem que compreende a significação da unidade de registro, e cujas dimensões são superiores as da última (BARDIN, 2010). Nesta pesquisa, a unidade de registro corresponde ao segmento do texto referente ao PSA, podendo ser uma frase, por exemplo, enquanto que a unidade de contexto compreende o parágrafo ou trecho do parágrafo em que a unidade de registro está inserida. Em alguns casos, foi necessário fazer referência a trechos próximos ou longínquos da unidade de registro de modo a obter uma compreensão mais exata do contexto (BARDIN, 2010).

As unidades de registro e de contexto foram extraídas exclusivamente dos itens finais dos artigos selecionados. Por itens finais entendem-se as seções de conclusão ou de discussão. A extração foi realizada preferencialmente da seção de conclusão, visto que é neste item que os autores reforçam a ideia principal do trabalho e resumem os resultados obtidos. No caso de o artigo não apresentar uma seção de conclusão, ou se o PSA não foi mencionado nesta seção, os trechos passíveis de análise foram extraídos das discussões.

Identificadas e extraídas as unidades de registro e de contexto, o próximo passo foi classificar o direcionamento do texto em relação ao PSA. Dentre as diferentes técnicas de análise de conteúdo existentes (BARDIN, 2010), adaptou-se, de forma simples e qualitativamente, a técnica de asserção avaliativa⁷ que consiste em revelar as *atitudes* do

⁷ A técnica de asserção avaliativa foi proposta por Osgood, Saporta e Nunnally em 1956 e encontra-se descrita e mais detalhada no livro de Laurence Bardin (2010), p. 201-213, o qual serviu de referência para esta pesquisa de doutorado.

locutor frente ao objeto de que se fala (BARDIN, 2010). As atitudes são caracterizadas pela sua direção e intensidade. A direção pode ser favorável ou desfavorável, e entre eles existe eventualmente um estado intermédio, o da ambivalência ou da neutralidade, enquanto que a intensidade expressa a força de uma opinião, de um valor ou de uma ação (BARDIN, 2010). Nesta pesquisa, a intensidade não foi avaliada, mas sim a direção do texto em relação ao PSA. Para classificar a direção do texto alguns elementos foram indicativos, tais como o uso de adjetivos (e.g., efetivo, inadequado), ou mesmo o uso de certas expressões (e.g., “o PSA não é uma panaceia”), porém o contexto fez-se de fundamental importância (BARDIN, 2010).

Os artigos foram classificados quanto ao direcionamento do texto em relação ao PSA de acordo com a seguinte descrição:

- Favorável – O texto mostra-se claramente favorável ao PSA. Em alguns casos, pode ocorrer de apresentar pontos de oposição, porém, no contexto geral, é possível identificar um direcionamento predominantemente favorável ao instrumento.
- Desfavorável – O texto mostra-se claramente desfavorável ao PSA. Em alguns casos, pode ocorrer de apresentar pontos a favor, porém, no contexto geral, é possível identificar um direcionamento predominantemente desfavorável ao instrumento.
- Ambivalente – O texto apresenta tanto argumentos a favor quanto argumentos contrários ao PSA, porém, no contexto geral, não é possível identificar um direcionamento predominantemente favorável ou desfavorável ao instrumento.

As sentenças a seguir exemplificam as descrições anteriores sobre o direcionamento do texto em relação ao PSA. Cabe ressaltar que mais de uma sentença pode ter sido extraída dos artigos utilizados como exemplos. O texto destacado em negrito corresponde à unidade de registro.

Exemplo de texto classificado com o direcionamento favorável ao PSA extraído do trabalho de Muñoz-Piña *et al.* (2008, p. 734, negrito nosso):

*Over the past few years we have been witnessing **an exciting emergence of PES systems in different countries**, all of them experimenting with different rules and sets of incentives. The Mexican PSAH is among the largest in scale and scope, and it is providing important lessons for the collective learning that is taking place, especially for cases where forest ownership and poverty are highly correlated. **PES programs are not a panacea for deforestation or for water or biodiversity***

problems, but they certainly are a valuable addition to the set of policies available to solve them. They have the potential of correcting market failures in a straightforward way, defining some property rights over the environmental services in favor of the owners of the forests, characteristics that can improve equity while producing a more efficient allocation of resources.

Exemplo de texto classificado com o direcionamento desfavorável ao PSA extraído do trabalho de Boelens, Hoogesteger e Rodriguez-de-Francisco (2014, p.98, negrito nosso):

Growing pressure on land and water resources in the Andes marks that downstream water users are becoming increasingly aware that their water supply depends largely on what happens further upstream. Neoliberal-oriented policy discourses such as PES see in this relationship a new possibility of inducing market forces and commoditizing water, land, and their forms of control. As this paper shows, such strategies may effectively dis-embed local water rights and undermine water communities' territorial foundations: a process of de-identifying with the local and aligning with national or outside rules and interests.

Exemplo de texto classificado com o direcionamento ambivalente ao PSA extraído do trabalho de Alarcon *et al.* (2017, p.184, negrito nosso):

*Our study revealed that a PES program as proposed to landowners would be an inefficient tool to promote environmental conservation within the Chapecó Ecological Corridor. The farmers we interviewed would agree to receive compensation to comply with environmental regulations by setting aside only those land parcels whose preservation is already mandatory. **Then, under the proposed PES, the forest cover would not increase.** In addition, farmers' willingness to restore open or degraded forested areas is six times lower than to conserve forested areas. The landowners would expect a higher (35%) monetary compensation per hectare to change agricultural land uses to forest cover as compared to the compensation to conserve already forested lands. **Nevertheless, possible positive outcomes of such a program would be a decrease of forest degradation and small-scale deforestation and the increase of compliance.***

É importante destacar que a classificação adotada nesta pesquisa não leva em consideração as múltiplas visões de mundo dos autores dos artigos, invisibilizando as diferenças existentes entre os estudos. Os artigos podem ter sido classificados com o direcionamento favorável (ou desfavorável) ao PSA por diferentes motivos inclusive contraditórios. Por exemplo, um autor pode ter sido favorável à adoção do PSA para a geração de renda e mitigação da pobreza, enquanto que outro pode ter sido favorável ao uso exclusivo do instrumento para atender as demandas ambientais. A classificação proposta desconsidera como os autores enxergam o instrumento (como se apropriam dele), e independe do peso atribuído às variáveis, e.g., ambiental, econômica e social, analisadas em cada estudo.

4.3 Correção e padronização de dados bibliométricos (Etapa III)

Para responder ao objetivo específico (a), i.e., caracterizar a produção científica em torno do PSA tendo como base dados bibliométricos e o direcionamento dos artigos em relação ao instrumento, foram utilizadas as informações exportadas diretamente das bases científicas consultadas (i.e., nome dos autores; ano de publicação do artigo; periódico em que o artigo foi publicado; afiliação institucional dos autores; e o país da afiliação institucional), assim como os resultados obtidos na Etapa II (i.e., direcionamento dos artigos em relação ao PSA). Inicialmente, entretanto, algumas informações precisaram ser corrigidas e outras padronizadas.

Estimar o verdadeiro número de autores distintos em uma base de dados requer um esforço de verificação e correção dos mesmos, uma vez que dois autores podem ter o mesmo nome ou o mesmo autor pode se identificar de diferentes maneiras, e.g., usando somente a primeira inicial, usando todas as iniciais ou usando o nome completo (NEWMAN, 2001). Os mesmos problemas podem ser observados para os nomes das afiliações institucionais dos autores, as quais podem apresentar grafias erradas ou utilizar acrônimos (ABBASI; HOSSAIN, LEYDESDORFF, 2012), assim como uma mesma instituição, em artigos diferentes, pode ter seu nome escrito no idioma de origem (e.g., português) e traduzido (e.g., inglês). Dessa forma, é necessário que as ambiguidades em relação aos nomes dos autores e aos nomes das afiliações institucionais sejam solucionadas.

Para eliminar as ambiguidades quanto aos nomes dos autores foram realizados, em ordem, os seguintes passos: identificação de nomes idênticos ou parecidos > consulta ao respectivo artigo (documento em PDF) > consulta ao currículo dos autores caso a ambiguidade permanecesse. Autores diferentes com mesmo sobrenome e mesmas iniciais foram identificados pelo sobrenome e primeiro nome completo. O procedimento de correção dos nomes dos autores é uma etapa fundamental para a elaboração da rede de coautoria (NEWMAN, 2001). A correção foi realizada manualmente.

Com relação às afiliações institucionais dos autores, inicialmente é importante destacar que foi considerada apenas a primeira instituição declarada pelo autor caso este estivesse vinculado a mais de uma instituição em um mesmo artigo, partindo-se do pressuposto de que seu vínculo é mais forte com a primeira. Entretanto, é possível que um mesmo autor, em artigos diferentes, esteja vinculado a instituições diferentes ou, em alguns casos, a uma mesma instituição em diferentes países, uma vez que pesquisadores podem mudar de afiliação ao longo dos anos. Ainda, entradas para departamentos e centros foram

remetidas à instituição principal. Não foram consultadas outras fontes de dados para complementar informações ausentes quanto à afiliação dos autores.

Para eliminar as ambiguidades dos nomes das afiliações institucionais, elaborou-se um código de letras para cada uma das afiliações identificadas. Esse procedimento também foi realizado manualmente.

4.4 Análise de Redes Sociais (Etapa IV)

O primeiro passo para a elaboração de uma rede é defini-la. Como visto anteriormente, um grafo é composto por um conjunto de vértices (ou nós), e um conjunto de arestas (ou linhas) que conecta dois vértices adjacentes (NEWMAN, 2001). Um grafo pode ser direcional, i.e., quando o sentido da relação importa, ou não direcional (BUTTS, 2008). Em uma rede de coautoria, por exemplo, o grafo é não direcional, pois se pressupõe a mutualidade da relação (HAYTHORNTHWAITE, 1996). Um grafo pode conter linhas múltiplas e *loops*. Linhas múltiplas ocorrem quando, por exemplo, em uma rede de coautoria, um pesquisador colaborar mais de uma vez com o mesmo coautor, enquanto que os *loops* correspondem a um tipo especial de aresta que conecta um vértice a si mesmo (BUTTS, 2008). Nesta pesquisa, os *loops* não foram considerados, visto que artigos assinados por um único autor não foram incluídos na ARS. Cabe ressaltar que 91 pesquisadores, do total de autores identificados nesta pesquisa (i.e., subseção 5.1) não estão representados na rede, pois não possuíam artigos escritos em coautoria.

Uma rede consiste, portanto, do grafo e das informações adicionais atribuídas aos vértices e às arestas (BUTTS, 2008; OTTE; ROUSSEAU, 2002). Neste trabalho, os vértices da rede representam os pesquisadores que publicaram artigos sobre o PSA e as arestas representam a colaboração existente entre eles. A rede é valorada, sendo que o peso atribuído às arestas corresponde ao número de artigos publicados entre dois pesquisadores.

A análise da rede de coautoria do PSA foi realizada em três níveis: global (i.e., rede como um todo), vértices e comunidades (BUTTS, 2008). No primeiro nível, todos os autores (vértices) e as ligações existentes entre eles (arestas) foram considerados. No segundo e terceiro nível as análises focaram somente nos autores pertencentes ao componente gigante, i.e., maior elemento da rede em que um grande grupo de indivíduos se encontra direta ou indiretamente conectado uns aos outros por caminhos intermediários (NEWMAN, 2001). O componente gigante é o elemento de maior relevância em uma rede de coautoria, visto que a

ciência dificilmente funcionaria se a comunidade acadêmica fosse composta por grupos isolados (NEWMAN, 2001).

A análise e interpretação da rede de coautoria do PSA combinou dados quantitativos da estrutura e propriedades da rede (i.e., a próxima subseção detalha as métricas básicas de redes utilizadas nesta pesquisa) e a visualização das mesmas (BUTTS, 2008). Tanto o cálculo das métricas quanto a elaboração visual da rede foram geradas no *software* Gephi versão 0.9.2. O Gephi⁸ é um *software* livre cujo objetivo é importar, visualizar, filtrar, manipular e exportar todos os tipos de redes, particularmente aquelas compostas por centenas ou milhares de vértices, além de oferecer diversas opções de algoritmos de *layout*, filtragem de dados, *clustering* e estatísticas de redes (BASTIAN; HEYMANN; JACOMY, 2009).

Foram utilizados especificamente dois algoritmos de *layout* nesta pesquisa, a saber: o algoritmo *ForceAtlas2* para a visualização da rede de coautoria do PSA, e o algoritmo *Fruchterman-Reingold* para a visualização da rede de conexão entre as comunidades de pesquisadores (i.e., subseção 4.5). O primeiro é melhor indicado para destacar os *clusters* e o segundo é mais indicado para redes não muito grandes (JACOMY *et al.*, 2014).

4.4.1 Métricas Básicas de Redes

Uma rede pode ser analisada (i) como um todo, (ii) com foco nos vértices, e (iii) por meio da formação de grupos e subgrupos. Há métricas direcionadas para a análise da estrutura da rede (e.g., densidade e diâmetro), e outras direcionadas à análise da posição dos vértices (e.g., medidas de centralidade) (BUTTS, 2008). Para identificar a formação de comunidades pode-se utilizar algoritmos de otimização da modularidade (BLONDEL *et al.*, 2008; NEWMAN, 2004). O Quadro 2 mostra as métricas básicas de redes que foram utilizadas nesta pesquisa, as quais são oferecidas pelo *software* Gephi versão 0.9.2.

⁸ Informações sobre as configurações específicas para a importação de dados no Gephi (formato .csv) podem ser consultadas em <https://gephi.org/>.

Quadro 2 - Métricas básicas de redes utilizadas na análise e discussão da rede de coautoria do PSA

Métricas calculadas para a análise da rede como um todo	
Métrica	Explicação
Número total de vértices	-
Número total de arestas	-
Densidade do grafo	Indica o quão próximo um grafo está de se tornar completo (i.e., quando todos os vértices estiverem conectados uns aos outros).
Componentes conectados	Indica o número total de componentes (i.e., conjuntos de vértices) separados na rede (i.e., não há arestas entre eles).
Tamanho do componente gigante (%)	Indica o número total de vértices pertencente ao maior componente da rede.
Comprimento médio do caminho	Indica o caminho mais curto (em média) entre todos os pares de vértices da rede.
Diâmetro da rede	Indica o caminho mais longo entre dois vértices na rede.
Coefficiente de <i>clusterização</i> médio	Mede a probabilidade de dois vértices vizinhos a um determinado vértice também estarem conectados um ao outro.
Grau médio	Indica a média do número de arestas incidentes sobre cada vértice da rede.
Métricas calculadas para a análise da posição dos vértices na rede	
Métrica	Explicação
Centralidade de grau	Indica o número de arestas incidentes sobre um determinado vértice.
Centralidade de intermediação	Indica a frequência com que um determinado vértice se encontra no caminho mais curto entre dois vértices.
Centralidade de proximidade	Mede o quão próximo um determinado vértice se encontra de todos os outros vértices da rede.
Métrica utilizada para a identificação das comunidades (<i>clusters</i>) de pesquisadores	
Métrica	Explicação
Modularidade	Mede a qualidade da divisão ou do agrupamento de uma dada rede em <i>clusters</i> ou comunidades.

Fonte: Elaborado pela autora.

A densidade mede a conectividade geral de uma rede. É dada pela divisão do número de arestas do grafo pelo número de arestas de um grafo completo com o mesmo número de vértices. Um grafo é completo se todos os vértices estiverem conectados uns aos outros. Os valores da densidade variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, mais densa é a rede, ou seja, mais próximo o grafo está de se tornar completo; e quanto mais próximo de 0, mais esparsa é a rede (OTTE; ROUSSEAU, 2002).

Outra maneira de se medir a conectividade de um grafo é através do número de componentes, i.e., conjunto de vértices ligados entre si de modo que qualquer vértice desse conjunto pode ser alcançado por qualquer outro vértice do mesmo conjunto ao percorrer um caminho de intermediários (NEWMAN, 2004; OTTE; ROUSSEAU, 2002). Um grafo totalmente conectado é formado por um único componente (OTTE; ROUSSEAU, 2002). Grafos com pouquíssimas conexões entre indivíduos apresentam um número grande de pequenos componentes não conectados uns aos outros. O componente que contém o maior

número de indivíduos da rede direta ou indiretamente conectados é denominado “componente gigante” (NEWMAN, 2001). Um componente gigante grande de uma rede de coautoria pode indicar o baixo isolamento intelectual de uma determinada área do conhecimento (NEWMAN, 2004).

O comprimento do caminho entre dois vértices em uma dada rede é obtido pelo somatório do número de arestas que os conectam. O caminho mais curto entre tais vértices é denominado comprimento menor do caminho. O comprimento médio do caminho da rede corresponde, portanto, à média dos comprimentos de menor caminho de todos os pares de vértices (NEWMAN, 2001). O caminho mais longo entre todos os comprimentos de menor caminho refere-se ao diâmetro da rede. Essas métricas são calculadas para o componente gigante, uma vez que excluem os vértices que não estão conectados (NEWMAN, 2001). A comunicação entre dois vértices na rede depende do comprimento menor do caminho (BARABÁSI *et al.*, 2002).

Já o coeficiente de *clusterização* de um determinado vértice mede a probabilidade de dois vértices vizinhos a ele também estarem conectados uns aos outros. É uma medida da densidade de triângulos em uma rede (NEWMAN, 2004). O coeficiente de *clusterização* da rede é dado pela média dos coeficientes de *clusterização* de cada vértice, e varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior é a interconectividade da rede (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015; NEWMAN, 2001). Em uma rede de coautoria, essa métrica indica a probabilidade de dois colaboradores de um mesmo pesquisador também colaborarem entre si (BARABÁSI *et al.*, 2002).

Como salientado anteriormente, a posição de um vértice na rede pode ser analisada por meio das medidas de centralidade, tais como o grau, a intermediação e a proximidade. A escolha de qual ou quais medidas utilizar depende do objetivo que se propõe alcançar: o grau indica um ator importante na rede com base no número de contatos diretos a ele, ou seja, aquele que dissemina informações para um número maior de pessoas; a intermediação revela o poder de controle do fluxo de informações de um ator na rede, o qual também exerce a função de “ponte” ao conectar diferentes comunidades; a proximidade, por sua vez, indica o ator que consegue disseminar informações na rede de forma mais rápida e eficiente, uma vez que não depende de intermediários (FREEMAN, 1979). Neste sentido, e com a finalidade de identificar os pesquisadores mais centrais na rede de coautoria do PSA foram calculadas as medidas de centralidade de grau, intermediação e proximidade.

O grau de um vértice corresponde ao número de arestas que incidem sobre este vértice; em outras palavras, é o número total de vértices adjacentes a ele (FREEMAN, 1979).

O grau médio da rede é obtido pela soma dos graus de todos os vértices da rede dividido pelo número total de vértices (NEWMAN, 2001).

Para obter a centralidade de intermediação de um vértice k em uma dada rede, primeiramente divide-se o número total de caminhos mais curtos entre os vértices i e j que passam pelo vértice k pelo número total de caminhos mais curtos entre os vértices i e j . A centralidade geral do vértice k é dada pelo somatório dos valores de intermediação parciais para todos os pares de vértices (FREEMAN, 1979).

A centralidade de proximidade de um vértice k em uma dada rede corresponde ao inverso de sua descentralidade; a descentralidade ou centralidade inversa de um vértice k é calculada somando-se os caminhos mais curtos (i.e., distâncias geodésicas) entre o vértice k e todos os outros vértices na rede (FREEMAN, 1979).

Por fim, executou-se o algoritmo de otimização da modularidade implementado no *software* Gephi versão 0.9.2. e introduzido por Blondel *et al.* (2008). O algoritmo de Blondel *et al.* (2008) consiste na combinação de duas etapas que se repetem iterativamente até que a modularidade máxima seja alcançada. Esse algoritmo alcançou alta modularidade para redes muito grandes e em um menor tempo quando comparado a outros métodos (BLONDEL *et al.*, 2008).

4.5 Caracterização das Comunidades de Pesquisadores em torno do PSA (Etapa V)

Diversos estudos têm detectado as comunidades de pesquisadores a partir da topologia de redes de coautoria e as caracterizado com base em informações adicionais, tais como temas de pesquisa, número total de publicações, e afiliações institucionais (HOU; KRETSCHMER; LIU, 2008; RODRIGUEZ; PEPE, 2008). Neste trabalho, as comunidades de pesquisadores identificadas na etapa anterior (Etapa IV) foram caracterizadas com base nas seguintes informações: número total de membros (i.e., tamanho da comunidade), produção (i.e., total de artigos escritos em coautoria pelos membros de uma mesma comunidade), direcionamento da comunidade em relação ao PSA (i.e., percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes), conexão (i.e., total de comunidades com que faz conexão), afiliações institucionais e o país das afiliações institucionais.

O número total de comunidades, assim como o número total de membros pertencentes a cada uma delas, é dado pelo *software* Gephi após a execução do algoritmo de otimização da modularidade (BLONDEL *et al.*, 2008). É importante mencionar que o próprio *software* atribui um identificador numérico (ID) para cada uma das comunidades encontradas, cuja

ordem não está relacionada ao tamanho das mesmas. Ao todo, 35 comunidades foram identificadas (i.e., subseção 5.2), as quais foram denominadas como “*comunidade 1*”, “*comunidade 2*”, “*comunidade 3*”, etc., de acordo com o identificador numérico atribuído pelo *software*. Apenas a “*comunidade 0*” foi renomeada para “*comunidade 35*”.

A produção científica de uma comunidade foi determinada somente pelos artigos escritos em coautoria entre os membros dessa mesma comunidade, ou seja, artigos escritos em coautoria com pesquisadores pertencentes a comunidades diferentes, assim como artigos assinados por um único autor, não foram contabilizados. Esse procedimento evita dupla contagem. Além disso, e com a finalidade de verificar o direcionamento da comunidade em relação ao PSA, acredita ser razoável considerar apenas os artigos produzidos entre seus membros.

O direcionamento das comunidades de pesquisadores em relação ao PSA foi indicado, portanto, com base no percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes produzidos por seus membros. Deve-se destacar, entretanto, que este procedimento não foi realizado para todas as 35 comunidades identificadas, visto que algumas delas produziram poucos artigos sobre o instrumento (i.e., subseção 5.3).

Os artigos escritos em coautoria por pesquisadores pertencentes a comunidades diferentes, por sua vez, foram utilizados como base para a elaboração da rede de conexão entre as comunidades. Comunidades com maior conexão na rede tendem a criar mais oportunidades para a troca e disseminação de conhecimento e informações (LAMBLOTTE; PANZARASA, 2009). A construção da rede de conexão entre as comunidades torna possível não apenas a identificação do número total de ligações de cada uma delas (i.e., grau), como também revela com quais comunidades se comunicam. Neste sentido, para cada autor e coautor dos artigos bases atribuiu-se o identificador numérico correspondente a sua comunidade. Cada vértice na rede representa, portanto, uma comunidade e as arestas a conexão entre elas. Para a geração da rede foi utilizado o *software* Gephi versão 0.9.2. O grafo é não direcionado e a rede é valorada. Não há *loops*.

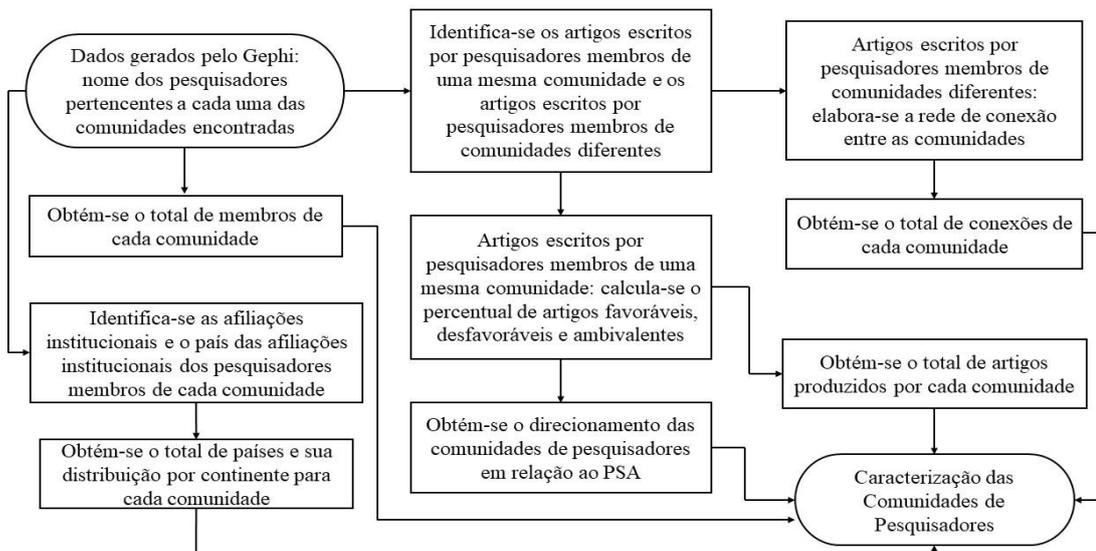
Como destacado anteriormente, o direcionamento das comunidades em relação ao PSA não foi verificado para todas as 35 comunidades encontradas. Para aquelas em que o direcionamento foi identificado, verificou-se também as afiliações institucionais de seus membros e os países das afiliações institucionais. É importante salientar que se optou por ocultar o nome das afiliações institucionais dos autores, decisão esta que não prejudica a compreensão e a interpretação dos resultados.

A ciência é produto de colaborações nacionais e internacionais (MELIN; PERSSON, 1996), e nas últimas décadas, têm-se notado um aumento substancial do número de países na rede de colaboração científica internacional, o que pode facilitar a difusão do conhecimento e de ideias para diversas regiões do globo (GLÄNZEL, 2001; GUI; LIU; DU, 2019; LEYDESDORFF; WAGNER, 2008). Com o intuito, portanto, de verificar quais comunidades de pesquisadores em torno do PSA são mais ou menos colaborativas em âmbito global, contabilizou-se o total de países das afiliações institucionais dos autores membros de cada comunidade estudada e verificou-se sua distribuição por continente.

As características das comunidades de pesquisadores foram apresentadas de forma individual e também discutidas entre si a fim de se elucidar padrões da produção científica em torno do PSA.

O fluxograma a seguir descreve, de maneira geral, os passos adotados nesta pesquisa para a caracterização das comunidades de pesquisadores (Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos adotados para a caracterização das comunidades de pesquisadores



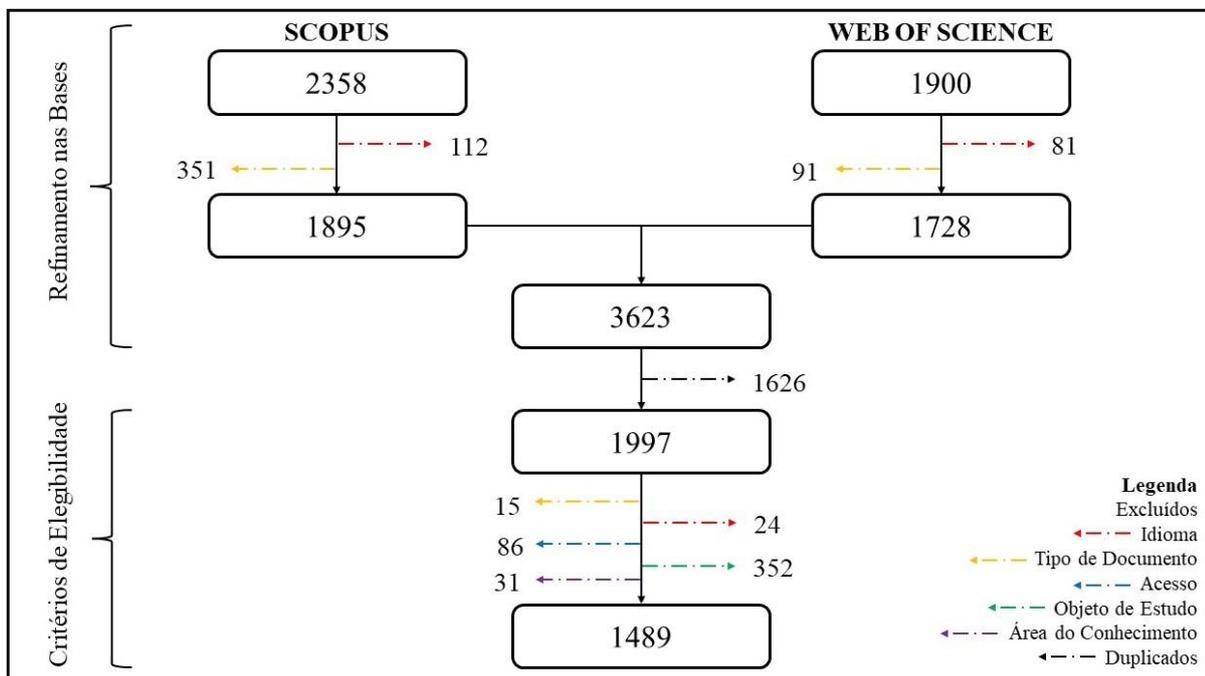
Fonte: Elaborado pela autora.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização da produção científica em torno do PSA

A partir dos descritores de busca adotados nesta pesquisa (i.e., subseção 4.1), foram recuperados 2358 documentos na plataforma *Scopus* e 1900 documentos na *Web of Science*. Efetuado o refinamento nas bases em relação ao idioma e ao tipo de documento, reduziu-se o montante para 1895 documentos na *Scopus* e 1728 documentos na *Web of Science*. Após verificados os documentos duplicados, 1997 artigos foram previamente selecionados, os quais foram submetidos a um segundo filtro de acordo com os critérios de elegibilidade estabelecidos na subseção 4.1. Como resultado, 1489 artigos científicos foram selecionados como relevantes para a pesquisa. O fluxograma a seguir (Figura 4) ilustra os procedimentos de coleta e seleção dos artigos relevantes.

Figura 4 - Fluxograma dos procedimentos de coleta e seleção dos artigos científicos relevantes para a pesquisa

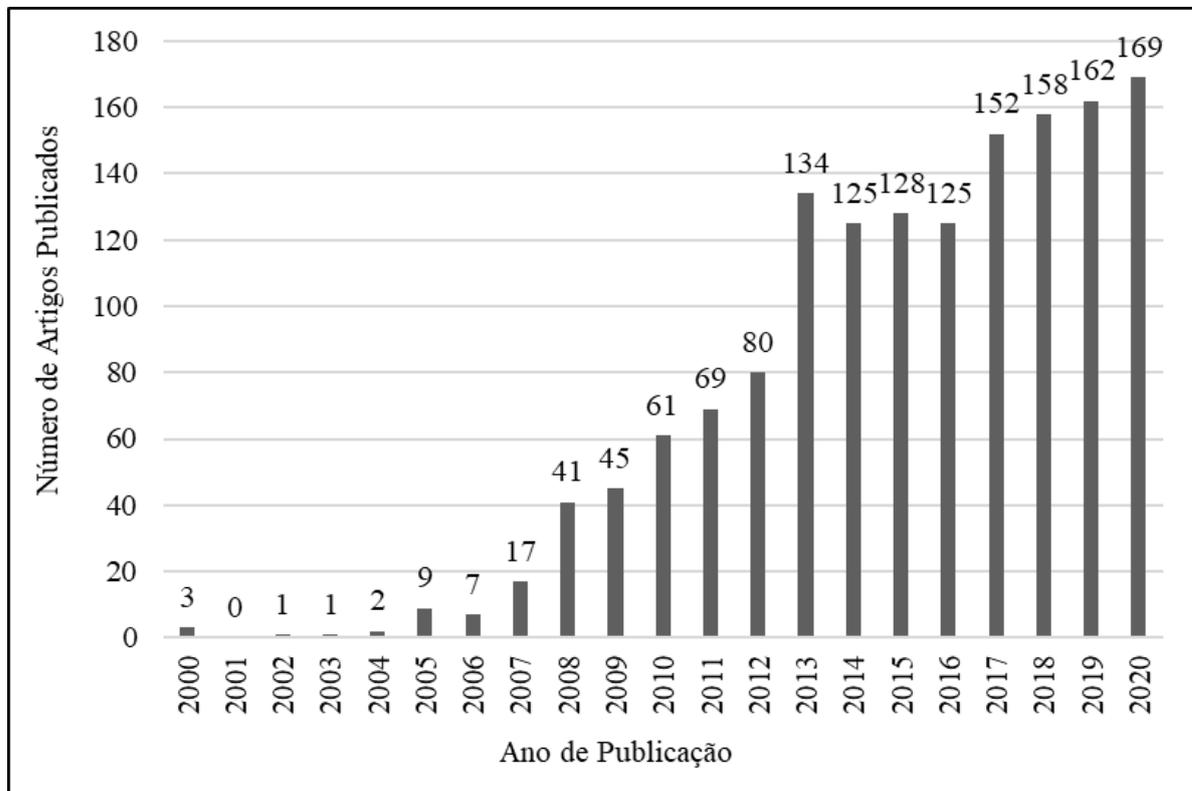


Fonte: Elaborado pela autora.

Os primeiros artigos sobre o PSA são do ano de 2000 (Figura 5). O artigo mais antigo identificado nesta pesquisa, no entanto, data do ano de 1996, o qual foi excluído pelo critério “Acesso”. Outras revisões bibliométricas identificaram publicações ainda mais antigas, das décadas de 1970 e 1980 (YU *et al.*, 2020). De fato, incentivos econômicos para a proteção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, seguindo a mesma lógica do PSA, porém sem

ser rotulados como tal, já existiam nos Estados Unidos e na Europa nas décadas de 1970 e 1980, i.e., os denominados programas agroambientais (SCHOMERS; MATZDORF, 2013).

Figura 5 - Número de artigos publicados sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020

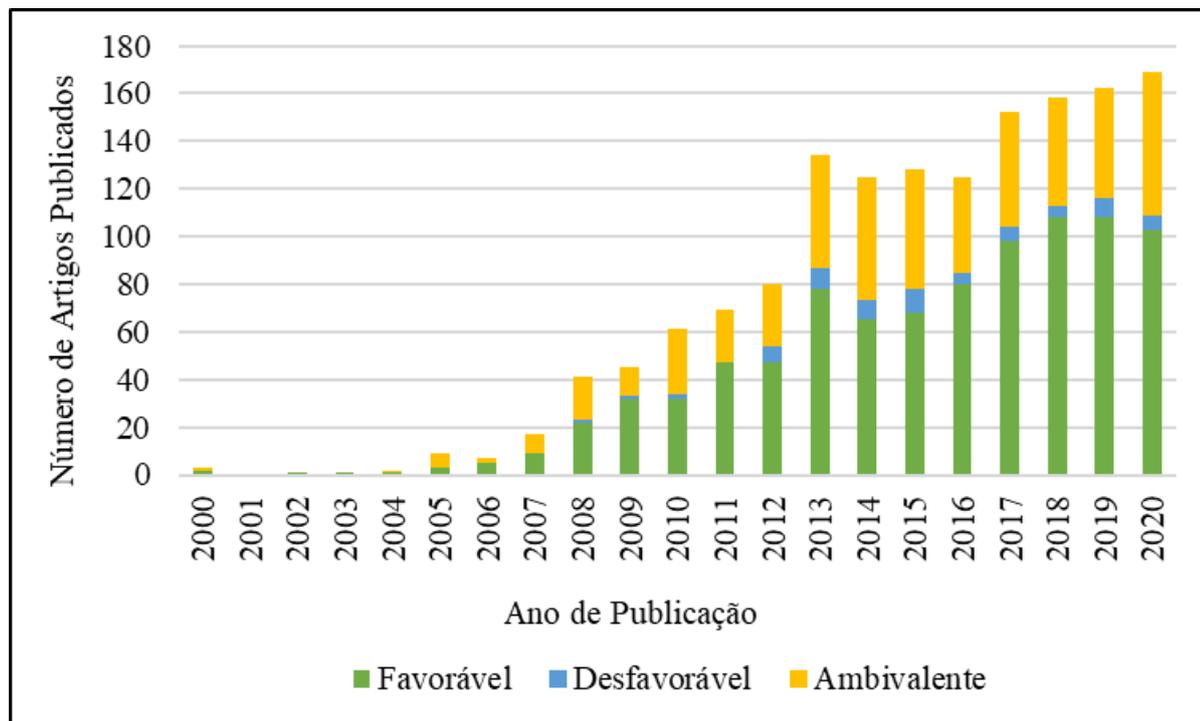


Fonte: Elaborado pela autora.

Anteriormente ao ano de 2005, observa-se poucas publicações sobre o PSA (Figura 5). O ano de 2005 pode ser considerado um marco que impulsionou o maior interesse da comunidade acadêmica no instrumento, o que pode estar associado à publicação do relatório do MEA no mesmo ano, assim como com a publicação do artigo de Sven Wunder trazendo uma das definições mais clássicas sobre o instrumento (YU *et al.*, 2020). Pela análise do gráfico, é possível identificar três momentos em que houve um aumento considerável no número de artigos publicados de um ano para o outro: de 2007 a 2008 (24 artigos); de 2012 a 2013 (54 artigos); e de 2016 a 2017 (27 artigos).

Dos 1489 artigos selecionados, 910 foram classificados com o direcionamento favorável ao PSA (~61,11%), 511 classificados com o direcionamento ambivalente (~34,32%), e apenas 68 artigos classificados com o direcionamento desfavorável (~4,57%). A Figura 6 mostra o número de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes sobre o PSA publicados por ano no período de 2000 a 2020.

Figura 6 - Número de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes publicados sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020



Fonte: Elaborado pela autora.

O número de artigos favoráveis ao PSA é maior em comparação ao número de artigos ambivalentes praticamente em todo o período estudado, excetuando-se o ano de 2005. A diferença entre o número de artigos favoráveis e o número de artigos ambivalentes é maior entre os anos de 2016 a 2020 se comparada aos anos anteriores. Esse resultado mostra que, embora o número de artigos ambivalentes tenha aumentado ao longo do tempo, a proporção de artigos favoráveis parece ser maior nos anos mais recentes. O número de artigos desfavoráveis ao instrumento, por sua vez, é pouco expressivo em todo o período estudado. O primeiro artigo classificado com o direcionamento desfavorável ao PSA é de 2008. Nota-se que o total de artigos desfavoráveis aumenta entre os anos de 2012 a 2015 e diminui a partir de 2016.

Foram identificados 336 periódicos que publicaram artigos científicos sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020. 186 periódicos publicaram um único artigo sobre o instrumento (~55,36% do total de periódicos identificados); 50 periódicos publicaram dois artigos cada (~14,88%); 28 periódicos publicaram três artigos cada (~8,33%); 14 periódicos publicaram quatro artigos cada (~4,17%); 10 periódicos publicaram cinco artigos cada (~2,98%); e 48 periódicos publicaram seis ou mais artigos (~14,28%). Estes últimos, contabilizaram em conjunto 1013 artigos, o que corresponde a aproximadamente 68,03% do total de artigos

selecionados. O periódico *Ecological Economics* é o que mais publicou artigos sobre o PSA (175), seguido pelos periódicos *Ecosystem Services* (119), *Land Use Policy* (81) e *Forest Policy and Economics* (45).

Ao todo, 164 periódicos publicaram somente artigos classificados com o direcionamento favorável ao PSA (~48,81% do total de periódicos identificados); 55 publicaram somente artigos com o direcionamento ambivalente (~16,37%); 19 publicaram somente artigos com o direcionamento desfavorável (~5,65%); e 98 periódicos publicaram artigos de duas ou até das três classes de direcionamento, i.e., favorável, desfavorável e ambivalente (~29,17%). A maioria dos periódicos que publicaram somente artigos favoráveis, desfavoráveis ou ambivalentes contabilizaram um único artigo. Ou seja, pode-se afirmar que os principais periódicos que publicam sobre o PSA possuem artigos classificados com duas ou três classes de direcionamento. A Tabela 1 mostra os vinte periódicos que mais publicaram sobre o instrumento entre os anos de 2000 a 2020 e o número de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes por periódico, e a Figura 7 mostra o percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes por periódico.

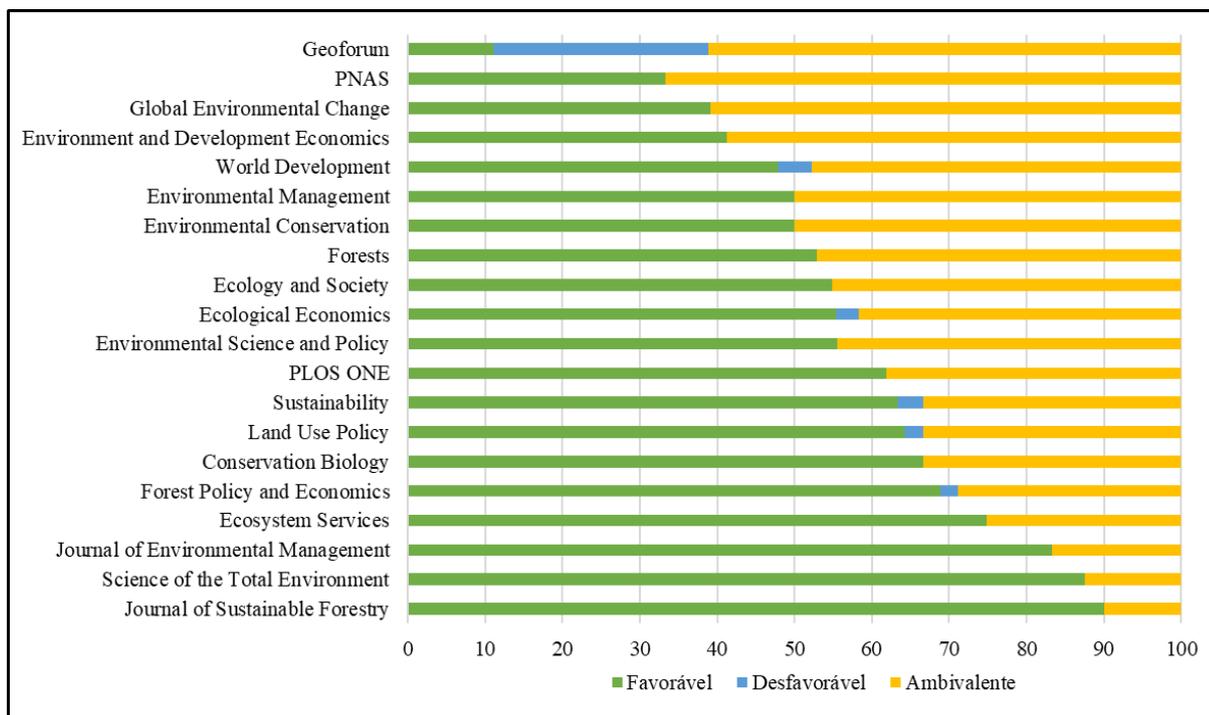
Tabela 1 - Os vinte periódicos que mais publicaram artigos sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020 e o número de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes por periódico

Periódico	Número de artigos			Total
	Favorável	Desfavorável	Ambivalente	
<i>Ecological Economics</i>	97	5	73	175
<i>Ecosystem Services</i>	89	0	30	119
<i>Land Use Policy</i>	52	2	27	81
<i>Forest Policy and Economics</i>	31	1	13	45
<i>Ecology and Society</i>	17	0	14	31
<i>Sustainability</i>	19	0	10	30
<i>Environmental Conservation</i>	13	0	13	26
<i>Journal of Environmental Management</i>	20	0	4	24
<i>Global Environmental Change</i>	9	0	14	23
<i>World Development</i>	11	1	11	23
<i>Conservation Biology</i>	14	0	7	21
<i>PLOS ONE</i>	13	0	8	21
<i>Journal of Sustainable Forestry</i>	18	0	2	20
<i>Environmental Science and Policy</i>	10	0	8	18
<i>Geoforum</i>	2	5	11	18
<i>PNAS</i>	6	0	12	18
<i>Environment and Development Economics</i>	7	0	10	17
<i>Forests</i>	9	0	8	17
<i>Environmental Management</i>	8	0	8	16
<i>Science of the Total Environment</i>	14	0	2	16

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: PNAS = *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.

Figura 7 - Percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes dos vinte periódicos que mais publicaram sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: PNAS = *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.

Pela análise da Figura 7, observa-se que mais de 70% dos artigos sobre o PSA publicados nos periódicos *Journal of Sustainable Forestry*, *Science of the Total Environment*, *Journal of Environmental Management* e *Ecosystem Services* foram classificados com direcionamento favorável ao instrumento, e nenhum artigo classificado com o direcionamento desfavorável. Por outro lado, mais de 50% dos artigos sobre o PSA publicados nos periódicos *Environment and Development Economics*, *Global Environmental Change*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* e *Geoforum* foram classificados com o direcionamento ambivalente ao instrumento, dos quais apenas o periódico *Geoforum* possui artigos desfavoráveis. O periódico *Ecological Economics* que mais publica artigos sobre o PSA possui uma proporção relativamente próxima de artigos favoráveis e ambivalentes, além de possuir artigos desfavoráveis. Em termos percentuais, o periódico *Geoforum* é o que mais publica artigos desfavoráveis ao instrumento, porém, em números absolutos, tanto o *Geoforum* quanto o *Ecological Economics* contabilizaram apenas cinco artigos desfavoráveis ao PSA (Tabela 1).

Cabe destacar que há uma série de variáveis que podem influenciar a escolha para submissão e/ou publicação de um artigo científico em um determinado periódico, tal como o

escopo da revista. Por exemplo, o periódico *Journal of Sustainable Forestry*⁹, com 90% dos artigos favoráveis ao PSA, publica trabalhos no campo das ciências florestais com ênfase no uso sustentável dos produtos e serviços florestais, enquanto que o periódico *Geoforum*¹⁰, com quase 90% dos artigos ambivalentes e desfavoráveis ao instrumento, publica trabalhos no campo da geografia humana, abrangendo assuntos como economia política global, ecologia política e justiça ambiental. O periódico *Ecological Economics*¹¹, por sua vez, com uma proporção relativamente próxima de artigos favoráveis e ambivalentes, publica trabalhos transdisciplinares englobando temas como valoração dos recursos naturais, agricultura sustentável e dinâmicas sociais. Tais variáveis não foram analisadas nesta pesquisa.

Um total de 3665 autores publicaram artigos científicos sobre o PSA no período de 2000 a 2020. Destes, 76,1% contabilizaram um único artigo sobre o instrumento, e apenas 2,21% contabilizaram seis ou mais artigos. O pesquisador que mais publicou artigos sobre o PSA foi Sven Wunder (37 artigos contabilizados), seguido por Esteve Corbera (19). A diferença do número de artigos do autor que mais publicou sobre o PSA para o segundo autor com o maior número de publicações é de 18 artigos.

Aproximadamente 58,43% do total de artigos publicados possuem de dois até quatro coautores. A maioria dos artigos possui três coautores (~22,03%). 195 artigos foram escritos por um único autor (~13,1%). O maior número de coautores em um único artigo foi de 33, seguido por outro artigo com 27 coautores. E 91 pesquisadores não contabilizaram artigos em coautoria (~2,48% do total de autores identificados). Observa-se um número maior de artigos produzidos em coautoria do que de artigos publicados por um único autor. Esses resultados podem indicar que a produção científica em torno do PSA é bastante colaborativa.

Dos 195 artigos escritos por um único autor, 103 foram classificados com o direcionamento favorável ao PSA, 30 com o direcionamento desfavorável, e 62 com o direcionamento ambivalente. Nota-se que quase metade do total de artigos classificados com o direcionamento desfavorável ao instrumento (i.e., 68) foram escritos por um único autor.

Com relação às afiliações institucionais dos autores, foram identificadas um total de 1090 afiliações. 47,89% das afiliações institucionais tiveram uma única ocorrência, e apenas 6,42% tiveram onze ou mais ocorrências. 19 autores se declararam independentes de afiliações institucionais e 24 não declararam afiliações institucionais (dados ausentes). As afiliações institucionais com o maior número de ocorrências são: Academia Chinesa de

⁹ <https://www.tandfonline.com/journals/wjsf20>. Acesso em: 30 de novembro de 2022.

¹⁰ <https://www.sciencedirect.com/journal/geoforum>. Acesso em: 30 de novembro de 2022.

¹¹ <https://www.sciencedirect.com/journal/ecological-economics>. Acesso em: 30 de novembro de 2022.

Ciências (sigla em inglês CAS) com 88 ocorrências; Centro de Pesquisa Florestal Internacional (sigla em inglês CIFOR) com 62 ocorrências; Universidade Autônoma do México com 46 ocorrências; e a ONG ambiental internacional *The Nature Conservancy* com 45 ocorrências. A Tabela 2 mostra as afiliações institucionais com o maior número de ocorrências (i.e., igual ou superior a 30), o que corresponde a aproximadamente 1,18% do total de afiliações identificadas, assim como o país (ou países) de cada uma dessas afiliações.

Tabela 2 - Afiliações institucionais dos autores que publicaram sobre o PSA no período de 2000 a 2020 com o maior número de ocorrências (igual ou superior a 30) e o país (ou países) da afiliação institucional

Afiliação Institucional	Nº de Ocorrências	País (ou países) da Afiliação Institucional
Academia Chinesa de Ciências (CAS)	88	China
Centro de Pesquisa Florestal Internacional (CIFOR)	62	Brasil, Camarões, Costa Rica, Indonésia, Quênia, Moçambique, Peru, Espanha e Vietnã
Universidade Autônoma do México	46	México
<i>The Nature Conservancy (TNC)</i>	45	Austrália, Brasil, Colômbia, Costa Rica, República Dominicana, Equador, Indonésia, México e Estados Unidos
Universidade da Califórnia	38	Estados Unidos
Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF)	35	Brasil, China, Indonésia, Quênia, Malawi, Filipinas e Vietnã
Universidade de Wageningen	35	Holanda
Universidade Normal de Pequim	34	China
<i>Conservation International (CI)</i>	33	Brasil, Costa Rica, Equador, Indonésia, Madagascar, México e Estados Unidos
Universidade de São Paulo	32	Brasil
Universidade Estadual de Michigan	32	Estados Unidos
<i>World Wildlife Fund (WWF)</i>	32	Camarões, Costa Rica, Alemanha, Indonésia, México, Namíbia, Nepal, Paraguai, Suíça, Tanzânia, Holanda e Estados Unidos
Universidade da Flórida	31	Estados Unidos

Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre as afiliações institucionais com o maior número de ocorrências (Tabela 2) estão incluídas sete universidades, três organizações não-governamentais internacionais (i.e., TNC, CI, WWF), dois centros de pesquisa internacional sem fins lucrativos (i.e., CIFOR e ICRAF) e a Academia Chinesa de Ciências (CAS) que engloba diversos institutos de pesquisa pelo país. O “Instituto de Ciências Geográficas e de Pesquisa em Recursos Naturais” obteve o maior número de ocorrências (i.e., 25) dentre os institutos de pesquisa vinculados à CAS. Há três universidades estadunidenses, duas universidades latino americanas (Brasil e México), uma universidade chinesa e uma universidade na Europa (Holanda). Os pesquisadores vinculados às ONGs ambientais internacionais e ao CIFOR e ICRAF estão distribuídos em diferentes países, majoritariamente em países do hemisfério sul do globo.

Agências e ONGs internacionais comumente são consideradas atores intermediários em esquemas de PSA, bem como agências governamentais e consultores privados (THUY *et al.*, 2010). Os intermediários desempenham um papel importante no desenvolvimento e implementação de programas de PSA, visto que conectam diferentes *stakeholders* (e.g., proprietários rurais, tomadores de decisão e cientistas), oferecem assistência técnica, constroem relações de confiança com os provedores dos serviços ambientais, compartilham conhecimento e informações, além de reduzir os custos de transação dos esquemas ao realizar o monitoramento e a avaliação dos serviços (JACK; KOUSKY; SIMS, 2008; THUY *et al.*, 2010; VATN, 2010). A expectativa do PSA de promover a proteção dos ecossistemas e a mitigação da pobreza tem sido recebida também com grande interesse por ONGs e setores públicos (MURADIAN *et al.*, 2010). Para Fletcher (2010), a maior participação das grandes ONGs e das agências internacionais na adoção de esquemas de PSA pode ser associada ao contexto neoliberal em que o discurso do instrumento é construído e disseminado, uma vez que o neoliberalismo visa promover a descentralização da governança e do controle dos recursos naturais para autoridades locais e atores não estatais (FLETCHER, 2010). Neste contexto, é possível que a maior participação de tais entidades internacionais nos programas de PSA esteja se refletindo na produção científica em torno do instrumento.

Com relação aos países das afiliações institucionais dos autores, foram identificados um total de 95 países. O país com o maior número de ocorrências foram os Estados Unidos (844), seguido por China (478), Reino Unido (319), Brasil (226) e Alemanha (195). A Europa detém o maior número total de ocorrências (~31,82%), seguida pela América do Norte (~26,96%) e Ásia (~20,48%); América do Sul (~9,05%), Oceania (~5,12%), África (~3,95%), América Central (~2,09%), Eurásia (~0,28%) e Oriente Médio (~0,25%) aparecem na sequência. A Tabela 3 mostra os países das afiliações institucionais dos autores que publicaram sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020 e o número de ocorrências de cada país.

Tabela 3 - Países das afiliações institucionais dos autores que publicaram sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020 e o número de ocorrências de cada país

País	Nº de Ocorrência	País	Nº de Ocorrência	País	Nº de Ocorrência
Estados Unidos	844	Peru	17	Cuba	3
China	478	Chile	16	Guatemala	3
Reino Unido	319	Portugal	15	Hong Kong	3
Brasil	226	Eslováquia	14	Hungria	3
Alemanha	195	República Tcheca	13	Irã	3
Austrália	162	Filipinas	12	Lituânia	3
México	131	Singapura	12	Paraguai	3
Espanha	111	Coréia do Sul	11	El Salvador	2
Holanda	98	Laos	10	Mauritânia	2
Indonésia	88	Ilhas Salomão	10	Namíbia	2
Canadá	83	Croácia	9	Eslovênia	2
França	82	Bolívia	7	Ucrânia	2
Itália	73	Etiópia	7	Uruguai	2
Suíça	60	Malásia	7	Argélia	1
Vietnã	59	Nicarágua	7	Bósnia e Herzegovina	1
Costa Rica	58	Panamá	7	Bulgária	1
Finlândia	58	Argentina	6	Camboja	1
Colômbia	53	Jordânia	6	República Dominicana	1
Quênia	47	Madagascar	6	Grécia	1
Suécia	44	Polônia	6	Irlanda	1
Japão	42	Rússia	6	Quirguistão	1
Dinamarca	38	Taiwan	6	Letônia	1
África do Sul	36	Uganda	6	Líbano	1
Bélgica	35	Bangladesh	5	Macedônia	1
Nova Zelândia	29	Camarões	5	Malawi	1
Noruega	29	Luxemburgo	5	Mônaco	1
Tanzânia	27	Sérvia	5	Marrocos	1
Equador	25	Sri Lanka	5	Moçambique	1
Índia	25	Turquia	5	Tajiquistão	1
Áustria	23	Zâmbia	5	Trindade e Tobago	1
Nepal	19	Gana	4	Tunísia	1
Tailândia	19	Botsuana	3	-	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: O número de ocorrências NÃO corresponde ao número total de afiliações institucionais de um determinado país, mas sim à quantidade de vezes que o país apareceu vinculado às afiliações institucionais dos autores, podendo inclusive uma mesma instituição ser contabilizada mais de uma vez caso esteja associada a diferentes pesquisadores. A Tabela encontra-se ordenada do país com o maior número de ocorrências para o país com o menor número de ocorrências.

Estados Unidos, Europa e Austrália detêm em torno de 57,45% do número total de ocorrências das afiliações institucionais. Todavia, a maioria dos estudos de caso de PSA descritos na literatura remete-se aos países em desenvolvimento e, em particular, à América Latina (EZZINE-DE-BLAS *et al.*, 2016; SCHOMERS; MATZDORF, 2013), com destaque para os programas nacionais de PSA na Costa Rica (PAGIOLA, 2008) e no México (MUÑOZ-PIÑA *et al.*, 2008).

Instrumentos econômicos para a proteção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos existem na Europa e nos Estados Unidos desde as décadas de 1970 e 1980, i.e., os denominados programas agroambientais. Tais programas são parecidos em conceito aos programas nacionais de PSA da Costa Rica e do México, por exemplo. O menor volume de estudos de caso referindo-se explicitamente aos Estados Unidos e à Europa pode estar associado, portanto, ao uso da terminologia “programas agroambientais”, pouco explorada na literatura de PSA (SCHOMERS; MATZDORF, 2013). O mesmo pode ser observado no caso dos programas de compensação ecológica ou eco-compensação amplamente utilizados pela comunidade científica chinesa, e igualmente considerados parecidos aos programas de PSA (YU *et al.*, 2020).

Aproximadamente 14,47% do número total de ocorrências remete-se a instituições na América Latina. Os países com o maior número de ocorrências são (na sequência): Brasil, México, Costa Rica, Colômbia, Equador, Peru e Chile. Salzman *et al.* (2018) observaram um crescente aumento do número de casos de PSA na América Latina, particularmente de programas voltados à conservação e recuperação de bacias hidrográficas, os quais, por sua vez, podem ser resultado da criação e desenvolvimento dos Fundos de Água, i.e., mantidos por recursos de diferentes atores, públicos e privados (SALZMAN *et al.*, 2018). Balvanera *et al.* (2012) destacam também a criação de Fundos de Água no Brasil para a conservação e recuperação da Mata Atlântica. Argumenta-se, pois, que o maior interesse nos programas de PSA hídrico pode ter contribuído para que o Brasil aparecesse entre os cinco países com o maior número de ocorrências das afiliações institucionais. De fato, nos últimos quinze anos, tem-se notado um aumento no número de publicações voltadas a esquemas de PSA na China, Vietnã, México e Brasil (YU *et al.*, 2020).

A China é o país com o maior número de ocorrências do continente asiático, seguida pela Indonésia e pelo Vietnã. Os programas de PSA governamentais chineses *The Sloping Land Conservation Program (SLCP)* e *The Natural Forest Conservation Program (NFCP)* correspondem aos maiores programas de PSA no mundo, os quais investiram mais de US\$ 50 bilhões entre os anos de 2000 a 2009 (SALZMAN *et al.*, 2018). Os baixos custos de

transação, a necessidade de proteção das florestas visando a manutenção da qualidade e da quantidade de água, e a política centralizada têm permitido que estratégias de pagamentos sejam implementadas na China em escala e velocidade superior à de outros países (SALZMAN *et al.*, 2018); o que igualmente pode estar se refletindo no maior volume de publicações sobre o instrumento.

O continente africano, por sua vez, possui em torno de 3,95% do total de ocorrências das afiliações institucionais. O Quênia é o país com o maior número de ocorrências, seguido pela África do Sul e pela Tanzânia. Os programas de PSA implementados no continente africano são tipicamente direcionados à conservação da biodiversidade e ao sequestro de carbono (WUNDER *et al.*, 2018), porém em menor proporção se comparados aos programas de PSA para a biodiversidade na América Central e do Sul (CALVET-MIR *et al.*, 2015). O número limitado de esquemas de PSA na África reflete a lenta adesão do instrumento neste continente. De maneira geral, os esquemas de PSA predominantes na África são financiados pelo setor privado (e.g., ecoturismo) e com menor participação do setor público se comparados aos esquemas de PSA predominantes na América Latina, Europa, América do Norte e Ásia onde os esquemas costumam ser majoritariamente públicos (EZZINE-DE-BLAS *et al.*, 2016).

Vale ressaltar que a dominância de países ricos e ocidentais na produção do conhecimento científico não é uma característica exclusiva do PSA: América do Norte (i.e., em particular os Estados Unidos), Europa Ocidental e Austrália, com sistemas de pesquisa já bem estabelecidos, têm dominado a ciência em âmbito global por décadas (GLÄNZEL, 2001; GUI; LIU; DU, 2019). Países como China, Brasil, Coreia do Sul, África do Sul e Índia têm se tornado mais recentemente atores importantes na rede de colaboração científica internacional (GUI; LIU; DU, 2019).

5.2 A Rede de Coautoria do PSA

A Tabela 4 mostra o resultado das métricas calculadas para a rede de coautoria do PSA como um todo. Cabe lembrar que não estão incluídos na rede os 91 pesquisadores que não possuem artigos escritos em coautoria. Desse modo, a rede possui um total de 3574 vértices (i.e., pesquisadores) e 11.233 arestas (i.e., colaborações entre dois pesquisadores).

Tabela 4 - Resultados das métricas da rede de coautoria do PSA

Métrica	Valor
Número total de vértices	3574
Número total de arestas	11233
Densidade do grafo	0,002
Componentes conectados	385
Tamanho do componente gigante (%)	48,8
Comprimento médio do caminho	6,212
Diâmetro da rede	15
Coefficiente de <i>clusterização</i> médio	0,907
Grau médio	6,286

Fonte: Elaborado pela autora.

A densidade do grafo é muito baixa (0,002). Grafos com densidade próxima a zero são considerados esparsos (OTTE; ROUSSEAU, 2002). A baixa densidade da rede indica que há um grande potencial de relações (colaborações) entre os pesquisadores ainda a ser explorado; somente 0,2% da rede está sendo utilizada. A baixa densidade pode estar associada a um número alto de componentes na rede, o que indica a existência de diversos grupos de pesquisa que publicam isoladamente (BORDIN; GONÇALVES; TODESCO, 2014; NEWMAN, 2004).

A rede de coautoria do PSA apresentou um total de 385 componentes. O componente gigante, i.e., maior grupo de atores direta ou indiretamente conectados, engloba 48,8% do total de vértices da rede, ou seja, 1744 pesquisadores. O componente gigante é 42,5 vezes maior que o segundo componente com o maior número de membros na rede (i.e., 41 membros). Para Newman (2001), a diferença considerável no tamanho do maior para o segundo maior componente é uma característica importante de redes de colaboração científica, pois parece indicar que a rede se encontra bem conectada e sem riscos imediatos de fragmentação (NEWMAN, 2001). De uma perspectiva mais ampla, o tamanho do componente gigante pode representar o estágio de maturidade de um campo do conhecimento, em que grande parte dos pesquisadores compartilham das mesmas estruturas teóricas e metodológicas (LAMBIOTTE; PANZARASA, 2009). Há também uma grande quantidade de

componentes menores, os quais, em sua maioria, possuem menos de dez membros (i.e., Figura 8 abaixo).

O fato da rede de coautoria do PSA apresentar um grande número de componentes e uma densidade muito baixa pode indicar que a pesquisa em torno do instrumento ainda é recente e tende a crescer. Encorajar colaborações visando conectar componentes isolados pode aumentar a densidade da rede (BORDIN; GONÇALVES; TODESCO, 2014; OTTE; ROUSSEAU, 2002). Vale ressaltar, no entanto, que a baixa densidade é uma característica de redes muito grandes, visto que é pouco provável que um pesquisador se conecte a todos os outros em uma rede com centenas ou milhares de vértices (RACHERLA; HU, 2010; YAN; DING, 2012).

Para que um pesquisador se conecte a qualquer outro na rede é necessário um caminho de seis conhecidos, em média (i.e., comprimento médio do caminho igual 6,212). Newman (2001) argumenta que a existência de um componente gigante grande e o fato de a distância típica entre dois pesquisadores ser em torno de seis permite que as descobertas e as informações científicas circulem mais rápido pela rede e alcancem a maioria dos membros pertencentes à mesma, principalmente por meio da comunicação informal (NEWMAN, 2001). A distância máxima entre dois pesquisadores na rede é 15 (i.e., diâmetro).

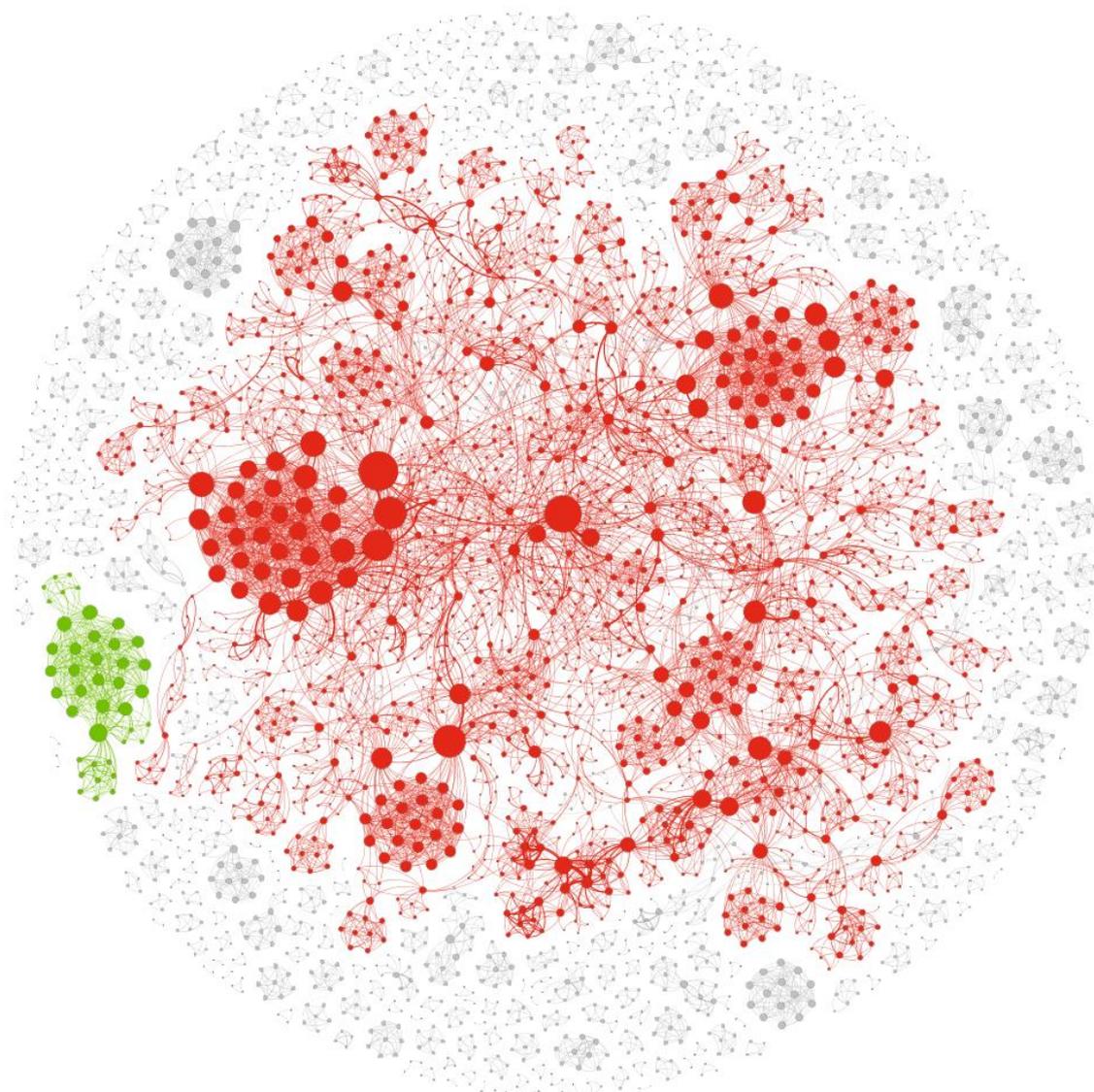
A rede de coautoria do PSA possui um coeficiente de *clusterização* médio elevado (0,907), o que significa que dois pesquisadores têm maior probabilidade de colaborar entre si caso tenham um colaborador em comum. Esse resultado pode estar associado à presença de um número elevado de artigos com três ou mais coautores (NEWMAN, 2001, 2004); i.e., aproximadamente 67,36% dos artigos científicos sobre o PSA possuem três ou mais coautores (i.e., subseção 5.1). Um coeficiente de *clusterização* alto pode indicar também que os cientistas geralmente costumam mediar novas colaborações entre seus contatos diretos, o que é importante para a formação de grupos de pesquisa (NEWMAN, 2001). Alto coeficiente de *clusterização* e distância média curta entre quaisquer pares de vértices pode indicar a topologia de rede “mundo pequeno” (WATTS; STROGATZ, 1998).

Cada pesquisador que publica sobre o PSA colabora, em média, com outros seis pesquisadores (i.e., grau médio 6,286). O número médio de colaboradores de uma rede pode refletir o tipo de pesquisa realizado em uma dada área do conhecimento (MOODY, 2004; NEWMAN, 2004). Ao calcular o número médio de colaboradores da rede de coautoria de três áreas do conhecimento, i.e., biologia, física e matemática, Newman (2004) encontrou grau médio igual a 18,1 para a biologia, 9,7 para a física e 3,9 para a matemática. De acordo com o autor, o grau médio elevado da biologia pode indicar que a área realiza pesquisas mais

experimentais e que frequentemente envolvem vários pesquisadores, o grau médio baixo da matemática pode indicar pesquisas mais teóricas e geralmente produzidas individualmente, enquanto que a física parece ser uma combinação de ambos os tipos (NEWMAN, 2004). Com base nestes resultados e no grau médio da rede de coautoria do PSA, sugere-se que as pesquisas em torno do instrumento também sejam uma combinação de trabalhos quantitativos e qualitativos.

A Figura 8 mostra a rede de coautoria do PSA. Na figura, estão destacados em diferentes cores o componente gigante (ao centro) e o segundo maior componente da rede (à esquerda). O tamanho dos vértices corresponde ao grau do vértice. Quanto maior o grau, maior é o tamanho do vértice. A espessura das arestas corresponde ao total de artigos publicados entre dois pesquisadores. Quanto mais espessa for a aresta, maior é o número de artigos publicados em conjunto.

Figura 8 - A rede de coautoria do PSA



Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: As cores destacam os dois maiores componentes da rede de coautoria do PSA. Ao centro (na cor vermelha) tem-se o componente gigante (com 1744 membros), e mais à esquerda (na cor verde) o segundo maior componente da rede (com 41 membros). O tamanho dos vértices corresponde ao grau do vértice. Quanto maior o grau, maior o tamanho do vértice. A espessura das arestas representa a colaboração entre dois pesquisadores. Quanto maior a espessura da aresta, maior é o número de artigos publicados entre dois pesquisadores. Para o *layout* do gráfico foi utilizado o algoritmo *ForceAtlas2*.

Na Figura 8, observa-se concentrações de vértices com grau alto na rede, particularmente no componente gigante. Tais concentrações podem indicar que os respectivos pesquisadores são coautores de um mesmo artigo. Ou seja, pode ocorrer de um determinado pesquisador possuir grau alto por ter assinado um único artigo com elevado número de coautores. Dessa forma, ao se analisar a influência dos pesquisadores na rede em relação ao grau deve-se levar em consideração também o total de artigos produzidos por cada autor.

Além disso, presume-se que um número elevado de coautores trabalhando em um mesmo artigo não necessariamente indique a existência de interação e/ou relação social entre todos os envolvidos (KATZ; MARTIN, 1997; NEWMAN, 2001).

Dos 1489 artigos científicos selecionados como relevantes para a pesquisa, 195 foram excluídos da ARS por serem assinados por um único autor. Dos 1294 artigos restantes, verificou-se que 712 foram produzidos pelos pesquisadores que compõem o componente gigante e 582 pelos pesquisadores pertencentes a outros componentes. Cabe ressaltar que a maioria dos pesquisadores que publicaram sobre o PSA não se encontra conectada ao componente gigante (i.e., 1921 autores). Ou seja, considerando o total de artigos e o total de autores, esse resultado pode indicar que os pesquisadores que mais publicam sobre o instrumento pertencem ao grupo principal da rede.

Dos 712 artigos produzidos pelos pesquisadores pertencentes ao componente gigante, 56,6% foram classificados com o direcionamento favorável ao PSA, 41,4% foram classificados com o direcionamento ambivalente, e apenas 2% foram classificados com o direcionamento desfavorável. Já em relação aos 582 artigos produzidos pelos pesquisadores não pertencentes ao componente gigante, 69,4% foram classificados com o direcionamento favorável ao PSA, 26,5% foram classificados com o direcionamento ambivalente e 4,1% foram classificados com o direcionamento desfavorável. Nota-se que a proporção de artigos favoráveis em relação aos artigos ambivalentes é maior para os pesquisadores não conectados ao grupo principal do que para os pesquisadores pertencentes ao componente gigante. Uma possível explicação para este resultado pode ser o fato de os pesquisadores pertencentes ao componente gigante estarem direta ou indiretamente conectados entre si (NEWMAN, 2001; OTTE; ROUSSEAU, 2002), o que pode ter favorecido uma maior troca de ideias e de informações sobre o instrumento

Como salientado anteriormente, quase metade dos artigos científicos classificados com o direcionamento desfavorável ao PSA foi escrita por um único autor (i.e., 30 de 68 artigos), não estando, portanto, contabilizados na rede. Do restante, 24 artigos foram escritos por pesquisadores não conectados ao grupo principal. Ou seja, a maioria dos artigos desfavoráveis ao instrumento (~79,4%) não está contabilizada entre os artigos produzidos pelos pesquisadores que compõem o componente gigante.

Dada a importância do componente gigante para a funcionalidade da ciência (NEWMAN, 2001), as análises a seguir, i.e., referentes à influência dos pesquisadores e à formação das comunidades, consideraram somente este grupo. A Tabela 5 mostra os resultados das métricas de rede recalculadas para o componente gigante.

Tabela 5 - Resultados das métricas da rede de coautoria do PSA recalculadas para o componente gigante

Métricas	Valor
Número total de vértices	1744
Número total de arestas	7248
Densidade do grafo	0,005
Comprimento médio do caminho	6,232
Diâmetro da rede	15
Coefficiente de <i>clusterização</i> médio	0,86
Grau médio	8,312

Fonte: Elaborado pela autora.

Embora o número de vértices e o número de arestas do componente gigante sejam menores se comparados ao número de vértices e ao número de arestas da rede como um todo, as demais métricas de rede, recalculadas para o componente gigante, pouco se alteram. A densidade do grafo (0,005) indica uma rede esparsa e com muitas possibilidades de colaboração ainda inexploradas. O coeficiente de *clusterização* médio se mantém alto (0,86); i.e., a exclusão de componentes isolados compostos por dois ou três coautores pode em parte explicar o menor valor do coeficiente de *clusterização* médio recalculado para o componente gigante. Cada pesquisador colabora, em média, com um pouco mais de oito coautores.

Pesquisadores com grau (*degree*) alto são considerados centrais na rede em termos do número de contatos diretos, o que facilita o acesso a uma diversidade de conhecimentos e habilidades (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015). Em uma rede de coautoria, geralmente há poucos pesquisadores com um número muito elevado de colaboradores e muitos pesquisadores com um número baixo de colaboradores (BARABÁSI *et al.*, 2002; NEWMAN, 2001, 2004). Atores com menor grau acabam por ser isolados do processo ativo da comunicação (FREEMAN, 1979). A Tabela 6 mostra o intervalo de grau dos pesquisadores pertencentes ao componente gigante.

Tabela 6 - Número total de autores (componente gigante) que publicaram sobre o PSA entre os anos de 2000 a 2020 em relação ao intervalo de grau (*degree*)

Intervalo de Grau (<i>degree</i>)	Número de Autores	% em relação ao total de autores do componente gigante
1 a 10	1347	77,24
11 a 20	277	15,88
21 a 30	64	3,67
31 a 40	38	2,18
41 a 50	13	0,75
51 a 60	1	0,06
61 a 70	2	0,11
71 a 80	2	0,11
-	1744	100

Fonte: Elaborado pela autora.

77,24% do total de pesquisadores do componente gigante possuem entre um e dez colaboradores. Apenas 42 pesquisadores possuem grau igual a 1. A maioria dos pesquisadores possuem grau 4, 3 e 5, respectivamente. Menos de 7% possuem grau acima de 20. E somente 18 pesquisadores possuem grau igual ou superior a 41 (~1,03%).

Ezzine-De-Blas, D. é o autor com o maior grau na rede (75), seguido por Wunder, S. (71), Corbera, E. e Van Noordwijk, M. (62 cada), e Pascual, U. (60). Dentre o total de colaboradores, Corbera, E. é o autor que mais publicou com Ezzine-De-Blas, D. (06 artigos); Wunder, S. colaborou mais com Borner, J. (10 artigos); Van Noordwijk, M. colaborou mais com Leimona, B. (06 artigos); e Pascual, U. colaborou mais com Drucker, A.G. (07 artigos). Os pesquisadores que mais publicaram em conjunto foram Chen, Xiaodong e Liu, J. (11 artigos).

Além dos pesquisadores mais centrais na rede em relação ao grau, é possível indicar também aqueles com maior centralidade de intermediação, ou seja, que controlam o fluxo de informações e de ideias (FREEMAN, 1979), assim como conectam diferentes comunidades (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015). Pesquisadores com centralidade de intermediação alta desempenham um papel importante na difusão do conhecimento e inovação justamente por conectar diferentes *clusters*, o que lhes atribui a vantagem estratégica de estabelecer novas colaborações e de se envolver em diferentes projetos de pesquisa (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015), eventualmente projetos interdisciplinares. Newman (2004) aponta ainda que a remoção de um vértice com alta centralidade de intermediação pode provocar a fragmentação da rede (NEWMAN, 2004). Corbera, E. aparece como o pesquisador com a maior centralidade de intermediação na rede, seguido por Wunder, S., Pascual, U., Hanley, N. e Goldstein, J.H.

Pesquisadores com alta centralidade de proximidade encontram-se a uma distância menor a todos os outros vértices da rede e, conseqüentemente, são propícios a propagar informações e ideias de forma mais rápida e eficiente (FREEMAN, 1979). Pesquisadores com centralidade de proximidade alta costumam ser considerados atores importantes no nível local da rede, particularmente dentro de sua própria comunidade (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015). Corbera, E. também aparece como o pesquisador mais central na rede em relação à proximidade, seguido por Wunder, S., Pascual, U., Ezzine-De-Blas, D. e Borner, J.

Considera-se que os pesquisadores mais centrais sejam também os mais influentes, uma vez que eles facilitam a colaboração científica e disseminam conhecimento (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015). Todavia, a influência de um determinado pesquisador para seu campo de pesquisa pode também ser medida através do número total de citações do autor,

assim como do número total de publicações (e.g., HE *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2022; YU *et al.*, 2020). Pesquisadores altamente produtivos, especificamente, tendem a formar maiores grupos de pesquisa, motivando a colaboração (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015). Neste sentido, estabeleceu-se que os pesquisadores mais influentes sobre o PSA seriam aqueles que se encontram na intersecção entre os 1% com maior grau na rede, entre os 1% com maior centralidade de intermediação, entre os 1% com maior centralidade de proximidade, e entre os 1% com o maior número de artigos publicados.

1% do total de autores do componente gigante corresponde a 18 pesquisadores. Todavia, devido ao fato de dois ou mais pesquisadores apresentarem valores iguais seja em relação a quaisquer uma das medidas de centralidade ou ao número de artigos publicados, não foi possível reunir exatamente 18 pesquisadores em cada índice (i.e., medidas de centralidade e o número de artigos publicados) para a análise da intersecção. Dessa forma, foram considerados os 18 pesquisadores com maior grau na rede (i.e., igual ou superior a 41), os 18 pesquisadores com maior centralidade de intermediação, os 21 pesquisadores com maior centralidade de proximidade, e os 20 pesquisadores com maior número de artigos publicados. Os vinte pesquisadores que mais publicaram sobre o PSA contabilizaram 11 ou mais artigos (Tabela 7). A Tabela 8 mostra o resultado da intersecção.

Tabela 7 - Número total de autores (componente gigante) que publicaram sobre o PSA em relação ao total de artigos por autor

Total de Artigos por Autor	Total de Autores	Total de Autores (%)
1	1131	64,85
2	295	16,91
3	136	7,8
4	70	4,02
5	40	2,29
6	17	0,98
7	17	0,98
8	8	0,46
9	7	0,4
10	3	0,17
11	4	0,23
12	5	0,29
13	1	0,06
14	2	0,11
15	2	0,11
16	2	0,11
17	2	0,11
19	1	0,06
37	1	0,06
-	1744	100

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 8 - Pesquisadores influentes sobre o PSA em relação às medidas de centralidade (grau, intermediação e proximidade) e ao número de artigos publicados

	Pesquisadores Influentes	Total de Índices Atendidos	Índices Atendidos
TOP20	Corbera, E.	4	Grau + Intermediação + Proximidade + Artigos
	Ezzine-De-Blas, D.	4	Grau + Intermediação + Proximidade + Artigos
	Pascual, U.	4	Grau + Intermediação + Proximidade + Artigos
	Wunder, S.	4	Grau + Intermediação + Proximidade + Artigos
	Bremer, L.L.	3	Grau + Intermediação + Artigos
	Van Noordwijk, M.	3	Grau + Intermediação + Artigos
	Kosoy, N.	3	Grau + Proximidade + Artigos
	Van Hecken, G.	3	Grau + Proximidade + Artigos
	Borner, J.	3	Intermediação + Proximidade + Artigos
	Goldstein, J.H.	2	Grau + Intermediação
	Farley, J.	2	Grau + Proximidade
	Gomez-Baggethun, E.	2	Grau + Proximidade
	Le Coq, J.-F.	2	Grau + Proximidade
	Meral, P.	2	Grau + Proximidade
	Muradian, R.	2	Grau + Proximidade
	Jones, K.W.	2	Grau + Artigos
	Shapiro-Garza, E.	2	Intermediação + Proximidade
	Engel, S.	2	Intermediação + Artigos
	Hanley, N.	2	Intermediação + Artigos
	Leimona, B.	2	Intermediação + Artigos
Influentes	Balvanera, P.	1	Grau
	DeClerck, F.A.J.	1	Grau
	Vogl, A.L.	1	Grau
	Arriagada, R.	1	Intermediação
	Hauck, J.	1	Intermediação
	Hodge, I.	1	Intermediação
	Kontoleon, A.	1	Intermediação
	Ouyang, Z.	1	Intermediação
	Polasky, S.	1	Intermediação
	Almeida-Lenero, L.	1	Proximidade
	Campbell, B.M.	1	Proximidade
	Caro-Borrero, A.P.	1	Proximidade
	Ferraro, P.J.	1	Proximidade
	Leroy, P.	1	Proximidade
	Pirard, R.	1	Proximidade
	Sills, E.O.	1	Proximidade
	Vira, B.	1	Proximidade
	Chen, Xiaodong	1	Artigos
	Jones, J.P.G.	1	Artigos
	Liu, J.	1	Artigos
Lupi, F.	1	Artigos	
Matzdorf, B.	1	Artigos	
Milner-Gulland, E.J.	1	Artigos	
Pagiola, S.	1	Artigos	

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: A tabela está ordenada primeiramente do pesquisador que atendeu o maior número de índices analisados (i.e., medidas de centralidade e o número de artigos publicados) para o pesquisador com o menor número de índices atendidos. Posteriormente, os pesquisadores foram ordenados de acordo com a seguinte exposição dos índices: Grau > Intermediação > Proximidade > Artigos. Por fim, os pesquisadores são listados em ordem alfabética.

A intersecção (Tabela 8) resultou em 44 pesquisadores, dos quais quatro atenderam a todos os índices analisados (i.e., se encontram na intersecção entre os 1% com maior grau, entre os 1% com maior centralidade de intermediação, entre os 1% com maior centralidade de proximidade, e entre os 1% com maior número de artigos publicados), cinco atenderam a três índices, 11 atenderam a dois índices, e 24 atenderam a um único índice. Observa-se que 20 pesquisadores atenderam a dois ou mais índices (~1,15% do total de autores do componente gigante), os quais podem ser denominados, portanto, de TOP20 dos pesquisadores influentes ao PSA. Dentre estes, Corbera, E., Ezzine-De-Blas, D., Pascual, U. e Wunder, S. (em ordem alfabética) podem ser considerados os mais influentes, uma vez que atenderam a todos os índices analisados, o que significa que eles publicam bastante sobre o instrumento, possuem um elevado número de colaboradores, facilitam a comunicação e a difusão do conhecimento entre diferentes pesquisadores e comunidades, além de disseminar informações e ideias de forma mais rápida e eficiente para o restante da rede.

Dentre os TOP20, destacam-se também Bremer, L.L. e Van Noordwijk, M. que são pesquisadoras influentes em relação ao grau, à centralidade de intermediação e ao número de artigos publicados, assim como Goldstein, J.H. pesquisador influente quanto ao grau e à centralidade de intermediação. Estudos mostram que pesquisadores com grau elevado e centralidade de intermediação alta costumam atrair integrantes novos para a rede (ABBASI; HOSSAIN; LEYDESDORFF, 2012). Pesquisadores com centralidade de proximidade alta, por sua vez, costumam ser mais influentes no nível local da rede, ou seja, dentro de sua própria comunidade (EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2015). Desse modo, Kosoy, N., Van Hecken, G., Farley, J., Gomez-Baggethun, E., Le Coq, J.-F., Meral, P. e Muradian, R. podem ser considerados atores influentes em suas respectivas comunidades não somente em termos da centralidade de proximidade, mas também pelo número total de colaboradores.

Ainda em relação aos pesquisadores TOP20, pode-se mencionar também Borner, J., Engel, S., Hanley, N. e Leimona, B. como pesquisadores que publicam bastante sobre o PSA e que estão localizados em posições estratégicas na rede exercendo a função de “pontes”, conectando diferentes comunidades. Shapiro-Garza, E. igualmente está localizada em uma posição estratégica na rede em relação à intermediação e à proximidade, e, embora não se encontre entre os 1% com maior número de artigos publicados, contabilizou 10 artigos sobre o PSA. Jones, K.W., por sua vez, encontra-se entre os pesquisadores que mais publicam e possui um elevado número de colaboradores.

Como salientado anteriormente, pode ocorrer de um determinado pesquisador possuir grau alto em decorrência de uma única publicação em conjunto com um elevado número de

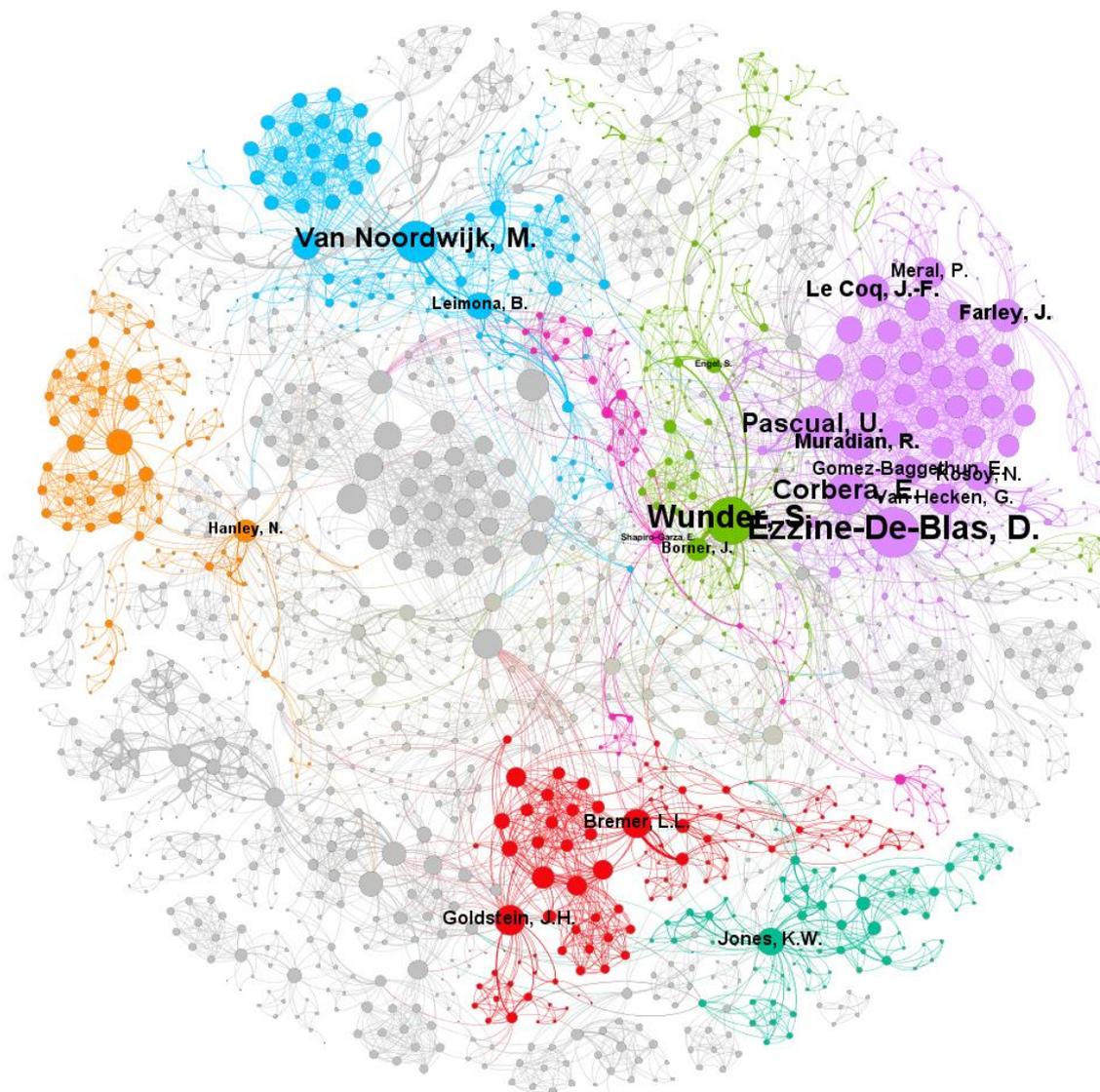
coautores. Esse fenômeno foi observado nos dados analisados. Vogl, A.L., Balvanera, P. e DeClerck, F.A.J., por exemplo, encontram-se entre os pesquisadores com maior grau na rede, porém contabilizaram dois, três e quatro artigos, respectivamente. É importante frisar, contudo, que o baixo número de artigos contabilizados não significa que os respectivos autores possuam baixa produtividade. Estes podem ser produtivos em outras áreas do conhecimento ou mesmo em outras especialidades. Balvanera, P. e DeClerck, F.A.J., por exemplo, aparecem como nomes centrais na literatura de serviços ecossistêmicos na América Latina (BALVANERA *et al.*, 2020).

Outros pesquisadores reconhecidos na literatura de serviços ecossistêmicos são Gomez-Baggethun, E., Corbera, E., Kosoy, N., Farley, J. e Polasky, S., que se encontram entre os 33 autores dos artigos mais citados na área (i.e., com mais de 100 citações); Gomez-Baggethun, E. inclusive se encontra entre os três primeiros, conjuntamente com Robert Costanza e Sandra Lavorel (ZHANG *et al.*, 2019). Liu, J. e Ouyang, Z., por sua vez, encontram-se entre os cinco pesquisadores que mais publicam sobre serviços ecossistêmicos (PAUNA *et al.*, 2018). Um estudo bibliométrico direcionado especificamente para os serviços ecossistêmicos relacionados à água mostra Ouyang, Z. também como o autor que mais publicou sobre o assunto e Polasky, S. como o autor que mais acumulou citações na área (AZNAR-SÁNCHEZ *et al.*, 2019). Ouyang, Z. e Polasky, S. aparecem como pesquisadores influentes na rede de coautoria do PSA em relação à centralidade de intermediação, e Liu, J. se encontra entre os pesquisadores que mais publicaram sobre o instrumento. Indivíduos podem ser membros de inúmeras redes sociais, baseadas em diferentes tipos de relacionamentos (HAYTHORNTHWAITE, 1996); ou seja, um ator central em uma dada rede não necessariamente é central (ou influente) em outra.

Ao todo, 35 comunidades de pesquisadores foram identificadas. O valor da modularidade alcançado foi 0,888. Valores altos de modularidade e positivos (i.e., próximos a 1) indicam a melhor divisão possível da rede em comunidades (NEWMAN, 2006). A maior comunidade possui um total de 155 membros (i.e., 8,89% do total de autores do componente gigante), e a menor comunidade possui um total de seis membros (0,34%). A próxima subseção da tese caracteriza cada uma das comunidades identificadas.

A Figura 9 destaca, com diferentes cores, sete das 35 comunidades identificadas, em que os TOP20 pesquisadores influentes ao PSA estão inseridos. O tamanho dos vértices corresponde ao grau do vértice; quanto maior o grau, maior o tamanho do vértice. A espessura das arestas corresponde ao número de artigos publicados entre dois pesquisadores; quanto mais espessa a aresta, maior o número de artigos publicados.

Figura 9 - Rede de coautoria do PSA (componente gigante) com destaque para as sete comunidades em que os TOP 20 pesquisadores influentes estão inseridos



Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: As cores destacam as sete comunidades em que os TOP20 pesquisadores influentes estão inseridos. O tamanho dos vértices corresponde ao grau do vértice. Quanto maior o grau, maior o tamanho do vértice. A espessura das linhas representa a colaboração entre dois pesquisadores. Quanto maior a espessura da linha, maior é o número de artigos publicados entre dois pesquisadores. Para o *layout* do gráfico foi utilizado o algoritmo *ForceAtlas2*.

Analisando a Figura 9, observa-se que dez dos TOP20 pesquisadores influentes ao PSA pertencem a uma mesma comunidade. Três deles, inclusive, podem ser considerados os mais influentes por terem atendido aos quatro índices propostos, a saber: Corbera, E., Ezzine-De-Blas, D. e Pascual, U. Cabe ressaltar também que parte dos pesquisadores pertencentes a esta comunidade possuem grau elevado, pois são coautores de um mesmo artigo. Wunder, S. pertence à mesma comunidade que Borner, J. e Engel, S., e nitidamente é o autor com o maior

grau dentro de sua comunidade. Van Noordwijk, M. e Leimona, B. igualmente são membros de uma mesma comunidade, sendo a primeira a autora com o maior grau na comunidade e a segunda a autora com o maior número de artigos publicados. Bremer, L.L. e Goldstein, J.H. também são membros de uma mesma comunidade, sendo que o segundo é o autor com o maior grau na comunidade, e Bremer, L.L. possui o maior número de artigos publicados. Jones, K.W. também é o pesquisador com o maior grau em sua comunidade, assim como Shapiro-Garza, E. Já Hanley, N. não é o autor com o maior grau em sua comunidade, porém possui o maior número de artigos publicados. Dentre os TOP20 pesquisadores influentes ao PSA somente Engel, S. e Shapiro-Garza, E. possuem grau abaixo de 30, i.e., grau 22 e 20, respectivamente.

Com relação aos pesquisadores que atenderam a um único índice (Tabela 8), observou-se que estes estão distribuídos em dez comunidades distintas, das quais apenas uma engloba pesquisadores TOP20. Verificou-se também que Ouyang, Z. e Liu, J., dois dos autores que mais publicam sobre serviços ecossistêmicos, pertencem a uma mesma comunidade. Polasky, S., por sua vez, pertence a uma comunidade diferente da de Ouyang, Z. e Liu, J. Já Balvanera, P., DeClerck, F.A.J. e Vogl, A.L. são membros de uma mesma comunidade. E Pagiola, S. pertence a uma comunidade diferente da de Wunder, S. e Engel, S.

A análise bibliométrica dos estudos de PSA realizada por Yu *et al.* (2020) apresenta também a rede de coautoria do instrumento dividida em comunidades. Os resultados obtidos nesta tese parecem corroborar com os resultados obtidos pelos autores supracitados, apesar do conjunto de dados utilizado em ambos os trabalhos divergirem. Cabe ressaltar ainda que foi executado o mesmo *software* de ARS para a elaboração de ambas as redes.

5.3 Comunidades de Pesquisadores em torno do PSA

A caracterização das comunidades de pesquisadores em torno do PSA foi realizada tendo como base as seguintes informações: número total de membros, produção (i.e., total de artigos escritos em coautoria pelos membros de uma mesma comunidade), direcionamento da comunidade em relação ao PSA (i.e., percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes), conexão (i.e., total de comunidades com que faz conexão), afiliações institucionais e o país das afiliações institucionais.

Dos 712 artigos produzidos pelos pesquisadores do componente gigante, 599 foram escritos em coautoria por pesquisadores que pertencem a uma mesma comunidade, e 113 foram escritos em coautoria por pesquisadores pertencentes a comunidades diferentes. Estes últimos foram utilizados como base para a elaboração da rede de conexão entre as comunidades de pesquisadores (Figura 10 abaixo).

A Tabela 9 apresenta os dados de cada uma das 35 comunidades identificadas referentes ao tamanho das mesmas (i.e., número total de membros), conexão (i.e., total de comunidades com que faz conexão) e produção (i.e., total de artigos). Cabe lembrar que cada comunidade é representada por um identificador numérico, i.e., variando de 1 a 35, atribuído pelo *software* Gephi e cuja ordem não está relacionada ao tamanho das mesmas. Na Figura 10, o tamanho dos vértices corresponde ao total de comunidades com que uma determinada comunidade faz conexões (i.e., grau), sendo que quanto maior o vértice, maior é o número de conexões; a espessura das arestas corresponde à quantidade de vezes que duas comunidades se conectam, sendo que quanto maior a espessura da aresta, maior é o número de conexões entre elas; já as cores dos vértices correspondem ao tamanho das comunidades, sendo que quanto mais escuro for o vértice, maior é o número de membros da comunidade.

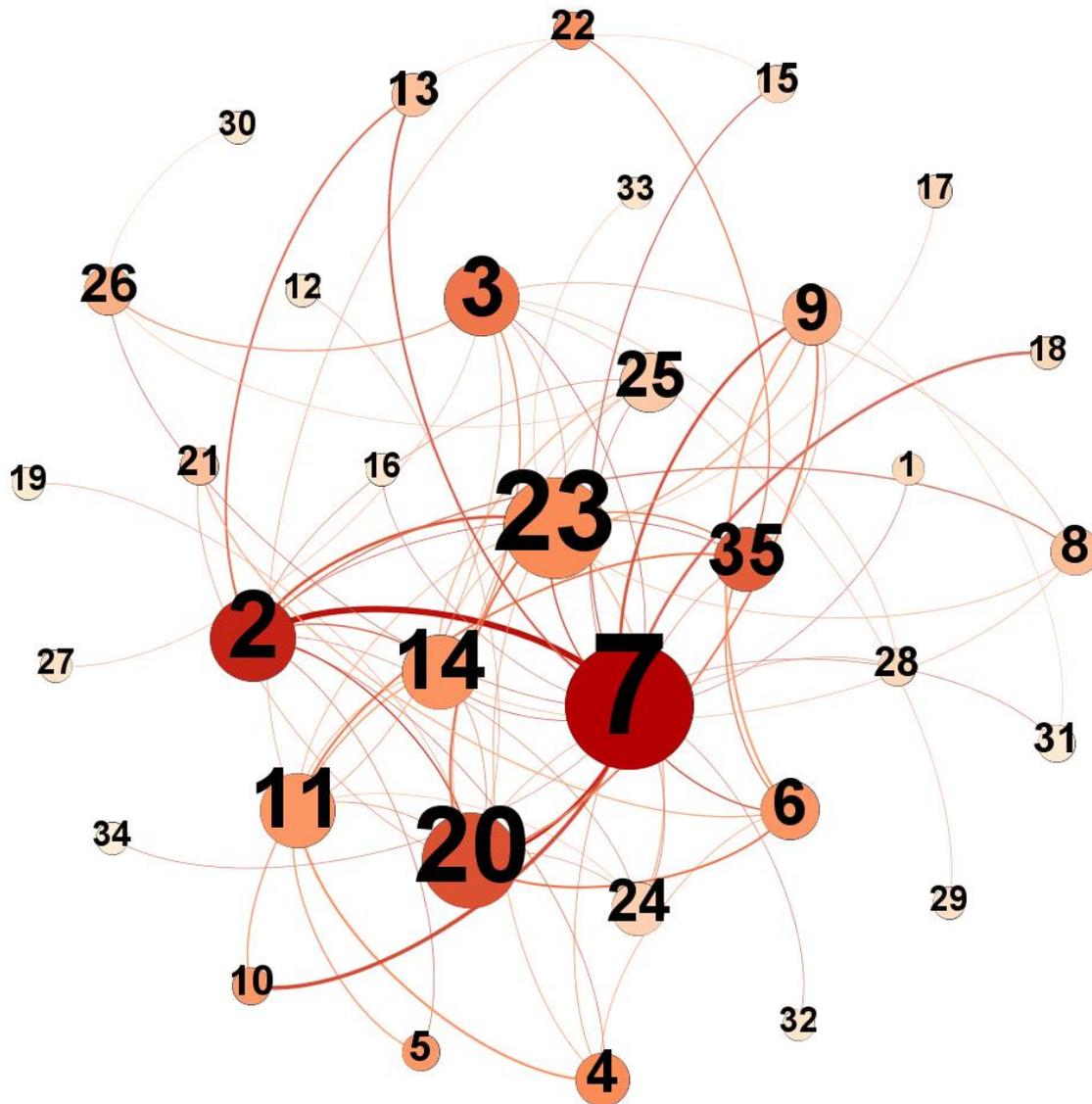
Tabela 9 - Características das comunidades de pesquisadores em torno do PSA referentes ao número total de membros, ao número total de conexões e ao número total de artigos produzidos por cada comunidade

Comunidade	Tamanho da Comunidade (Nº de membros)	Tamanho da Comunidade (%)	Total de comunidades com que faz conexão	Total de Artigos
7	155	8,89	19	71
2	136	7,8	11	65
20	112	6,42	13	38
35	105	6,02	7	25
3	92	5,28	9	29
23	81	4,64	14	30
4	80	4,59	5	23
14	75	4,3	9	25
22	75	4,3	2	21
6	73	4,19	6	9
11	73	4,19	9	18
5	71	4,07	2	40
10	71	4,07	2	27
9	58	3,33	6	27
26	54	3,1	4	28
8	44	2,52	4	20
13	42	2,41	3	20
21	41	2,35	2	7
25	35	2,01	6	5
24	29	1,66	5	7
15	26	1,49	2	3
17	25	1,43	1	7
1	23	1,32	1	4
18	23	1,32	1	8
28	23	1,32	2	8
29	17	0,97	1	7
12	15	0,86	1	3
27	15	0,86	1	5
33	14	0,8	1	3
32	13	0,75	1	2
30	12	0,69	1	2
16	11	0,63	1	4
31	10	0,57	2	3
19	9	0,52	1	3
34	6	0,34	1	2

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: A tabela está ordenada da comunidade com o maior número de membros para a comunidade com o menor número de membros. O identificador numérico de cada comunidade foi atribuído pelo *software* Gephi. O tamanho das comunidades (%) é dado em relação ao total de autores pertencentes ao componente gigante. O número total de artigos em cada comunidade se refere aos artigos escritos em coautoria pelos membros de uma mesma comunidade.

Figura 10 - Conexão entre as 35 comunidades de pesquisadores em torno do PSA



Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: A figura mostra a conexão entre as 35 comunidades de pesquisadores em torno do PSA. Os vértices representam as comunidades de pesquisadores e as arestas as conexões entre elas. O tamanho do vértice corresponde ao número de conexões de uma dada comunidade (i.e., grau); quanto maior o tamanho do vértice, maior é o número de conexões. A espessura das arestas representa a conexão entre duas comunidades; quanto maior a espessura da aresta, maior é o número de vezes que duas comunidades se conectam. As cores representam o tamanho das comunidades (i.e., número total de membros); quanto mais escuro for o vértice, maior é o tamanho da comunidade. Cada comunidade é representada por um identificador numérico (ID), variando de 1 a 35, atribuído pelo *software* Gephi, e cuja ordem não está relacionada com o tamanho das mesmas. Para o *layout* da rede foi utilizado o algoritmo *Fruchterman- Reingold*.

As comunidades 7, 23, 20 e 2 são as que possuem o maior número de conexões na rede, i.e., grau acima de dez. A comunidade 7 se conecta com 19 comunidades; a comunidade 23 com 14; a comunidade 20 com 13; e a comunidade 2 com 11. Outras três comunidades possuem nove conexões cada (i.e., 3, 14 e 11); apenas uma comunidade possui conexão com

outras sete (i.e., 35); e três comunidades possuem seis conexões (i.e., 6, 9 e 25). Nota-se que as comunidades com seis ou mais conexões estão mais posicionadas no centro da rede, enquanto que as comunidades com menos de seis conexões estão posicionadas mais na periferia (Figura 10). Ao todo, 24 comunidades possuem cinco ou menos conexões, das quais sete possuem apenas duas conexões e 12 possuem uma única conexão. De maneira geral, observa-se que as comunidades com menos de cinco conexões possuem um número menor de membros se comparadas às comunidades com seis ou mais conexões (Tabela 9). Destaque deve ser dado, entretanto, às comunidades 10, 22 e 5 que possuem mais de 70 membros e apenas duas conexões cada.

Quatro comunidades possuem mais de 100 membros (i.e., 7, 2, 20 e 35); nove comunidades possuem entre 70 e 100 membros; cinco comunidades possuem entre 40 e 69 membros; e 17 comunidades possuem menos de 40 membros. Observou-se que as comunidades com menos de 40 membros geralmente possuem menos de dez artigos produzidos, enquanto que as comunidades com mais de 40 membros possuem 18 ou mais artigos. Destaque deve ser dado à comunidade 6 com mais de 70 membros e apenas nove artigos.

Com relação ao total de artigos, verificou-se que 16 das 35 comunidades identificadas produziram 18 ou mais artigos cada, enquanto que 19 comunidades produziram menos de dez artigos cada. 12 comunidades produziram entre 18 e 30 artigos, e apenas quatro comunidades produziram mais de 30 artigos (i.e., 7, 2, 5 e 20). Das comunidades com o maior número de artigos produzidos, apenas a comunidade 5 possui menos de 100 membros e menos de dez conexões.

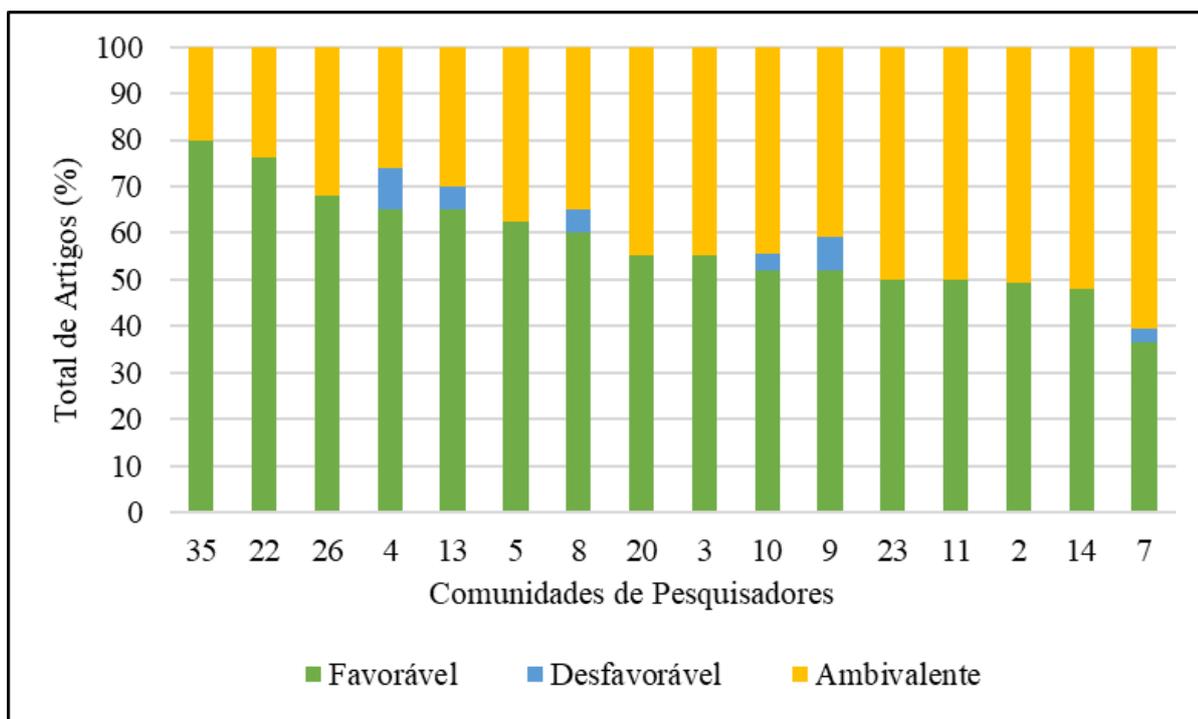
As comunidades 7, 2 e 20 possuem mais de 100 membros, mais de dez conexões, e mais de 30 artigos produzidos. Desse modo, argumenta-se que estas possam ser consideradas as comunidades mais influentes na rede tanto em termos da produção quanto da difusão do conhecimento. As comunidades 5, 22 e 10, por sua vez, destacaram-se por apresentar um número elevado de membros (i.e., mais de 70), um número elevado de artigos (i.e., acima de 20), e somente duas conexões. Esse resultado pode indicar que tais comunidades costumam se comunicar mais internamente do que com o restante da rede, tendendo a formar grupos mais especializados em um determinado assunto ou campo do conhecimento (LAMBIOTTE; PANZARASA, 2009), o que, por sua vez, pode também limitar o acesso de seus membros a outros atores e informações (HAYTHORNTHWAITE, 1996). Já as comunidades com mais conexões na rede tendem a criar oportunidades para o surgimento de novos conhecimentos e ideias (LAMBIOTTE; PANZARASA, 2009). Com relação à comunidade 6, a qual possui

mais de 70 membros e menos de dez artigos, o que se constatou foi que os artigos produzidos por esta possuem muitos coautores.

As 16 comunidades que produziram 18 ou mais artigos sobre o PSA somam conjuntamente 507 artigos (~84,64%) e englobam um total de 1324 pesquisadores (~75,92% do total de autores do componente gigante), enquanto que as 19 comunidades com menos de dez artigos produzidos somam conjuntamente 92 artigos (~15,36%) e englobam um total de 420 pesquisadores (~24,08%). Desse modo, considerou-se razoável analisar o direcionamento das comunidades de pesquisadores em relação ao PSA somente para as 16 comunidades com 18 ou mais artigos produzidos.

Dos 507 artigos produzidos pelos pesquisadores membros das 16 comunidades com 18 ou mais artigos, 279 (~55,03%) foram classificados com o direcionamento favorável ao PSA, 219 (~43,2%) foram classificados com o direcionamento ambivalente, e somente nove artigos (~1,77%) foram classificados com o direcionamento desfavorável. Nota-se uma diferença não muito expressiva entre o total de artigos favoráveis e ambivalentes. A Figura 11 mostra o percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes ao PSA em cada uma das 16 comunidades analisadas.

Figura 11 - Percentual de artigos favoráveis, desfavoráveis e ambivalentes ao PSA em cada uma das 16 comunidades de pesquisadores com 18 ou mais artigos produzidos



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: O gráfico está ordenado da comunidade com o maior percentual de artigos favoráveis ao PSA para a comunidade com o menor percentual de artigos favoráveis.

Analisando a Figura 11, observa-se que mais de 60% dos artigos produzidos pelas comunidades 35, 22, 26 e 5 foram classificados com o direcionamento favorável ao PSA, e nenhum artigo foi classificado com o direcionamento desfavorável. Destaque para as comunidades 35 e 22 que contabilizaram mais de 70% de artigos favoráveis ao instrumento. As comunidades 4, 13 e 8 igualmente contabilizaram mais de 60% de artigos favoráveis ao PSA, porém possuem também artigos desfavoráveis. O percentual de artigos favoráveis e ambivalentes é relativamente próximo (i.e., em torno de 50%) nas comunidades 20, 3, 10, 9, 2 e 14, e exatamente o mesmo nas comunidades 23 e 11. Somente a comunidade 7 possui mais de 60% dos artigos classificados com o direcionamento ambivalente ao PSA. Seis comunidades possuem artigos desfavoráveis (i.e., comunidades 4, 13, 8, 10, 9 e 7).

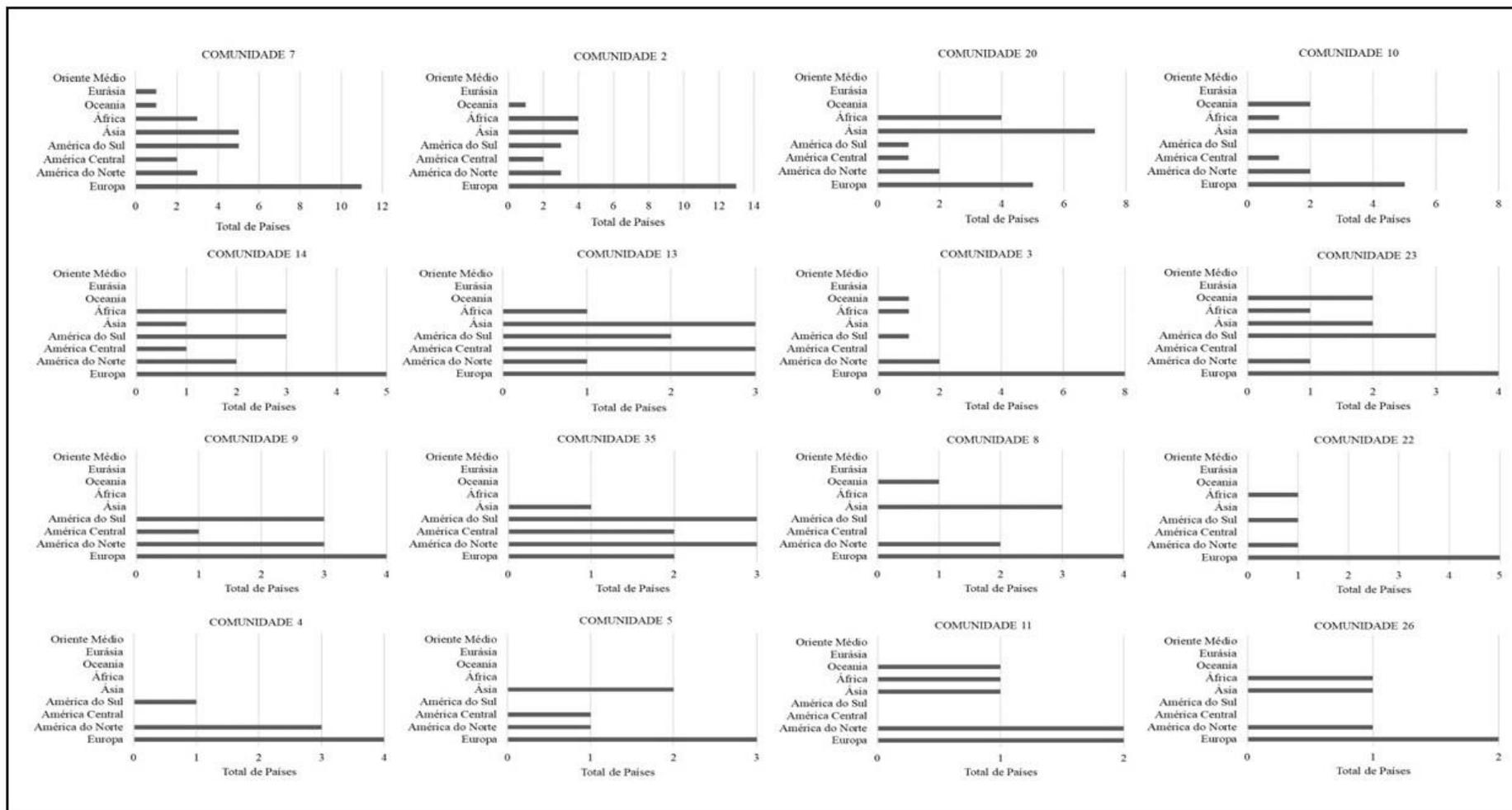
Observou-se que as comunidades com 60% ou mais de artigos favoráveis ao PSA possuem entre duas e cinco conexões, i.e., comunidades 22, 5, 26, 4, 8 e 13, excetuando-se a comunidade 35 com sete conexões. Da mesma forma, as comunidades com um percentual relativamente próximo de artigos favoráveis e ambivalentes (i.e., em torno de 50%), possuem seis ou mais conexões, com exceção da comunidade 10 com apenas duas conexões.

Das comunidades com mais de 60% dos artigos favoráveis ao PSA, i.e., comunidades 35, 22, 26, 4, 13, 5 e 8, somente a comunidade 13 se conecta à comunidade 7 que possui mais de 60% dos artigos ambivalentes ao instrumento. Por outro lado, as comunidades 35, 4, 13, 5 e 8 possuem em comum conexão com a comunidade 2 cujo percentual de artigos ambivalentes é ligeiramente maior do que o percentual de artigos favoráveis; tal como a comunidade 14 que somente se conecta à comunidade 8. Já as comunidades 2, 14 e 7 se comunicam diretamente umas com as outras; as comunidades 7 e 2 inclusive são as que mais se comunicam na rede (i.e., há entre elas seis conexões). Sugere-se, pois, que as comunidades mais favoráveis ao PSA não se conectam diretamente com a comunidade mais ambivalente ao instrumento.

Com relação ao número total de países das afiliações institucionais dos autores, e sua distribuição por continente (Figura 12) observou-se que as comunidades 7 e 2 são as mais colaborativas, seguidas pelas comunidades 20 e 10. A comunidade 7 contabilizou 31 países com representação em quase todos os continentes exceto no Oriente Médio, enquanto que a comunidade 2 contabilizou 30 países, porém sem representantes de instituições no Oriente Médio e Eurásia. Por outro lado, os membros das comunidades 22, 4, 5, 11 e 26 estão vinculados a instituições em menos de dez países diferentes, podendo, portanto, ser consideradas as comunidades menos colaborativas. Estas últimas igualmente apresentam menor representação dos países nos continentes; por exemplo, a comunidade 4 possui

membros vinculados a instituições somente na Europa, América do Norte e América do Sul. Em todas as comunidades estudadas há membros vinculados a instituições na Europa e na América do Norte, particularmente nos Estados Unidos. Representantes de instituições asiáticas também estão presentes em 12 das 16 comunidades analisadas (i.e., ausentes nas comunidades 3, 9, 22 e 4). Destaque para as comunidades 20 e 10 em que o total de países asiáticos e africanos superou o total de países europeus e norte-americanos. Há representantes de instituições na Eurásia somente na comunidade 7 (i.e., Turquia), e nenhum representante de instituições no Oriente Médio. Observou-se também que as comunidades com mais de 60% dos artigos favoráveis ao PSA são menos colaborativas (i.e., comunidades com 13 ou menos países) do que as comunidades com 50% ou mais de artigos ambivalentes ao instrumento (i.e., comunidades com mais de 13 países).

Figura 12 - Gráficos da distribuição do total de países das afiliações institucionais dos autores membros de cada uma das 16 comunidades estudadas por continente



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: Os gráficos estão ordenados da comunidade mais colaborativa (com maior número de países) para a comunidade menos colaborativa. Segue-se a sequência: comunidade 7, comunidade 2, comunidade 20, comunidade 10, comunidade 14, comunidade 13, [...].

Considerando especificamente as comunidades 35 e 22 que contabilizaram mais de 70% de artigos favoráveis ao PSA, constatou-se que a primeira é composta majoritariamente por pesquisadores vinculados a instituições nos Estados Unidos e no Brasil, e a segunda a instituições nos Estados Unidos, Brasil e África do Sul. A afiliação institucional com o maior número de ocorrências na comunidade 35 é uma ONG internacional, a qual engloba 20% do total de membros da comunidade. Com relação à comunidade 22, a afiliação institucional com o maior número de ocorrências é uma universidade nos Estados Unidos, seguida por duas universidades brasileiras.

As comunidades 26 e 5 possuem mais de 60% de artigos favoráveis ao PSA e nenhum artigo desfavorável. A comunidade 26 é basicamente composta por pesquisadores vinculados a dois institutos de pesquisa, um na China (i.e., associado à Academia Chinesa de Ciências) e o outro na Alemanha. A maioria dos membros da comunidade 5 está vinculada a instituições nos Estados Unidos e na China, mas a afiliação institucional nitidamente com o maior número de ocorrências é uma universidade estadunidense.

As comunidades 4, 13 e 8 igualmente possuem mais de 60% dos artigos favoráveis ao PSA, porém contabilizam também artigos desfavoráveis. A comunidade 4 é majoritariamente composta por pesquisadores vinculados a instituições nos Estados Unidos e no México; a afiliação com o maior número de ocorrências é um instituto de pesquisa mexicano, seguido por uma universidade estadunidense. A maioria dos membros da comunidade 13 está vinculada a instituições nos Estados Unidos, China e Colômbia. Três afiliações englobam conjuntamente em torno de 40,48% dos membros dessa comunidade, i.e., uma instituição financeira internacional, um instituto de pesquisa na China, e uma organização não-governamental na Colômbia. Os membros da comunidade 8, por sua vez, estão majoritariamente vinculados a instituições chinesas, e em menor número por instituições na Indonésia. As quatro afiliações com o maior número de ocorrências, no entanto, são: uma universidade na China, uma no Canadá e outra na Holanda, e um centro de pesquisa internacional sem fins lucrativos.

Já as comunidades 20, 3, 10 e 9 possuem um percentual de artigos favoráveis ao PSA moderadamente maior do que o percentual de artigos ambivalentes. As comunidades 10 e 9 também possuem artigos desfavoráveis ao instrumento. Os membros da comunidade 20 estão, em sua maioria, afiliados a instituições nos Estados Unidos, Indonésia e Quênia. A afiliação institucional com o maior número de ocorrências é um centro de pesquisa internacional sem fins lucrativos. A comunidade 3 é composta majoritariamente por pesquisadores vinculados a instituições no Reino Unido, seguido por Espanha e Alemanha. A afiliação institucional com

o maior número de ocorrências é uma universidade no Reino Unido. Os membros da comunidade 10 igualmente estão vinculados majoritariamente a instituições no Reino Unido, sendo um instituto de pesquisa independente e uma universidade britânica as afiliações com o maior número de ocorrências. A comunidade 9, por sua vez, é composta, em sua maioria, por pesquisadores vinculados a instituições nos Estados Unidos, seguido por Canadá e México. As afiliações institucionais com o maior número de ocorrências correspondem a três universidades, uma no México, uma no Canadá e outra nos Estados Unidos, respectivamente.

As comunidades 23 e 11 possuem 50% de artigos favoráveis ao PSA e 50% de artigos ambivalentes. A comunidade 23 é composta majoritariamente por pesquisadores vinculados a instituições nos Estados Unidos, Indonésia, Nova Zelândia e Vietnã, e a afiliação institucional com o maior número de ocorrências é um centro de pesquisa internacional sem fins lucrativos. A comunidade 11, por sua vez, é composta majoritariamente por pesquisadores vinculados a instituições nos Estados Unidos, China e Austrália, e as afiliações institucionais com o maior número de ocorrências correspondem a uma universidade australiana e uma ONG ambiental internacional.

As comunidades 14 e 2, por sua vez, apresentam um percentual de artigos ambivalentes ao PSA levemente maior do que o percentual de artigos favoráveis, i.e., 52% e 50,8%, respectivamente. A maior parte dos pesquisadores pertencentes à comunidade 14 está vinculada a instituições no Reino Unido, Estados Unidos e Tanzânia, e a afiliação institucional com o maior número de ocorrências é uma ONG internacional voltada à conservação de áreas protegidas. Já os pesquisadores pertencentes à comunidade 2 estão, em sua maioria, vinculados a instituições nos Estados Unidos, Alemanha e Suíça; e a afiliação com o maior número de ocorrências é uma universidade suíça, seguida por uma universidade na Alemanha, por uma organização intergovernamental e por um centro de pesquisa internacional sem fins lucrativos.

A comunidade 7 é a única que possui mais de 60% dos artigos classificados com o direcionamento ambivalente ao PSA, além de possuir artigos desfavoráveis. É composta majoritariamente por pesquisadores vinculados a instituições nos Estados Unidos, França, Espanha, Reino Unido, Brasil, Canadá e México. A afiliação institucional com o maior número de ocorrências é uma universidade espanhola.

Das comunidades mais favoráveis ao PSA, i.e., comunidades 35, 22, 26 e 5, a comunidade 26 é composta majoritariamente por pesquisadores vinculados a dois institutos de pesquisa específicos e a comunidade 35 por membros associados em sua maioria a uma ONG internacional, enquanto que nas comunidades 22 e 5 a maioria dos membros está vinculada a

universidades. Já entre as comunidades com 50% ou menos de artigos favoráveis, os membros pertencentes às comunidades 23 e 14 estão vinculados majoritariamente a entidades internacionais, enquanto que os membros das comunidades 2 e 7 a universidades. Destaque deve ser dado também à comunidade 20 (i.e., com um pouco mais de 50% dos artigos favoráveis ao PSA) cuja maioria de seus membros está afiliada a uma entidade internacional. Ou seja, observa-se que há comunidades cujos membros estão majoritariamente vinculados a entidades internacionais (ou a universidades) que sustentam um direcionamento favorável ou ambivalente ao PSA.

6 DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho reforçam os achados de outros estudos (i.e., YU *et al.*, 2020) de que o interesse no PSA tende a crescer no meio acadêmico nos próximos anos. Identificou-se que há muitas possibilidades de interações na rede de coautoria do instrumento que ainda podem e devem ser exploradas. A produção científica em torno do PSA mostrou-se bastante colaborativa, e possui um número relativamente diversificado de países das afiliações institucionais dos autores que produzem sobre o instrumento, reforçando também o caráter global do PSA (EZZINE-DE-BLAS *et al.*, 2016; FARLEY; COSTANZA, 2010; SALZMAN *et al.*, 2018; SCHOMERS; MATZDORF, 2013).

Há, no entanto, uma predominância de países desenvolvidos do Hemisfério Norte do Globo na produção do conhecimento científico em torno do PSA comparados aos países em desenvolvimento do Hemisfério Sul, e contrastando com o fato de que a maioria dos estudos de caso sobre o instrumento está localizada nestes últimos. Essa disparidade, tal como visto anteriormente, não é específica da produção científica do PSA (GLÄNZEL, 2001; GUI; LIU; DU, 2019), mas pode acarretar em uma série de implicações para as tomadas de decisão particularmente na área ambiental. Por exemplo, se a maioria das pesquisas científicas é produzida nos países ricos do hemisfério norte e/ou por poucos pesquisadores oriundos dos países em desenvolvimento do hemisfério sul, cresce a lacuna de informações e dados ambientais, políticos e socioeconômicos entre ambos (i.e., a diversidade de conhecimentos, valores e cultura é reduzida), culminando por vezes em decisões equivocadas e ineficientes (KARLSSON; SREBOTNJAK; GONZALES, 2007); além do fato de que o conhecimento das populações tradicionais e indígenas, i.e., habitantes geralmente de países em desenvolvimento, raramente alcança “legitimidade” no meio político e acadêmico (APOSTOLOPOULOU *et al.*, 2021; KARLSSON; SREBOTNJAK; GONZALES, 2007). Deve-se destacar ainda que há uma diversidade de ecossistemas e ambientes com atributos físicos e biológicos específicos, e.g., clima, espécies, capacidade de resiliência, que podem ser negativamente afetados quando se transfere conhecimento e tecnologias, por exemplo, produzidos em uma região de clima temperado para outra de clima tropical (KARLSSON; SREBOTNJAK; GONZALES, 2007).

Corbera *et al.* (2015) identificaram essa mesma disparidade entre os pesquisadores responsáveis pela elaboração do Quinquagésimo Relatório de Avaliação (AR5) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (sigla em inglês IPCC), e argumentam que a desigualdade e o limitado envolvimento do conhecimento e *expertise* de vários países na

confeção do relatório podem explicar a relutância destes em aceitar as avaliações e orientações sobre mitigação das mudanças climáticas (CORBERA *et al.*, 2015). Da mesma forma, ao revisar a literatura científica sobre conservação neoliberal, i.e., em que o PSA é um dos principais temas e tópicos pesquisado, Apostolopoulou *et al.* (2021) identificaram a dominância do Norte Global na produção científica do campo e enfatizaram a ideia de se promover a descolonização das pesquisas, ou seja, considerar a pluralidade de conhecimentos e saberes locais e integrar seus interlocutores tanto na produção quanto na publicação das mesmas (APOSTOLOPOULOU *et al.*, 2021). Tais considerações são particularmente importantes para o PSA, visto que são nos países em desenvolvimento onde os efeitos das intervenções do instrumento são, na maioria das vezes, percebidos e debatidos (MCAFEE, 2012; RODE; GÓMEZ-BAGGETHUN; KRAUSE, 2015)

Os resultados da tese mostram também uma maior participação de entidades internacionais, tais como as ONGs e os centros de pesquisa sem fins lucrativos, na produção científica em torno do PSA, as quais aparecem entre as principais afiliações institucionais dos autores que publicaram sobre o instrumento no período de 2000 a 2020. Há inclusive comunidades de pesquisadores influentes na rede que são compostas majoritariamente por membros associados a tais entidades e que sustentam um direcionamento favorável ao PSA (e.g., comunidade 35). Parte desse resultado pode ser explicado pelo próprio contexto neoliberal em que os instrumentos de conservação baseados no mercado estão inseridos. O neoliberalismo visa promover a descentralização da governança ambiental das mãos do Estado para atores privados e não-estatais, permitindo, desse modo, não somente o surgimento de novos modelos de captação e acumulação de capital, como também o estreitamento das relações entre agentes governamentais, atores privados e sociedade civil (APOSTOLOPOULOU *et al.*, 2021; FLETCHER, 2010; FLETCHER; BÜSCHER, 2017). Neste contexto, os esquemas de PSA surgem como uma fonte potencial de financiamento e captação de recursos para projetos de restauração e conservação (MCELWEE, 2012; TO; DRESSLER, 2019; VAN HECKEN; BASTIAENSEN; HUYBRECHS, 2015).

Um estudo realizado por Hrabanski *et al.* (2013) mostra que o grau de influência de uma ONG internacional na adoção de uma política ambiental depende também da capacidade financeira e administrativa do Estado. Os autores identificaram que em Madagascar, devido ao contexto de instabilidade política, as ONGs ambientais internacionais tiveram uma atuação mais ativa na elaboração e implementação dos programas de PSA do que na Costa Rica e na França onde o Estado é mais forte; nestes últimos, a influência das ONGs resumiu-se em circular o instrumento dentro das arenas política e acadêmica (HRABANSKI *et al.*, 2013). Ou

seja, argumenta-se que o aspecto do PSA em mobilizar recursos para a conservação ambiental tem atraído a atenção das entidades internacionais, as quais, consciente ou inconscientemente, podem estar contribuindo com o avanço das ideias e/ou dos resultados favoráveis ao instrumento tanto no âmbito científico quanto político.

De maneira geral, observou-se que há uma circulação maior de ideias e de resultados favoráveis ao PSA presentes na literatura do que de ideias e de resultados ambivalentes e desfavoráveis. Dos poucos artigos que sustentam um direcionamento desfavorável ao instrumento a maioria se encontra isolada do componente principal. Reconhece-se que uma série de variáveis podem ter interferido nos resultados e conclusões dos estudos, tais como o objetivo, a abordagem metodológica (i.e., quantitativa ou qualitativa) ou até mesmo a área do conhecimento (e.g., MOODY, 2004; WRAY, 2015), além dos possíveis vieses inerentes às bases de dados consultadas (MONGEON; PAUL-HUS, 2016). Em todo o caso, uma maior circulação de ideias e de resultados favoráveis ao PSA pode ter implicações na maneira como o instrumento é entendido e reproduzido tanto no meio acadêmico quanto político (BINGHAM, 2021; BÜSCHER, 2012; TO; DRESSLER, 2019).

Por exemplo, Bingham (2021) analisa e discute o caso Vittel na França, o qual é frequentemente mencionado como um esquema de PSA de sucesso e o que mais se aproxima de um modelo coaseano. De acordo com os resultados do autor, as referências mais recentes presentes na literatura sobre este esquema costumam ser mais didáticas do que analíticas, existindo pouquíssimas avaliações críticas de suas limitações e a grande maioria utilizando-se de uma linguagem explicitamente favorável ao mesmo. A circulação de um “modelo de sucesso” pode promover simplificações dos possíveis conflitos sociais do esquema e contribuir com a reprodução da proeminência da lógica coaseana (BINGHAM, 2021).

Histórias ou modelos de sucesso de esquemas de PSA circulando no meio político e acadêmico através de redes de atores sociais, as quais direta ou indiretamente influenciaram a formulação de políticas públicas, já foram descritos na literatura (BÜSCHER, 2012; JOSLIN, 2019; RODRÍGUEZ-DE-FRANCISCO; BOELEN, 2015; SHAPIRO-GARZA, 2020; TO; DRESSLER, 2019; VAN HECKEN; BASTIAENSEN; HUYBRECHS, 2015).

De maneira geral, verificou-se que os modelos de sucesso do PSA necessitam de uma avaliação mais aprofundada e crítica antes de sua escolha como opção viável de gestão, visto que, na maioria das vezes, tais modelos circulam sem que os impactos reais da intervenção sejam devidamente identificados e monitorados (BÜSCHER, 2012; RODRÍGUEZ-DE-FRANCISCO; BOELEN, 2015; TO; DRESSLER, 2019), ou acabam por simplificar os problemas sócio-políticos e ambientais complexos de cada contexto (VAN HECKEN;

BASTIAENSEN; HUYBRECHS, 2015), ou por negligenciar as percepções das populações locais afetadas pela intervenção (JOSLIN, 2019). Interpretações de sucesso (ou fracasso) podem variar substancialmente dependendo dos atributos analisados e dos interesses envolvidos (BINGHAM, 2021; JOSLIN, 2019; VAN HECKEN *et al.*, 2021). Na ausência de tais questionamentos, os modelos de sucesso podem reforçar ao invés de atenuar a racionalidade econômica e o caráter neoliberal inerente ao PSA (BÜSCHER, 2012).

A maioria dos estudos de caso que investigaram redes de atores sociais na disseminação das histórias e modelos de sucesso do PSA e sua consequente influência na formulação de políticas públicas, adotaram a abordagem de “comunidades epistêmicas”. Comunidades epistêmicas podem ser definidas como uma rede de atores que possuem experiência e conhecimento reconhecidos em um determinado campo de atuação, as quais desenvolvem, articulam e propõem soluções para problemas complexos de interesse global (HAAS, 1992). Podem ser compostas por diversos profissionais de diferentes disciplinas, i.e., não apenas por cientistas e técnicos (CROSS, 2013), porém caracterizam-se por compartilhar convicções, interesses e valores em comum (HAAS, 1992). A abordagem foca no processo através do qual o consenso sobre um assunto específico é alcançado e difundido pelos membros que constituem tal comunidade (HAAS, 1992; WRAY, 2015). Artigos científicos, relatórios técnicos e outros tipos de documentos podem ser utilizados como um meio para divulgar os interesses e ideias de uma comunidade epistêmica (CORBERA *et al.*, 2015; CROSS, 2013; DALGLISH *et al.*, 2015; HAAS, 1992).

Partindo-se do pressuposto de que possam existir membros pertencentes às comunidades de pesquisadores identificadas nesta pesquisa que estejam vinculados a instituições interessadas em implementar programas e políticas de PSA, i.e., constituindo-se de uma possível comunidade epistêmica, argumenta-se que o fluxo de conhecimento e de ideias em torno do instrumento deveria ser ampliado e intensificado particularmente entre as comunidades que mais divergem quanto a seu direcionamento em relação ao PSA. Constatou-se que as comunidades mais favoráveis ao instrumento não se comunicam diretamente à comunidade mais ambivalente.

Cabe destacar que a fim de se obter maior clareza sobre o formato e a estrutura de uma comunidade epistêmica, pode-se utilizar da análise de redes de coautoria, tendo como base publicações científicas para identificar seus respectivos membros e a ligação existente entre eles (e.g., CORBERA *et al.*, 2015; DALGLISH *et al.*, 2015). Contudo, não foram localizados estudos de caso que utilizaram a ARS como ferramenta para a identificação de comunidades epistêmicas em torno do PSA, revelando-se, desse modo, uma possível lacuna para trabalhos

futuros. Complementarmente à ARS poder-se-ia realizar também entrevistas com atores-chaves no processo de formulação de políticas e programas de PSA, assim como analisar documentos técnicos, artigos científicos e legislações vigentes (e.g., VAN HECKEN; BASTIAENSEN; HUYBRECHS, 2015) de modo a identificar os consensos, crenças e interesses comuns sustentados por diferentes comunidades epistêmicas (e.g., DALGLISH *et al.*, 2015; HOWE *et al.*, 2018).

Apesar de se ter identificado uma maior circulação de resultados e de ideias favoráveis ao PSA presentes na literatura científica, as comunidades de pesquisadores mais influentes na rede (i.e., comunidades 7, 2 e 20) nutrem um direcionamento relativamente ambivalente ao instrumento. Além disso, é possível afirmar que os cientistas costumam ser mais críticos ao PSA do que outros atores que atuam na prática justamente por estarem mais familiarizados com os debates conceituais e evidências emergentes (MOROS *et al.*, 2020).

É importante reforçar também que uma maior circulação de ideias e de resultados favoráveis ao PSA não significa que o instrumento é isento de controvérsias; ou seja, mesmo entre os artigos e/ou entre as comunidades favoráveis podem existir divergências quanto a forma de entender e interpretar o instrumento. Como destacado na subseção 4.2, os artigos científicos selecionados como relevantes para esta pesquisa foram classificados de acordo com a direção do texto em favoráveis, desfavoráveis ou ambivalentes ao PSA, e tal classificação invisibiliza as diferenças existentes entre os estudos. Por exemplo, as conclusões favoráveis a um determinado esquema de pagamento podem variar dependendo do peso atribuído aos critérios de avaliação escolhidos, e.g. eficiência econômica, desempenho ambiental ou justiça social (APOSTOLOPOULOU *et al.*, 2021; GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015), sugerindo que os pesquisadores possuem visões diferentes sobre o instrumento.

As diferentes maneiras de se entender e interpretar um mesmo objeto de estudo reflete a diversidade de instituições, metodologias, disciplinas e valores dentro da qual as ciências são realizadas (SAREWITZ, 2004). Neste sentido, uma gama de fatos e conhecimentos cientificamente legítimos e relevantes, por vezes contraditórios e concorrentes, podem auxiliar no entendimento de um problema ambiental complexo e na proposição de soluções (SAREWITZ, 2004). O que ocorre geralmente é uma falta de integração entre as ciências sobre o mesmo fenômeno estudado, e como consequência, decisões podem ser tomadas a partir de uma única visão de mundo. Demonstrar tais dissensos pode ser o primeiro passo para a elaboração de políticas públicas mais efetivas (SAREWITZ, 2004).

Incentivar a formação de redes de colaboração científica e que integrem diferentes autores, países e afiliações institucionais pode ser, portanto, um modo de se alcançar conhecimentos e saberes distintos (APOSTOLOPOULOU *et al.*, 2021; KOLINJIVADI *et al.*, 2017). Contudo, tal como discutido anteriormente, somente este estímulo não é suficiente para que o conhecimento científico alcance o meio político e eventualmente influencie as tomadas de decisão. Membros pertencentes às redes científicas devem também estar vinculados a outros atores influentes na disseminação e implementação de programas e políticas de PSA e/ou ocuparem posições estratégicas que possibilitem o acesso aos tomadores de decisão (SHAPIRO-GARZA, 2020; TO; DRESSLER, 2019). Deve-se buscar também por uma maior colaboração entre os defensores e os críticos do instrumento (GÓMEZ-BAGGETHUN; MURADIAN, 2015; KOLINJIVADI *et al.*, 2017), os quais aparentemente pouco se comunicam.

7 CONCLUSÃO

A presente tese teve por finalidade construir um panorama da produção científica do PSA e identificar as comunidades de pesquisadores que compõem a rede de coautoria do instrumento, assim como verificar o direcionamento sustentado por cada uma delas em relação ao mesmo. Os procedimentos metodológicos adotados mostraram-se exequíveis para atingir os objetivos propostos.

Inicialmente, buscou-se caracterizar a produção científica do PSA com base em dados bibliométricos e no direcionamento dos artigos em relação ao instrumento. Verificou-se que (i) grande parte dos artigos científicos publicados entre os anos de 2000 a 2020 foram classificados com o direcionamento favorável ao PSA e poucos são os artigos desfavoráveis; (ii) é uma área de pesquisa bastante colaborativa; (iii) há uma maior participação e interesse de entidades internacionais na produção científica do PSA; e (iv) pesquisadores afiliados a instituições de diferentes partes do mundo estudam o instrumento, embora nota-se uma predominância dos países desenvolvidos do hemisfério norte.

Com relação à rede de coautoria do PSA, revelou-se uma rede esparsa e com muitos componentes isolados, o que pode indicar que a pesquisa em torno do instrumento é recente e muitas são as possibilidades de colaborações ainda por serem exploradas. Foram identificados os TOP20 pesquisadores influentes ao instrumento com base em suas posições na rede e no número total de artigos produzidos por autor. A divisão da rede em comunidades mostrou-se coerente com o conhecimento prévio sobre a literatura de PSA.

Foram identificadas as comunidades mais influentes na rede de coautoria em termos da produção e da difusão do conhecimento (i.e., comunidades 7, 2 e 20), as quais sustentam um direcionamento relativamente ambivalente ao PSA. Verificou-se também que as comunidades mais favoráveis ao instrumento (i.e., comunidades 35, 22, 26 e 5) costumam conversar mais entre si e não se conectam diretamente à comunidade mais ambivalente ao PSA (i.e., comunidade 7).

Notou-se uma predominância de ideias e de resultados favoráveis ao PSA circulando na literatura científica que direta ou indiretamente pode influenciar a forma como as pesquisas são produzidas e reproduzidas. Há a necessidade, portanto, de se incentivar e ampliar a rede de colaboração científica do instrumento, particularmente entre seus defensores e críticos, os quais aparentemente pouco se comunicam. Um caminho possível seria fortalecer e fomentar a integração de diferentes ciências, assim como incluir os saberes tradicionais e não-científicos. Uma maior circulação de ideias e de resultados favoráveis ao PSA não significa, no entanto,

que o instrumento é isento de controvérsias. Recomenda-se que trabalhos futuros busquem esmiuçar as diferenças (e.g., metodologias, disciplinas, visões de mundo) existentes entre os estudos.

O PSA tem despertado o interesse de diversas organizações e atores sociais ao redor do globo e a produção científica e o conhecimento adquirido sobre o instrumento é essencial para sua implementação na prática. A escolha e implementação dos programas de PSA sem os devidos questionamentos e conhecimentos contextuais, sociais e culturais podem, portanto, afetar negativamente não somente a natureza como também a sociedade. Dessa forma, a decisão de implementar um programa de PSA deve vir acompanhada de reflexões críticas sobre o mesmo. Reforça-se ainda que embora o PSA tenha uma grande rede de “defensores”, este não deve ser visto como uma panaceia para se solucionar os problemas ambientais complexos inerentes a diferentes contextos socioculturais e políticos.

Essa tese de doutorado contribuiu com a aplicação de uma abordagem metodológica que auxiliou a desvendar como o campo do conhecimento em questão vem sendo construído. Tal abordagem pode ser aplicada inclusive em outras áreas. O trabalho não se limitou a mapear a rede de coautoria do PSA e a identificar os *clusters* (i.e., comunidades), mas revelou os direcionamentos sustentados pelas diferentes comunidades de pesquisadores identificadas. Pesquisas futuras poderão explorar com maior profundidade o tema abordado.

8 TRABALHOS FUTUROS

A seguir são apresentadas algumas propostas para trabalhos futuros:

- A rede analisada nesta pesquisa é estática, ou seja, remete-se a um momento específico (NEWMAN, 2001). Dessa forma, caberia uma análise futura sobre a evolução e a dinâmica da rede de coautoria do PSA (BARABÁSI *et al.*, 2002), e.g., como vértices anteriormente isolados foram se conectando ao componente gigante ao longo do tempo. Tais dados poderiam ainda ser confrontados com informações históricas e de contexto e revelar eventos e/ou fenômenos externos que teriam contribuído com o crescimento e desenvolvimento da rede.
- Outras métricas de redes poderiam ser utilizadas para analisar a rede de coautoria do PSA, assim como poderiam ser elaboradas também redes de citação, cocitação e/ou co-ocorrência de palavras-chave.
- As comunidades de pesquisadores poderiam ser caracterizadas também de acordo com os seus temas e tópicos de pesquisa, e verificado se existe relação entre as comunidades estruturais identificadas e os tópicos. Para tanto, poder-se-ia confrontar os resultados da rede de coautoria com os resultados da rede de citação.
- Mais estudos de caso são necessários para se investigar a existência de comunidades epistêmicas em torno do PSA. A ARS oferece um conjunto de ferramentas e técnicas que poderiam contribuir com tais estudos.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, A.; HOSSAIN, L.; LEYDESDORFF, L. Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. **Journal of Informetrics**, v. 6, n. 3, p. 403–412, 2012.
- ALARCON, G.G. *et al.* Additionality is in detail: Farmers' choices regarding payment for ecosystem services programs in the Atlantic forest, Brazil. **Journal of Rural Studies**, v.54, p.177-186, 2017.
- ANDERSSON, K.P. *et al.* Experimental evidence on payments for forest commons conservation. **Nature Sustainability**, v.1, p.128-135, 2018.
- APOSTOLOPOULOU, E. *et al.* Reviewing 15 years of research on neoliberal conservation: Towards a decolonial, interdisciplinary, intersectional and community-engaged research agenda. **Geoforum**, v.124, p.236-256, 2021.
- AZNAR-SÁNCHEZ, J.A. *et al.* The worldwide research trends on water ecosystem services. **Ecological Indicators**, v.99, p. 310-323, 2019.
- BALVANERA, P. *et al.* Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. **Ecosystem Services**, v.2, p. 56-70, 2012.
- BALVANERA, P. *et al.* Ecosystem services research in Latin America 2.0: Expanding collaboration across countries, disciplines, and sectors. **Ecosystem Services**, v.42, 2020.
- BARABÁSI, A.L.; ALBERT, R. Emergence of scaling in Random Networks. **Science**, v. 286, p.509-512, 1999.
- BARABÁSI, A.L. *et al.* Evolution of the social network of scientific collaborations. **Physica A**, v.311, p.590-614, 2002.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. 5ª Edição. Lisboa: Edições 70 LDA, 2010.
- BARNAUD, C.; ANTONA, M. Deconstructing ecosystem services: Uncertainties and controversies around a socially constructed concept. **Geoforum**, v. 56, p. 113–123, 2014.
- BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. **International AAAI Conference on Weblogs and Social Media**, 2009.
- BINGHAM, L. R. Vittel as a model case in PES discourse: Review and critical perspective. **Ecosystem Services**, v.48, 2021.
- BLONDEL, V. D. *et al.* Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**, 2008.
- BOELEN, R.; HOOGESTEGER, J.; RODRIGUEZ-DE-FRANCISCO, J. C. Commoditizing Water Territories: The Clash between Andean Water Rights Cultures and Payment for Environmental Services Policies. **Capitalism Nature Socialism**, v. 25, n.3, p.84-102, 2014.

BOISVERT, V.; MÉRAL, P.; FROGER, G. Market-Based Instruments for Ecosystem Services: Institutional Innovation or Renovation? **Society and Natural Resources**, v.26, p.1122-1136, 2013.

BORDIN, A.S.; GONÇALVES, A.L.; TODESCO, J. L. Análise da colaboração científica departamental através de redes de coautoria. **Perspectivas em Ciências da Informação**, v.19, n.2, p.37-52, 2014.

BORGATTI, S. P. *et al.* Network analysis in the social sciences. **Science**, v.323, p. 892-895, 2009.

BÖRNER, J. *et al.* The Effectiveness of Payments for Environmental Services. **World Development**, v.96, p.359-374, 2017.

BÜSCHER, B. Payments for ecosystem services as neoliberal conservation: (Reinterpreting) evidence from the Maloti-Drakensberg, South Africa. **Conservation and Society**, v. 10, n. 1, p. 29–41, 2012.

BUTTS, C.T. Social network analysis: A methodological introduction. **Asian Journal of Social Psychology**, v.11, p.13-41, 2008.

CALVET-MIR, L. *et al.* Payments for ecosystem services in the tropics: a closer look at effectiveness and equity. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 150-162, 2015.

CAMPANHÃO, L. M. B.; RANIERI, V.E.L. Guideline framework for effective targeting of payments for watershed services. **Forest Policy and Economics**, v. 104, p.93-109, 2019.

CARPENTER, S. R. *et al.* Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.106, n.5, p.1305-1312, 2009.

CHAUDHARY, S. *et al.* The evolution of ecosystem services: A time series and discourse-centered analysis. **Environmental Science & Policy**, v.54, p.25-34, 2015.

CHAUDHARY, S.; MCGREGOR, A. A critical analysis of global ecosystem services (Paristhitiki sewa) discourse in Nepal. **Land Use Policy**, v.75, p. 364-374, 2018.

CORBERA, E.; BROWN, K.; ADGER, W. N. The Equity and Legitimacy of Markets for Ecosystem Services. **Development and Change**, v.38, n.4, p.587-613, 2007.

CORBERA, E. *et al.* Patterns of authorship in the IPCC Working Group III report. **Nature Climate Change**, v.6, 2015.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, 1997.

COSTANZA, R. *et al.* Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v.28, p.1-16, 2017.

- CROSS, M. K. D. Rethinking epistemic communities twenty years later. **Review of International Studies**, v. 39, n. 01, p. 137–160, 2013.
- DAILY, G.C. *et al.* Ecosystem services in decision making: time to deliver. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v.7, n.1, p.21-28, 2009.
- DALGLISH, S. *et al.* Epistemic communities in global health and the development of child survival policy: a case study of iCCM. **Health Policy and Planning**, v.30, p. ii12-ii25, 2015.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393–408, 2002.
- DERISSEN, S.; LATACZ-LOHMANN, U. What are PES? A review of definitions and an extension. **Ecosystem Services**, v.6, p.12-15, 2013.
- DISWANDI, D. A hybrid Coasean and Pigouvian approach to Payment for Ecosystem Services Program in West Lombok: Does it contribute to poverty alleviation? **Ecosystem Services**, v.23, p.138-145, 2017.
- DONTHU, N. *et al.* How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v.133, p.285-296, 2021.
- EBADI, A.; SCHIFFAUEROVA, A. How to become an important player in scientific collaboration networks? **Journal of Informetrics**, v. 9, n. 4, p. 809–825, 2015.
- ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. **Ecological Economics**, v. 65, n. 4, p. 663–674, 2008.
- ETCHART, N. *et al.* What happens when the money runs out? Forest outcomes and equity concerns following Ecuador’s suspension of conservation payments. **World Development**, v.136, 2020.
- EZZINE-DE-BLAS, D. *et al.* Global Patterns in the Implementation of Payments for Environmental Services. **PLoS ONE**, v.11, n.3, p.1-16, 2016.
- FARLEY, J.; COSTANZA, R. Payments for ecosystem services: From local to global. **Ecological Economics**, v.69, p.2060-2068, 2010.
- FERRARO, P. J. Asymmetric information and contract design for payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 65, n. 4, p. 810–821, 2008.
- FERRARO, P. J. The Future of Payments for Environmental Services. **Conservation Biology**, v.25, n.6, p.1134-1138, 2011.
- FERRARO, P. J.; KISS, A. Direct payments to conserve biodiversity. **Science**, v. 298, n. 5599, p. 1718–1719, 2002.

FISHER, J. A.; BROWN, K. Reprint of "Ecosystem services concepts and approaches in conservation: Just a rhetorical tool?". **Ecological Economics**, v.117, p.261-269, 2015.

FLETCHER, R. Neoliberal Environmentalism: Towards a Poststructuralist Political Ecology of the Conservation Debate. **Conservation and Society**, v. 8, p. 171-181, 2010.

FLETCHER, R.; BÜSCHER, B. The PES Conceit: Revisiting the Relationship between Payments for Environmental Services and Neoliberal Conservation. **Ecological Economics**, v. 132, p. 224–231, 2017.

FREEMAN, L. C. Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification. **Social Networks**, v. 1, p. 215-239, 1979.

FROGER, G. *et al.* Market-Based Instruments for Ecosystem Services between Discourse and Reality: An Economic and Narrative Analysis. **Sustainability**, v.7, p.11595-11611, 2015.

FUENTES-GEORGE, K. Neoliberalism, Environmental Justice, and the Convention on Biological Diversity: How Problematizing the Commodification of Nature Affects Regime Effectiveness. **Global Environmental Politics**, v. 13, n.4, 2013.

GLÄNZEL, W. National characteristics in international scientific co-authorship relations. **Scientometrics**, v.51, n.1, p.69-115, 2001.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E. *et al.* The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1209–1218, 2010.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; MURADIAN, R. In markets we trust? Setting the boundaries of Market-Based Instruments in ecosystem services governance. **Ecological Economics**, v. 117, p. 217–224, set. 2015.

GRANOVETTER, M.S. The Strength of Weak Ties. **American Journal of Sociology**, v. 78, n.6, p.1360-1380, 1973.

GUI, Q.; LIU, C.; DU, D. Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective. **Geoforum**, v.105, p.1-12, 2019.

HAAS, P. M. Epistemic communities and international policy coordination. **International Organization**, v. 46, n. 1, p. 1-35, 1992.

HAUSKNOST, D.; GRIMA, N.; SINGH, S. J. The political dimensions of Payments for Ecosystem Services (PES): Cascade or stairway? **Ecological Economics**, v. 131, p. 109–118, 2017.

HAYTHORNTHWAITE, C. Social Network Analysis: An Approach and Technique for the Study of Information Exchange. **Library & Information Science Research**, v.18, p.323-342, 1996.

HE, K. *et al.* A scientometric review of emerging trends and new developments in agricultural ecological compensation. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 16522-16532, 2018.

HEIN, L.; MILLER, D. C.; DE GROOT, R. Payments for ecosystem services and the financing of global biodiversity conservation. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 1, p. 87–93, 2013.

HOU, H.; KRETSCHMER, H.; LIU, Z. The structure of scientific collaboration networks in *Scientometrics*. **Scientometrics**, v. 75, n. 2, p. 189–202, 2008.

HOWE, C. *et al.* Distinct positions underpin ecosystem services for poverty alleviation. **Oryx**, p. 1–8, 30 abr. 2018.

HRABANSKI, M. *et al.* Environmental NGOs, policy entrepreneurs of market-based instruments for ecosystem services? A comparison of Costa Rica, Madagascar and France. **Forest Policy and Economics**, v.37, p.124-132, 2013.

HRABANSKI, M. Private Sector Involvement in the Millennium Ecosystem Assessment: Using a UN platform to promote market-based instruments for ecosystem services. **Environmental Policy and Governance**, v.27, p.605-618, 2017.

INGRAM, J. C. *et al.* Evidence of Payments for Ecosystem Services as a mechanism for supporting biodiversity conservation and rural livelihoods. **Ecosystem Services**, v.7, p.10-21, 2014.

IZQUIERDO-TORT, S. Payments for ecosystem services and conditional cash transfers in a policy mix: Microlevel interactions in Selva Lacandona, Mexico. **Environmental Policy and Governance**, v.30, p.29-45, 2020.

JACK, B. K.; KOUSKY, C.; SIMS, K. R. Designing payments for ecosystem services: Lessons from previous experience with incentive-based mechanisms. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 28, p. 9465–9470, 2008.

JACK, B. K.; SANTOS, E. C. The leakage and livelihood impacts of PES contracts: A targeting experiment in Malawi. **Land Use Policy**, v.63, p.645-658, 2017.

JACOMY, M. *et al.* ForceAtlas2, a Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the Gephi Software. **PLoS ONE**, v. 9, n. 6, 2014.

JONES, K. W. *et al.* Participation in payments for ecosystem services programs in the Global South: A systematic review. **Ecosystem Services**, v.45, p. 101159, 2020.

JOSLIN, A. J. Unpacking ‘Success’: Applying Local Perceptions to Interpret Influences of Water Fund Payments for Ecosystem Services in the Ecuadorian Andes. **Society & Natural Resources**, v.32, n.6, p.617-637, 2019.

- KARLSSON, S.; SREBOTNJAK, T.; GONZALES, P. Understanding the North-South knowledge divide and its implications for policy: a quantitative analysis of the generation of scientific knowledge in the environmental sciences. **Environmental Science & Policy**, v.10, p.668-684, 2007.
- KARSENTY, A. *et al.* The Economic and Legal Sides of Additionality in Payments for Environmental Services. **Environmental Policy and Governance**, v.27, p.422-435, 2017.
- KATZ, J.S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, v.26, p.1-18, 1997.
- KEMKES, R. J.; FARLEY, J.; KOLIBA, C. J. Determining when payments are an effective policy approach to ecosystem service provision. **Ecological Economics**, v.69, p.2069-2074, 2010.
- KINZIG, A. P. *et al.* Paying for Ecosystem Services - Promise and Peril. **Science**, v.334, 2011.
- KOLINJIVADI, V. *et al.* Juggling multiple dimensions in a complex socio-ecosystem: The issue of targeting in payments for ecosystem services. **Geoforum**, v. 58, p. 1–13, 2015.
- KOLINJIVADI, V. *et al.* As a lock to a key? Why science is more than just an instrument to pay for nature's services. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.6, n. 1, p.26-27, 2017.
- KOLINJIVADI, V. *et al.* Neoliberal performatives and the 'making' of Payments for Ecosystem Services (PES). **Progress in Human Geography**, p. 1-23, 2019.
- KOSOY, N.; CORBERA, E. Payments for ecosystem services as commodity fetishism. **Ecological Economics**, Special Section - Payments for Environmental Services: Reconciling Theory and Practice. v. 69, n. 6, p. 1228–1236, 2010.
- KULL, C. A.; DE SARTRE, A. X.; CASTRO-LARRAÑAGA, M. The political ecology of ecosystem services. **Geoforum**, v. 61, p. 122–134, 2015.
- LAMBIOTTE, R.; PANZARASA, P. Communities, Knowledge creation, and information diffusion. **Journal of Informetrics**, v. 3, p. 180-190, 2009.
- LEYDESDORFF, L.; WAGNER, C. S. International collaboration in science and the formation of a core group. **Journal of Informetrics**, v. 2, n. 4, p. 317–325, 2008.
- LOFT, L. *et al.* Fair payments for effective environmental conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.117, n.25, p.14094-14101, 2020.
- MARTIN-ORTEGA, J. *et al.* Nature commodification: 'a necessary evil'? An analysis of the views of environmental professionals on ecosystem services-based approaches. **Ecosystem Services**, v.37, 2019.
- MATULIS, B. S. Persistent Neoliberalisation in PES: Taxes, Tariffs, and the World Bank in Costa Rica. **Conservation and Society**, v.15, n.2, 147-156, 2017.

MCAFEE, K. The Contradictory Logic of Global Ecosystem Services Markets. **Development and Change**, v. 43, n. 1, p. 105–131, 2012.

MCAFEE, K.; SHAPIRO, E. N. Payments for Ecosystem Services in Mexico: Nature, Neoliberalism, Social Movements, and the State. **Annals of the Association of American Geographers**, v.100, n.3, p.579-599, 2010.

MCELWEE, P. D. Payments for environmental services as neoliberal market-based forest conservation in Vietnam: Panacea or problem? **Geoforum**, v.43, p.412-426, 2012.

MEDEMA, S. G. “Exceptional and Unimportant”? Externalities, Competitive Equilibrium, and the Myth of a Pigovian Tradition. **History of Political Economy**, v.52, n.1, 2020.

MELIN, G.; PERSSON, O. Studying research collaboration using co-authorships. **Scientometrics**, v. 36, n.3, p.363-377, 1996.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v.106, p.213-228, 2016.

MOODY, J. The structure of a Social Science Collaboration Network: Disciplinary Cohesion from 1963 to 1999. **American Sociological Review**, v.69, n.2, p.213-238, 2004.

MOROS, L. *et al.* Pragmatic conservation: Discourses of payments for ecosystem services in Colombia. **Geoforum**, v.108, p.169-183, 2020.

MUÑOZ-PIÑA, C. *et al.* Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. **Ecological Economics**, p.725-736, 2008.

MURADIAN, R. *et al.* Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1202–1208, 2010.

MURADIAN, R. *et al.* Payments for ecosystem services and the fatal attraction of win-win solutions. **Conservation Letters**, v.6, n4, p.274-279, 2013.

NAEEM, S. *et al.* Get the science right when paying for nature's services. **Science**, v.347, n.6227, p. 1206-1207, 2015.

NEWMAN, M. E. J. The structure of scientific collaboration networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 2, p. 404-409, 2001.

NEWMAN, M. E. J. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. Supplement 1, p. 5200–5205, 2004.

NEWMAN, M. E. J. Modularity and community structure in networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 23, p. 8577–8582, 2006.

NORGAARD, R. B. Ecosystem services: From eye-opening metaphor to complexity blinder. **Ecological Economics**, v.69, p.1219-1227, 2010.

OTTE, E.; ROUSSEAU, R. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. **Journal of Information Science**, v. 28, n. 6, p. 441-453, 2002.

PAGIOLA, S. Payments for environmental services in Costa Rica. **Ecological Economics**, v.65, n.4, p.712-724, 2008.

PAGIOLA, S.; HONEY-ROSÉS, J.; FREIRE-GONZÁLEZ, J. Assessing the Permanence of Land-Use Change Induced by Payments for Environmental Services: Evidence From Nicaragua. **Tropical Conservation Science**, v.13, p.1-15, 2020.

PASCUAL, U. *et al.* Social Equity Matters in Payments for Ecosystem Services. **BioScience**, v.64, n.11, p.1027-1036, 2014.

PASCUAL, U.; HOWE, C. Seeing the wood for the trees: exploring the evolution of frameworks of ecosystem services for human wellbeing. *In*: SCHRECKENBERG, K.; MACE, G.; POUDYAL, M. (org.). **Ecosystem Services and Poverty Alleviation: Trade-offs and Governance**, Routledge Studies in Ecosystem Services, 2018.

PAUNA, V.H. *et al.* The scientific research on ecosystem services: A bibliometric analysis. **Ecological Questions**, v.29, p.53-62, 2018.

PEREVOCHTCHIKOVA, M. *et al.* A systematic review of scientific publications on the effects of payments for ecosystem services in Latin America, 2000–2020. **Ecosystem Services**, v.49, p.101270, 2021.

PIRARD, R. Market-based instruments for biodiversity and ecosystem services: A lexicon. **Environmental Science & Policy**, I9-20, p. 59-68, 2012.

RACHERLA, P.; HU, C. A social network perspective of tourism research collaborations. **Annals of Tourism Research**, v.37, n.4, p.1012-1034, 2010.

RADICCHI, F. *et al.* Defining and identifying communities in networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 9, p. 2658-2663, 2004.

RODE, J.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; KRAUSE, T. Motivation crowding by economic incentives in conservation policy: A review of the empirical evidence. **Ecological Economics**, v.117, p. 270-282, 2015.

RODRIGUEZ, M.A.; PEPE, A. On the relationship between the structural and socioacademic communities of a coauthorship network. **Journal of Informetrics**, v. 2, p. 195–201, 2008.

RODRÍGUEZ-DE-FRANCISCO, J. C.; BOELEN, R. Payment for Environmental Services: mobilising an epistemic community to construct dominant policy. **Environmental Politics**, v. 24, n. 3, p. 481–500, 2015.

SALZMAN, J. *et al.* The global status and trends of Payments for Ecosystem Services. **Nature Sustainability**, v.1, p. 136-144, 2018.

SAREWITZ, D. How science makes environmental controversies worse. **Environmental Science & Policy**, v.7, p.385-403, 2004.

SCHOMERS, S.; MATZDORF, B. Payments for ecosystem services: A review and comparison of developing and industrialized countries. **Ecosystem Services**, v. 6, p. 16–30, 2013.

SCHRÖTER, B. *et al.* Bringing transparency into the process: Social network analysis as a tool to support the participatory design and implementation process of Payments for Ecosystem Services. **Ecosystem Services**, v.34, p.206-217, 2018.

SCIABOLAZZA, V. L. *et al.* Detecting and analyzing research communities in longitudinal scientific networks. **PLOS ONE**, v.12, n.8, 2017.

SHAPIRO-GARZA, E. An Alternative Theorization of Payments for Ecosystem Services from Mexico: Origins and Influence. **Development and Change**, v.51, n.1, p.196-223, 2020.

TACCONI, L. Redefining payments for environmental services. **Ecological Economics**, v.73, p.29-36, 2012.

THUY, P. T. *et al.* Importance and impacts of intermediary boundary organizations in facilitating payment for environmental services in Vietnam. **Environmental Conservation**, v.37, n.1, p. 64-72, 2010.

TO, P.; DRESSLER, W. Rethinking ‘Success’: The politics of payment for forest ecosystem services in Vietnam. **Land Use Policy**, v.81, p.582-593, 2019.

VAN HECKEN, G.; BASTIAENSEN, J. Payments for ecosystem services: justified or not? A political view. **Environmental Science & Policy**, v.13, p.785-792, 2010.

VAN HECKEN, G.; BASTIAENSEN, J.; HUYBRECHS, F. What’s in a name? Epistemic perspectives and Payments for Ecosystem Services policies in Nicaragua. **Geoforum**, v. 63, p. 55–66, 2015.

VAN HECKEN, G. *et al.* Silencing Agency in Payments for Ecosystem Services (PES) by Essentializing a Neoliberal “Monster” Into Being: A Response to Fletcher & Büscher’s “PES Conceit”. **Ecological Economics**, v. 144, p. 314–318, 2018.

VAN HECKEN, G. *et al.* Playing Into the Hands of the Powerful: Extracting “Success” by Mining for Evidence in a Payments for Environmental Services Project in Matiguás-Río Blanco, Nicaragua. **Tropical Conservation Science**, v.14, p.1-8, 2021.

VAN NOORDWIJK, M. *et al.* Payments for Environmental Services: Evolution Toward Efficient and Fair Incentives for Multifunctional Landscapes. **Annual Review of Environment and Resources**, v.37, p.389-420, 2012.

VATN, A. An institutional analysis of payments for environmental services. **Ecological Economics**, v.69, p.1245-1252, 2010.

VATN, A. Environmental Governance – From Public to Private? **Ecological Economics**, v.148, p.170-177, 2018.

WAGNER, C.S.; LESDESDORFF, L. Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. **Research Policy**, v.34, p.1608-1618, 2005.

WANG, L. *et al.* Global research trends and gaps in ecological compensation studies from 1990 to 2020: A scientometric review. **Journal for Nature Conservation**, v.65, 2022.

WATTS, D.J.; STROGATZ, S.H. Collective dynamics of ‘small-world’ networks. **Nature**, v.393, p. 440-442,1998.

WRAY, K. B. Epistemic Communities and Collaborative Research, History of. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences** (Second Edition), v.7, p. 867-872, 2015.

WUNDER, S. Revisiting the concept of payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 117, p. 234–243, 2015.

WUNDER, S. *et al.* From principles to practice in paying for nature’s services. **Nature Sustainability**, v.1, p.145-150, 2018.

WÜNSCHER, T.; ENGEL, S. International payments for biodiversity services: Review and evaluation of conservation targeting approaches. **Biological Conservation**, v. 152, p.222-230, 2012.

WÜNSCHER, T.; ENGEL, S.; WUNDER, S. Spatial targeting of payments for environmental services: A tool for boosting conservation benefits. **Ecological Economics**, v.65, p.822-833, 2008.

YAN, E.; DING, Y. Scholarly Network Similarities: How Bibliographic Coupling Networks, Citation Networks, Cocitation Networks, Topical Networks, Coauthorship Networks, and Coword Networks Relate to Each Other. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 63, n.7, p.1313-1326, 2012.

YU, H. *et al.* From payments for ecosystem services to eco-compensation: Conceptual change or paradigm shift? **Science of the Total Environment**, v. 700, 2020.

ZHANG, X. *et al.* Bibliometric analysis of highly cited articles on ecosystem services. **PLOS ONE**, v.14, n.2, 2019.