



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECOLOGIA APLICADA À GESTÃO
AMBIENTAL**

JAMILE PATRICIA BARBOSA TRINDADE

**SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS: PESQUISA E APLICAÇÕES**

Salvador
2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECOLOGIA APLICADA À
GESTÃO AMBIENTAL**



JAMILE PATRICIA BARBOSA TRINDADE

**SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS: PESQUISA E APLICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental.

Orientadora: Dra. Elaine Cristina Cambui Barbosa

Salvador
2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Trindade, Jamile Patrícia Barbosa
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS: PESQUISA E APLICAÇÕES / Jamile Patrícia
Barbosa Trindade. -- Salvador, 2018.
60 f. : il

Orientadora: Elaine Cristina Cambui Barbosa.
Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em
Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental) -- Universidade
Federal da Bahia, Universidade Federal da Bahia, 2018.

1. Água. 2. Serviços Ecossistêmicos. 3. Gestão. 4.
Ecossistemas. 5. Avaliação. I. Barbosa, Elaine
Cristina Cambui. II. Título.]



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
Mestrado Profissional em Ecologia aplicada à Gestão
Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – INSTITUTO DE BIOLOGIA



ATA DA SESSÃO PÚBLICA DO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA - INSTITUTO DE BIOLOGIA - UFBA

Título do trabalho de conclusão de curso: **“Serviços Ecosistêmicos na Gestão de Recursos Hídricos: Pesquisa e Aplicações”**

Mestranda: **Jamile Patrícia Barbosa Trindade**

Orientadora: **Dra. Elaine Cristina Cambuí**

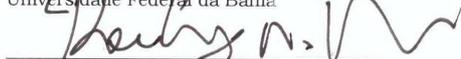
De acordo com o regimento geral da UFBA e com o regimento interno deste programa de pós-graduação, foram iniciados os trabalhos da Comissão Examinadora, composta pela professora Dra. Elaine Cristina Cambuí (Presidente), Dr. Rodrigo Nogueira de Vasconcelos, Dr. Lazaro Benedito da Silva e a Msc. Larissa Cayres de Sousa, às 09:00 hrs do dia 18 de dezembro de 2018. A mestranda fez a apresentação oral do trabalho de conclusão de curso durante 30 minutos. Após o encerramento das arguições, às 09:30 horas, a Comissão Examinadora pronunciou-se pela sua aprovação, conforme parecer em anexo. Esta Ata será assinada pelos membros da Comissão Examinadora e deste Colegiado de curso, para compor o processo de emissão do diploma.

Salvador, 18 de dezembro de 2018.

COMISSÃO EXAMINADORA



Membro: Profa. Dra. Elaine Cristina Cambuí
Universidade Federal da Bahia


Membro: Prof. Dr. Rodrigo Nogueira de Vasconcelos
UEFS


Membro: Prof. Dr. Lazaro Benedito da Silva
Universidade Federal da Bahia


Membro: Profa. Msc. Larissa Cayres de Sousa
Secretaria do Meio Ambiente do Estado da Bahia

COLEGIADO de CURSO

Dedico este trabalho à minha família, que motiva,
inspira e apoia a realização dos meus sonhos.

Sem vocês, eu nada seria.

“Sempre parece impossível até que seja feito.”
Nelson Mandela

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra Elaine Cambui pela confiança, paciência, atenção, incentivo, e compartilhamento ao longo de todo o processo.

Aos professores que integraram a banca examinadora, por terem disponibilizado parte do seu tempo e experiência e por terem contribuído diretamente na avaliação e aperfeiçoamento do meu trabalho.

Aos professores e professoras do Mestrado Profissional pelo incentivo, disponibilidade e conhecimento compartilhado.

À Secretaria do Meio Ambiente do Estado da Bahia - SEMA, por ter possibilitado a flexibilidade na jornada de trabalho para que eu pudesse concluir o curso.

À minha família, meu alicerce, pela compreensão, paciência e estímulo durante os períodos de escrita.

À minha amiga Silvana, pela cumplicidade e parceria de sempre, especialmente nas atividades, nas rotinas de estudos e nas dificuldades em conciliar o mestrado com a intensa jornada de trabalho.

Às minhas amigas Elane e Cida, as quais tive o privilégio de conhecer no mestrado, pela generosidade, troca de conhecimentos e incentivos ao longo de todo o curso.

Aos colegas de sala com quem dividi momentos de construção e aprendizagem durante os desafios propostos nas disciplinas do curso.

À querida equipe da Diretoria de Educação Ambiental para Sustentabilidade pelo apoio, força, aprendizado e compreensão fundamentais.

Aos amigos e amigas que fizeram das pausas entre um parágrafo e outro, combustíveis para que eu seguisse em frente com alegria e motivação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu concluísse este trabalho.

Muito Obrigada!

TEXTO DE DIVULGAÇÃO

Ecosistemas aquáticos prestam diversos serviços fundamentais às populações humanas, como água potável, drenagem, irrigação, navegação, abastecimento de peixes, recreação, energia. No entanto, o crescente aumento da demanda por água, o esgotamento de águas subterrâneas e a degradação dos ecossistemas aquáticos impõem uma pressão cada vez maior, ameaçando a biodiversidade, a segurança alimentar, o crescimento econômico e o bem-estar humano. Estudos indicam que os ecossistemas têm sido potencialmente degradados e a sociedade tem vivenciado cada vez mais os impactos negativos das mudanças ecossistêmicas.

Assim, diversas iniciativas globais têm buscado avaliar as consequências das mudanças dos ecossistemas para o bem-estar humano, minimizar os impactos e integrar os valores da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na tomada de decisão para uma gestão sustentável. Cientistas, tomadores de decisão e demais interessados têm, hoje, acesso a um legado importante de pesquisas hidrológicas e informações que podem orientar a sua prática e propor novas sugestões de gestão dos recursos hídricos, garantindo a proteção dos ecossistemas aquáticos e serviços ecossistêmicos. Porém é importante que estudos ou investigações compilem essas informações.

Nesse sentido, a análise bibliométrica tem despertado o interesse da comunidade científica por ser um método que pode proporcionar uma análise quantitativa do desenvolvimento de um campo de pesquisa, examinar características das publicações (distribuição temporal e espacial, principais autores e periódicos, tópicos relevantes) e sintetizar o conhecimento produzido até então.

Este trabalho apresenta uma revisão bibliométrica de artigos científicos que abordam a associação entre os serviços ecossistêmicos da água e a gestão de recursos hídricos e os resultados demonstram se tratar de um tema multidisciplinar, com significativo aumento no volume de publicações, mas que o conceito dos serviços ecossistêmicos na perspectiva da gestão hídrica, apesar de ter crescido nos últimos anos, ainda é discreto. O trabalho também apresenta um manual como sugestão para integrar os serviços ecossistêmicos no planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos voltados à gestão de recursos hídricos.

RESUMO

Este estudo investiga as tendências de publicação e a evolução dos principais temas de pesquisa que envolvem a associação entre serviços da água e gestão de recursos hídricos e está dividido em dois capítulos. No capítulo I, é apresentado o artigo intitulado “*Serviços da água e gestão de recursos hídricos: uma análise bibliométrica da produção científica*” que apresenta uma revisão bibliométrica de artigos científicos que abordam a associação entre os serviços ecossistêmicos da água e a gestão de recursos hídricos, a fim de sintetizar o conhecimento e facilitar a compreensão do que já foi realizado neste campo de pesquisa até o momento. A pesquisa teve caráter exploratório e abordagem quantitativa, e permitiu identificar a distribuição temporal e espacial das publicações, os principais autores e periódicos, os tópicos mais relevantes sobre o tema e a evolução das pesquisas, considerando a abordagem sobre serviços ecossistêmicos. Por fim, no capítulo II, é apresentado o documento técnico intitulado “*Manual para integrar os serviços ecossistêmicos no planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos voltados à gestão de recursos hídricos*”, um passo-a-passo construído a partir da análise da literatura sobre o tema, a fim de melhorar o desempenho de programas e projetos voltados à preservação, conservação e recuperação de recursos hídricos; promover uma visão geral da relação do programa/projeto com os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano; qualificar os procedimentos de planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos para uma melhor eficiência das políticas; orientar técnicos e gestores que atuam na fiscalização e execução de programas e projetos socioambientais para proteção, conservação, recuperação ou revitalização de ecossistemas aquáticos; e colaborar em processos de formação de técnicos, gestores ambientais e sociedade civil que atuam no contexto da gestão estadual e municipal de recursos hídricos.

Palavras-chave: água, ecossistemas, análise bibliométrica, planejamento, avaliação.

ABSTRACT

This study investigates the publication trends and evolution of the main research themes that involve the association between water services and water resources management. First, in Chapter I, the article entitled "*Water Services and Water Resources Management: a bibliometric analysis of scientific production*" presents a review of articles that discuss the association between water ecosystem services and water resources management, to synthesise the knowledge and to facilitate the understanding about this topic. This is an exploratory and quantitative research to identify the temporal and spatial distribution of publications, the main authors and journals, the most relevant topics and the evolution of the publications, considering the discussion about ecosystem services. Finally, Chapter II presents the technical document entitled "*Manual to integrate ecosystem services in planning, monitoring and evaluation of programs and projects for water resources management*", a step-by-step study based on the literature review to improve the performance of programs and projects aimed at the preservation, conservation and recovery of water resources; to promote an overview of the program / project relationship with ecosystem services and human well-being; to qualify the procedures of planning, monitoring and evaluation of programs and projects for a better efficiency of actions; to guide technicians and managers in socio-environmental programs and projects for the protection, conservation, recovery or revitalization of aquatic ecosystems; and collaborate in training processes of technicians, environmental managers and civil society that act in the context of the state and municipal water resources management.

Keywords: water, ecosystems, bibliometric analysis, planning, evaluation.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 (ARTIGO). SERVIÇOS DA ÁGUA E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA	13
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 COLETA DE DADOS	15
2.2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	16
2.2.1 Redes baseadas em dados bibliográficos	17
2.2.2 Redes baseadas em dados textuais	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL	18
3.2 DISTRIBUIÇÃO DOS ARTIGOS POR PERIÓDICOS	19
3.3 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	20
3.4 AUTORIA E REDE DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA	22
3.5 PRINCIPAIS TÓPICOS DE PESQUISA E PERSPECTIVA ECOSISTÊMICA	24
4. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29
ANEXO I	33
ANEXO II	36
CAPÍTULO 2 (DOCUMENTO TÉCNICO). MANUAL PARA INTEGRAR OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NO PLANEJAMENTO, MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS E PROJETOS VOLTADOS À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	38
1. INTRODUÇÃO	38
2. BASE TEÓRICA FUNDAMENTAL	39
2.1 OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	39
2.2 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA ÁGUA.....	42
2.2.1 Pressões e impactos nos ecossistemas aquáticos	43
2.3 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	44
3. APLICAÇÃO PRÁTICA.....	45
3.1 RESUMO	45
3.2 APLICAÇÃO PASSO-A-PASSO	47
3.2.1 PASSO 1 - Diagnóstico	47
3.2.2 PASSO 2 - Priorização	49

3.2.3 PASSO 3 - Definição de ações e indicadores	51
3.2.4 PASSO 4 - Monitoramento e avaliação	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A	59

CAPÍTULO I (ARTIGO)

SERVIÇOS DA ÁGUA E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

WATER SERVICES AND WATER MANAGEMENT: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE SCIENTIFIC PRODUCTION

RESUMO: Os ecossistemas aquáticos prestam serviços fundamentais às populações humanas. Mudanças na hidrografia e nos processos ecológicos relacionados têm degradado substancialmente a condição dos ecossistemas e as comunidades políticas e científicas têm investido em pesquisas que podem orientar a tomada de decisão na gestão de recursos hídricos. Este artigo apresenta uma revisão bibliométrica de artigos científicos que abordam a associação entre os serviços ecossistêmicos da água e a gestão de recursos hídricos, com objetivo de sintetizar o conhecimento e facilitar a compreensão do que já foi realizado neste campo de pesquisa até o momento. Por meio da análise dos dados obtidos na base *Scopus* e das redes bibliométricas construídas no programa *Vosviewer*, foram analisados 451 artigos publicados no período de 1973 a 2018. Foram analisadas a distribuição temporal e espacial das publicações, os autores mais prolíficos, os principais periódicos que publicaram artigos sobre o tema, os artigos mais citados, a colaboração científica e os principais tópicos de pesquisa. Os resultados evidenciam um tema multidisciplinar, com aumento do volume de publicações ao longo do tempo, sobretudo no século XXI. O campo de pesquisa parece ter evoluído de questões mais tradicionais, principalmente voltados ao abastecimento, para aspectos recentes relacionados à governança da água, pressões e mudanças climáticas. O conceito dos serviços ecossistêmicos na perspectiva da gestão hídrica apesar de ter crescido nos últimos anos, ainda é discreto.

PALAVRAS-CHAVE: água, serviços ecossistêmicos, bibliometria, vosviewer.

ABSTRACT: Aquatic ecosystems provide fundamental services to human populations. Changes in hydrography and related ecological processes have substantially degraded the condition of ecosystems, and the political and scientific communities have invested in research to guide decision-making in water resource management. This article presents a bibliometric review of scientific articles addressing the association between water services and water resources management to synthesise the knowledge and to facilitate the understanding about this topic. Through the analysis of the data obtained in the *Scopus* database and the bibliometric networks constructed on software *Vosviewer*, were analyzed 451 articles published from 1973 to 2018. Were analysed the temporal and spatial distribution of the publications, the most prolific authors, the main journals that published articles about this topic, the most cited articles, the scientific collaboration and the main topics of research. The results show a multidisciplinary theme, with an increase of publications over time, especially in the 21st century. The field of research seems to have evolved from more traditional issues, mainly focused on supply, to aspects such as water governance, pressures and climate change. The concept of ecosystem services from the perspective of water management, despite having grown in recent years, is still discrete.

KEYWORDS: water, ecosystem services, bibliometry, vosviewer.

1. INTRODUÇÃO

Serviços ecossistêmicos são definidos como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (MEA, 2005) e têm origem nos processos ecológicos que influenciam o estado dos ecossistemas, contribuindo para manutenção da sua integridade, diversidade genética e potencial evolutivo (RICKLEFS, 2003; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). Os ecossistemas aquáticos prestam diversos serviços, como água potável, drenagem, irrigação, navegação, abastecimento de peixes, recreação, energia (BRAUMAN et al., 2014). Esses benefícios são fundamentais ao bem-estar humano e têm grande valor para sociedade.

Em contrapartida, os seres humanos têm alterado consideravelmente os ecossistemas, muitas vezes sobrecarregando sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais à sua sobrevivência (KREMEN, 2005). Mudanças na hidrografia e nos processos ecológicos relacionados têm comprometido substancialmente a condição dos ecossistemas de águas interiores (MEA, 2003). Isso se torna ainda mais preocupante com a tendência mundial de aumento da demanda por água doce, degradação dos ecossistemas aquáticos, esgotamento da água subterrânea, e intensificação das secas e inundações (VOLLMER et al., 2018).

Assim, têm-se investido globalmente em pesquisas sobre os ecossistemas, revelando novos desafios para avaliar, classificar, mapear, quantificar e valorar os serviços ecossistêmicos, a fim de integrar o conceito nos processos decisórios (HERMANN; SCHLEIFER; WRBKA, 2011). O intenso volume de publicações científicas que surgiram nas últimas décadas e o legado de mais de um século de pesquisas hidrológicas podem orientar a avaliação dos serviços ecossistêmicos de água e contribuir na tomada de decisão, porém é importante que estudos ou investigações compilem estas informações.

Nesse sentido, a bibliometria tem despertado o interesse da comunidade científica por proporcionar uma análise quantitativa do desenvolvimento de um campo de pesquisa específico e empregar métodos matemáticos e estatísticos para examinar características das publicações (WANG et al., 2016) como citações, co-citações, distribuição geográfica e frequência de palavras (LIAO et al., 2018), sintetizando assim o conhecimento produzido até então. Os métodos bibliométricos podem lidar com uma maior amplitude de publicações e fornecem informações

importantes sobre a estrutura do campo de pesquisa, redes sociais e interesses atuais (ZUPIC; CATER, 2015) a partir de padrões que emergem da estrutura das publicações.

Estudos bibliométricos realizados para mapear publicações sobre recursos hídricos estão vinculados a diferentes temáticas como “pegada hídrica” (ZHANG et al., 2017), “uso sustentável da água na agricultura” (VELASCO-MUÑOZ, 2018) ou restritos a um determinado país ou território (YANG et al., 2011; SIEBRITS; WINTER; JACOBS, 2014). Os estudos mais próximos ao tema desta pesquisa analisaram características das publicações relacionadas aos temas “recursos hídricos e gestão” (DA ROCHA et al., 2013); “gestão de bacias hidrográficas” (WANG et al., 2016); e “serviços ecossistêmicos” (ZHANG; ONG; ZHANG, 2016). Entretanto, nenhum deles analisa a associação entre os serviços ecossistêmicos da água e a gestão de recursos hídricos.

Diante do avanço do conhecimento científico e do vasto conteúdo produzido, é necessário compilar essas informações para tornar a gestão de recursos hídricos mais eficiente, de forma a salvaguardar os serviços oferecidos pelos ecossistemas aquáticos. Assim, este trabalho apresenta uma revisão bibliométrica de artigos científicos que abordam a associação entre os serviços da água e gestão de recursos hídricos, para sintetizar o conhecimento e compreender se os serviços ecossistêmicos têm sido abordados na perspectiva da gestão hídrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA DOS DADOS

Para compilar as publicações relacionadas à temática, foi consultada a base *Scopus* - o maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares e que contém mais de 21.900 títulos de mais de 5.000 editores em todo o mundo (ELSEVIER, 2018). Foi utilizada a seguinte expressão de busca: “*water management*” OR “*water resource* management*” AND “*water ecosystem service**” OR “*water service**”. A escolha das expressões foi baseada em leituras prévias sobre o assunto, sendo constatado que são tópicos mais usuais na literatura para a finalidade deste estudo. A fim de assegurar a adequação dos resultados da pesquisa, utilizou-se: 1) apenas artigos científicos escritos em inglês; 2) não foi especificada a

subárea de conhecimento; 3) artigos de revisão e capítulos de livro foram removidos. Todos os dados do *Scopus* foram exportados no formato *.csv* para posteriores análises.

2.2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Na plataforma *Scopus* foram extraídas métricas quantitativas para analisar: 1) a distribuição temporal das publicações ao longo dos anos; 2) os autores mais prolíficos 3) os países mais influentes neste campo de pesquisa; 4) os principais periódicos que publicaram artigos sobre o tema e 5) os artigos mais citados em outros estudos. Em seguida, utilizamos o programa denominado *VOSviewer*, versão 1.6.10, disponível no site: <http://www.vosviewer.com>. O programa foi desenvolvido para criar, visualizar e explorar mapas bibliométricos e pode ser usado para analisar todos os tipos de dados de rede bibliométrica (VAN ECK; WALTMAN, 2010). Dentre outras ferramentas, optou-se pelo *VOSviewer* porque, além de ser um programa simples e intuitivo, focado em visualização de redes bibliométricas, apresenta alguns recursos especiais de mineração de texto e adota uma abordagem baseada na distância para visualizar redes bibliométricas (VAN ECK; WALTMAN, 2014).

Nas redes criadas e visualizadas no *VOSviewer*, os objetos de interesse (países, pesquisadores e termos) são definidos como “itens” e cada item é representado por seu rótulo e por círculos (ou nós). O tamanho do rótulo e do círculo é determinado pelo peso do item, sendo que um item com peso maior é considerado mais importante do que um item com peso menor e, na visualização de uma rede, itens com peso maior são mostrados com mais destaque (VAN ECK; WALTMAN, 2018).

As conexões entre pares de itens são representadas por arestas que demonstram a relação entre eles, e quanto maior a sua espessura, mais forte é a relação. Espacialmente, a distância entre os itens (ou tamanho das arestas), representa a intensidade da relação de forma que, quanto menor a distância, maior é a relação entre eles. Os itens mais relacionados entre si são agrupados em clusters indicados por cores distintas (WALTMAN; VAN ECK; NOYONS, 2010), sendo que cada item pode pertencer a apenas um cluster.

Utilizou-se o *VOSviewer* para construir redes bibliométricas baseadas em análise de dados bibliográficos: rede de co-autoria de autores, rede de co-autoria de países e rede de co-ocorrência de termos em títulos e resumos dos artigos científicos.

2.2.1 Redes baseadas em dados bibliográficos

Utilizou-se este método para identificar os países ou autores que cooperaram em pesquisas sobre o tema, ou seja, que desenvolveram pesquisas conjuntamente. Nessas redes, pesquisadores e países estão ligados uns aos outros com base no número de artigos que publicaram em conjunto (VAN ECK; WALTMAN, 2014).

As redes de co-autoria de autores e de países foram construídas utilizando-se o método de contagem completa, em que para cada publicação em co-autoria é atribuída a cada pesquisador ou país o peso total de um, o que implica que o peso total de uma publicação é igual ao número de autores/países que colaboraram na publicação (PERIANES-RODRIGUEZ; VAN ECK; WALTMAN, 2016). Analisamos publicações com co-autoria de autores, com no mínimo 01 publicação em conjunto e co-autoria de países em no mínimo 05 publicações.

Os autores e países são representados por nós, de forma que quanto maior o tamanho do nó, maior sua influência em termos de colaboração científica, proporcional a quantidade de publicação em co-autoria. A distância entre os nós representa a intensidade das relações e quanto menor a distância entre os nós, mais forte o vínculo de co-autoria. As interações entre os nós são representadas por arestas e quanto maior a sua espessura, mais forte é a sua relação. As cores representam clusters de autores ou países com fortes laços de co-autoria.

2.2.2 Redes baseadas em dados textuais

Utilizou-se este tipo de análise bibliométrica para identificar os termos mais relevantes nesta área de pesquisa, pois a co-ocorrência reflete o número de publicações nas quais dois termos ocorrem juntos no título ou no resumo dos artigos (VAN ECK; WALTMAN, 2014). A rede de co-ocorrência de termos em títulos e resumos pressupõe que os conceitos por trás desses termos estão intimamente relacionados e ajudam a compreender a estrutura cognitiva de um campo de pesquisa (ZUPIC; CATER, 2015).

A rede foi construída a partir do método de contagem binária, em que apenas a presença ou ausência dos termos nos textos são contabilizadas, ou seja, as repetições dos termos não são consideradas na análise. Foram considerados termos com mais de 15 repetições nos artigos científicos, tendo sido removidos aqueles considerados insignificantes. O *VOSviewer* calculou a relevância dos termos e com base nessa pontuação, os termos mais relevantes foram selecionados. Por fim, os termos com maior afinidade foram agrupados em clusters na rede.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca na base *Scopus* resultou um número total de 451 artigos, publicados no período de 1973 a 2018. Os resultados da análise das métricas quantitativas da base de dados *Scopus* e das redes bibliométricas de co-autoria de autores e países e de co-ocorrência de termos em títulos e resumos serão apresentados e analisados nos tópicos a seguir.

3.1 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL

A evolução das publicações ao longo dos anos está representada na figura 1. Em linhas gerais, a análise bibliométrica revelou um aumento considerável do volume de publicações sobre o tema ao longo dos anos. Entre 1973 e 1994, há um volume de publicações pouco expressivo neste campo. Em 1995 houve um aumento, que se tornou mais expressivo a partir de 2006. Picos de publicações são observados em 1995, 2003 e 2010, com intensificação no ano de 2014, em que foram publicados 47 artigos, o maior volume anual de publicações registrado até o momento.

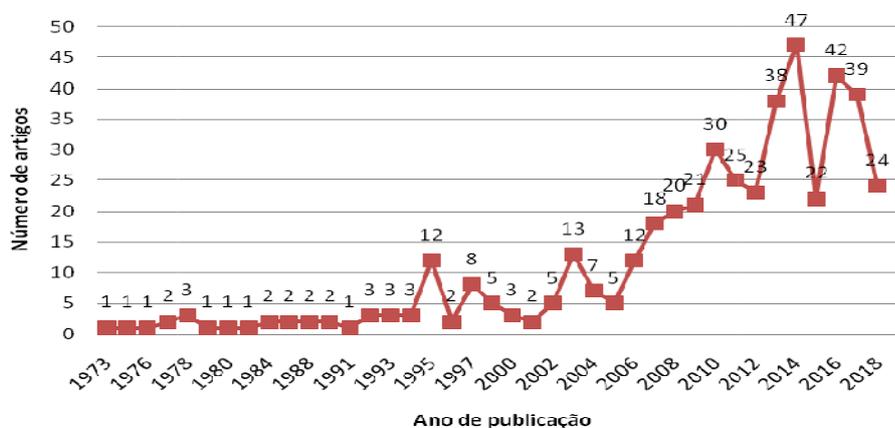


Figura 1. Distribuição anual das publicações na base de dados da *Scopus*, no período de 1973 a 2018. Os números indicam a quantidade de artigos publicados em cada ano.

3.2 DISTRIBUIÇÃO DOS ARTIGOS POR PERIÓDICOS

A base de dados *Scopus* identificou um total de 156 periódicos. Conforme a Tabela 1, os dez principais periódicos concentram 143 artigos, que respondem por apenas 32% do total de publicações. O baixo percentual publicado em uma grande amplitude de revistas científicas indica o caráter multidisciplinar do tema.

Tabela 1. Periódicos que mais publicaram artigos neste campo de pesquisa.

Periódico	Número de Publicações
Water Resources Management	24
Water SA	19
Water Science And Technology	17
Water And Environment Journal	15
Water Science And Technology Water Supply	14
International Journal Of Water Resources Development	12
Physics And Chemistry Of The Earth	11
Water Alternatives	11
Water Switzerland	11
Journal Of Water Law	9

Os dados mostram que a revista *Water Resources Management* lidera o ranking com maior número de publicações. O periódico publica experiências, estudos e avaliação de recursos hídricos, enfatizando políticas e estratégias. Destacam-se também o periódico *Water S.A* que publica estudos relacionados a todos os ramos da ciência da água, tecnologia e engenharia, e o *Water Science and Technology* que publica sobre ciência, tecnologia da qualidade da água e sua gestão no mundo.

3.3 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

De um total de 74 países, onde as pesquisas foram realizadas seguindo os critérios estabelecidos neste estudo, 20 são mostrados na figura 2. Dentre os países mais influentes em publicações, o Reino Unido lidera o ranking de países que mais publicaram artigos neste tema (89), seguido pelos Estados Unidos (57).

Grande parte dos artigos é proveniente de estudos realizados em países desenvolvidos. O Brasil é o único país sul-americano a integrar este ranking, porém é responsável por apenas 2,2% das publicações sobre este tema.

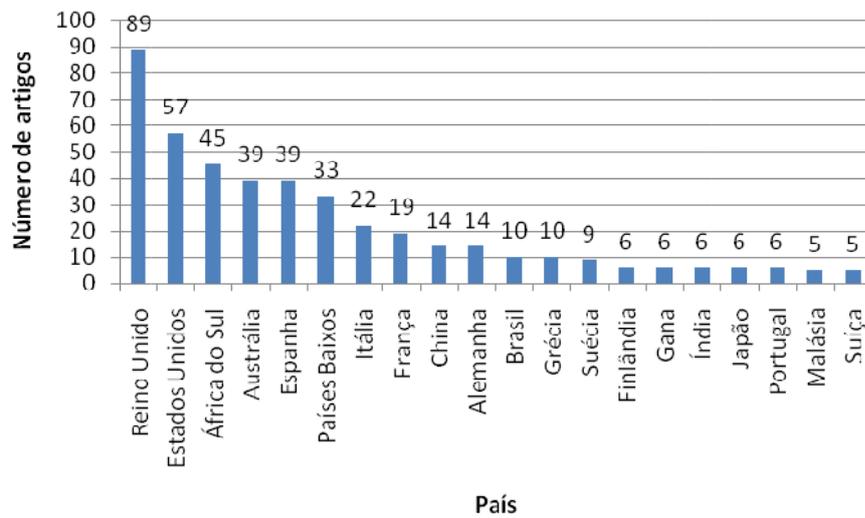


Figura 2. Ranking dos 20 países que mais publicaram artigos sobre serviços da água e gestão de recursos hídricos publicadas na base de dados *Scopus*, no período de 1973 a 2018. Os números indicam a quantidade de artigos publicados por cada país.

Na figura 3 é apresentada a rede de co-autoria de países com publicações relacionadas ao tema.

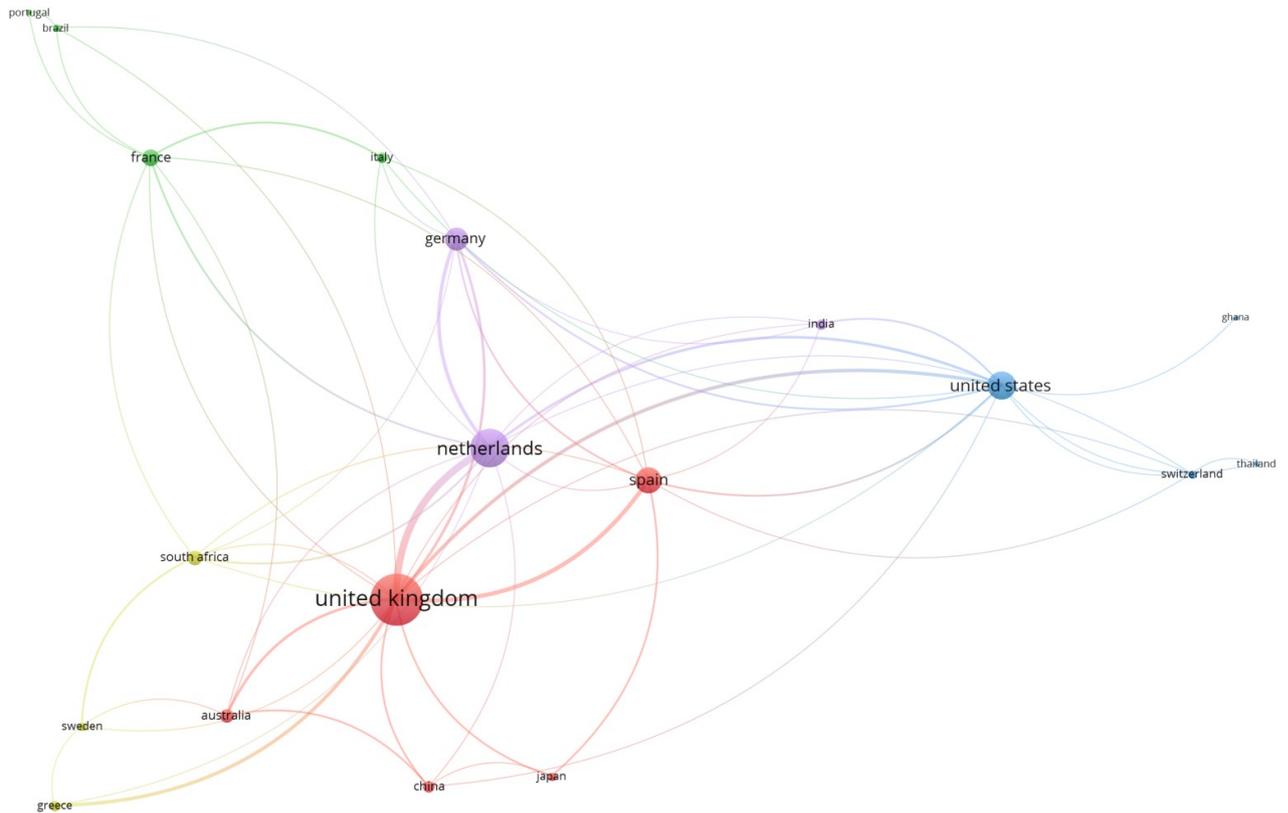


Figura 03. Rede de co-autoria de países com publicações relacionadas ao tema. Os países são representados por nós, a distância entre os nós representa a intensidade das relações, as interações entre os nós são representadas por arestas, a sua espessura representa a força da relação. Os países com maior afinidade são agrupados em clusters.

Reino Unido e Estados Unidos, além de terem sido os países que mais publicaram sobre o tema (fig. 2), são países com forte colaboração neste campo de pesquisa. A distância geográfica mostrou não ser fator preponderante para colaboração em pesquisas, já que os 05 clusters agruparam países de continentes diferentes. A rede revela forte cooperação entre Reino Unido e Países Baixos. Nota-se também uma intensa colaboração entre Portugal e Brasil, porém pouca colaboração com os países mais influentes neste campo.

3.4 AUTORIA E REDE DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA

Diversos autores têm abordado os serviços da água no contexto da gestão de recursos hídricos. Do total de 159 autores, os 10 que mais publicaram sobre o tema estão representados na figura 4. Percebe-se que a produção científica dos autores neste tema ainda é pouco expressiva, pois em 45 anos de produção científica, o autor mais prolífico, González-Gomez, publicou 13 artigos sobre o tema, e os outros autores mais representativos publicaram entre 4 a 8 artigos.

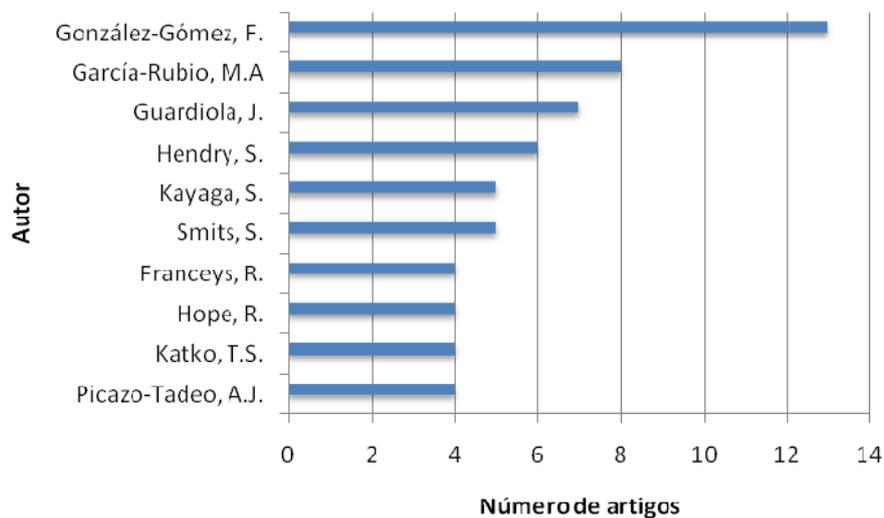


Figura 4. Ranking dos 10 autores que mais publicaram artigos sobre serviços da água e gestão de recursos hídricos e o respectivo número de publicações no período do estudo.

Verificou-se, no entanto, que nenhum dos autores mais influentes está entre os que publicaram os artigos mais citados na base de dados *Scopus* (tabela 2). Dentre os artigos mais representativos nesta área de estudo, é possível constatar que apesar dos serviços da água serem muito pautados, nem sempre referem à temática ecossistêmica.

Tabela 2. Ranking dos 10 artigos mais citados, destacando seus respectivos autores, ano de publicação, título do artigo e o número de citações na base de dados *Scopus*.

Autoria	Ano	Título	Número de citações
Gleick.	2000	A look at twenty-first century water resources development	385
Dessai; Hulme.	2007	Assessing the robustness of adaptation decisions to climate change uncertainties: A case study on water resources management in the East of England	210
Hennessy et al.	2008	The relationship between in-home water service and the risk of respiratory tract, skin, and gastrointestinal tract infections among rural Alaska Natives	108
Foxon et al.	2002	Sustainability criteria for decision support in the UK water industry	103
Perreault.	2008	Custom and contradiction: Rural water governance and the politics of usos y costumbres in Bolivia's irrigators' movement	101
Mounce; Boxall; Machell.	2010	Development and verification of an online artificial intelligence system for detection of bursts and other abnormal flows	95
Gaterell et al.	2000	An economic and environmental evaluation of the opportunities for substituting phosphorus recovered from waste water treatment works in existing uk fertiliser markets	94
Lach; Rayner; Ingram.	2005	Taming the waters: Strategies to domesticate the wicked problems of water resource management	78
Doll et al.	2002	Hydraulic geometry relationships for urban streams throughout the Piedmont of North Carolina	73
García-sánchez.	2006	Efficiency measurement in Spanish local government: The case of municipal water services	72

A rede de co-autoria (fig. 5) reflete a força colaborativa dos autores sobre este tema. Diversos grupos distintos de autores são visíveis em 06 clusters, demonstrando algum tipo de interação entre diferentes grupos de pesquisa neste campo do conhecimento. Dentre os pesquisadores que mais publicaram sobre o tema (fig.4), quatro são destacados na rede de co-autoria: Smits, Butterworth, Franceys, Kayaga, sendo Smits o que apresenta maior colaboração com outros autores.

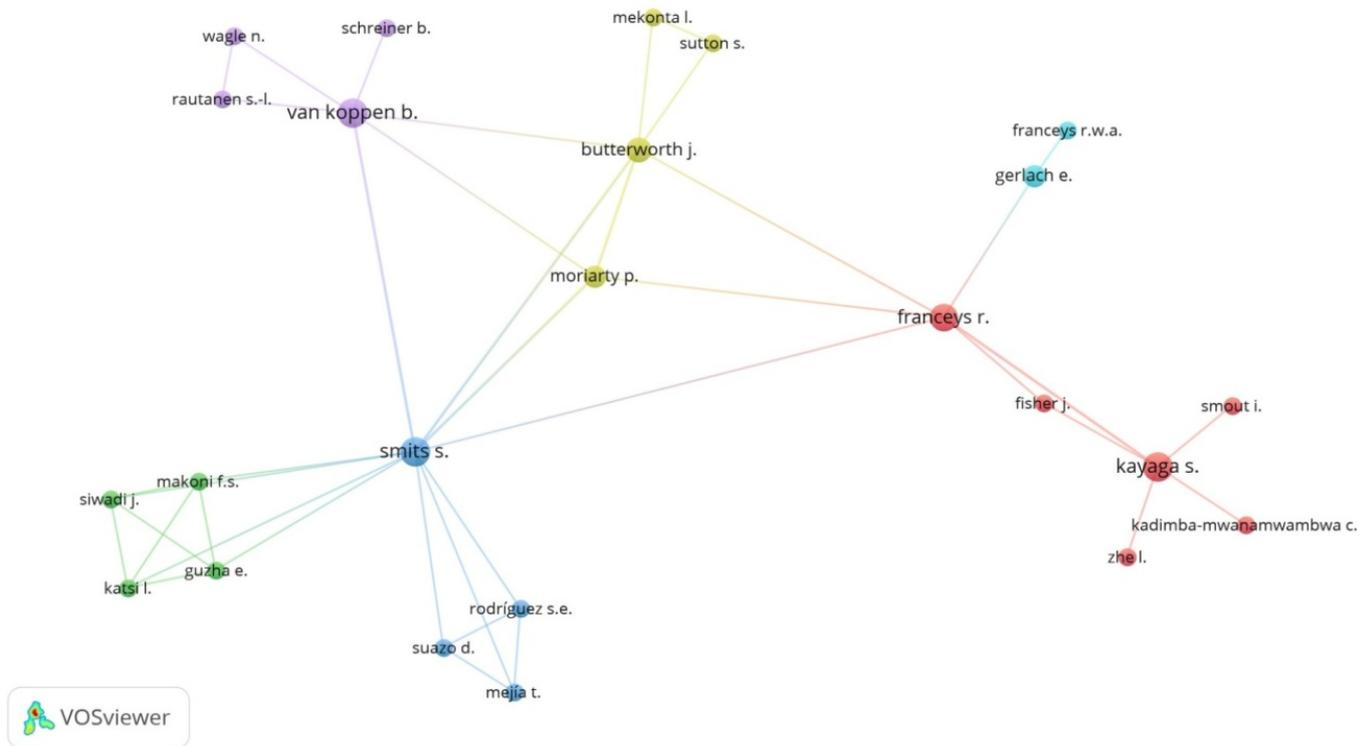


Figura 5. Visualização da rede de co-autoria. Os autores são representados por nós, a distância entre os nós representa a intensidade das relações e quanto menor a distância entre os nós, mais forte o vínculo de co-autoria entre os autores. As cores representam clusters de autores com laços de co-autoria.

3.5 PRINCIPAIS TÓPICOS DE PESQUISA E PERSPECTIVA ECOSISTÊMICA

O *VOSviewer* extrai termos com co-ocorrência em pelo menos 15 títulos e resumos de artigos científicos. Considerando este limiar e após a junção de termos semelhantes com o uso da ferramenta *thesaurus*, foram identificados 169 termos. Para cada um desses termos, o programa calculou a pontuação de relevância (*relevance score*) e, por padrão, 60% dos termos mais relevantes foram selecionados, restando assim, 101 termos. Após esta etapa, foram removidos termos que não eram importantes para esta análise, restando 38 termos, demonstrados na rede de co-ocorrência (fig.6).

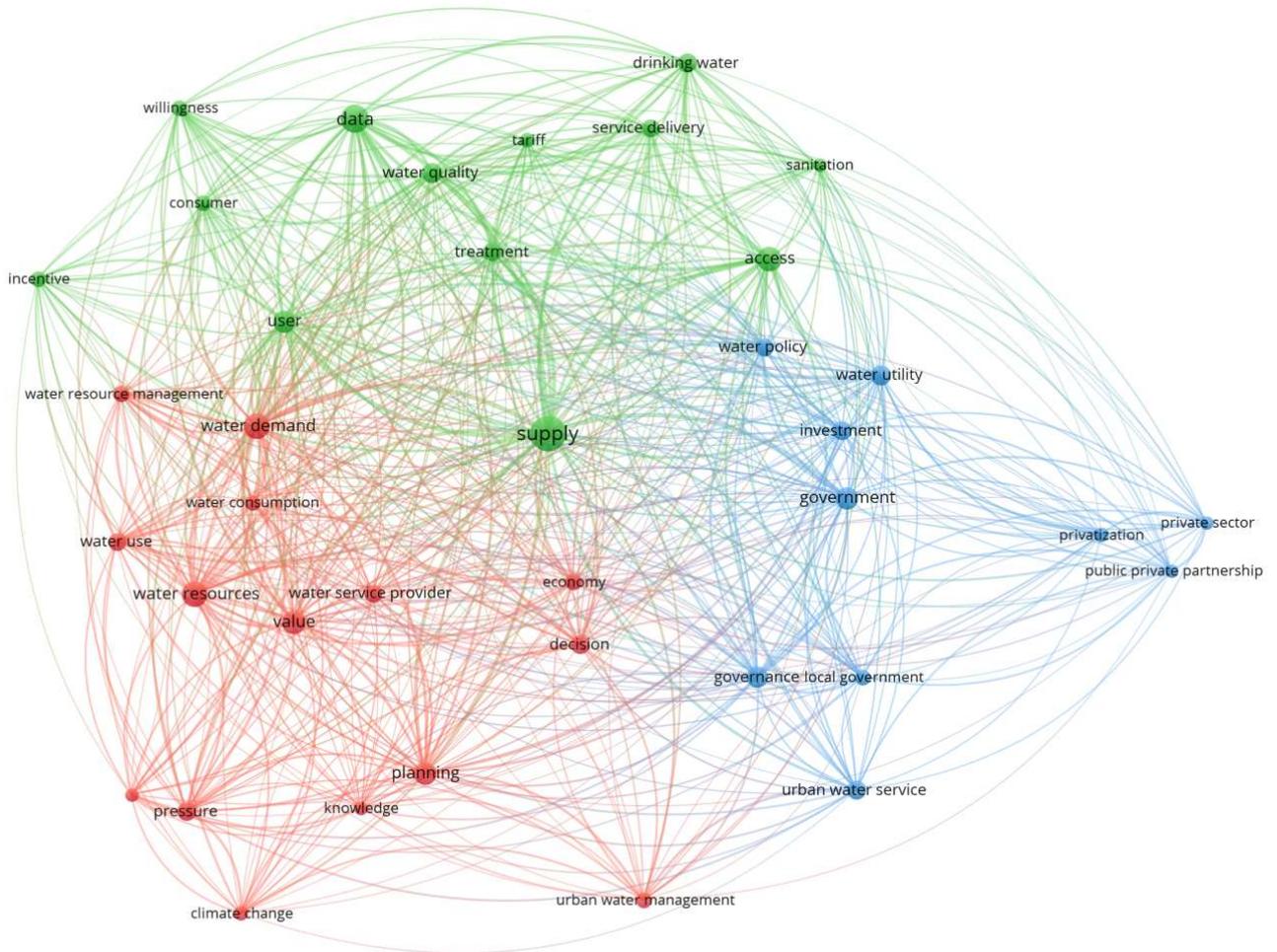


Figura 6. Redes de co-ocorrência com base em dados textuais destacando os termos mais relevantes que aparecem nos títulos e resumos dos artigos científicos analisados. O tamanho dos círculos é proporcional à quantidade de vezes que os termos aparecem. Os termos são representados por nós e as arestas representam a interação entre eles.

Os termos foram agrupados na rede em 03 clusters. No cluster verde, estão destacados termos como *abastecimento*, *dados*, *acesso*, *usuário*, *qualidade da água*. No cluster vermelho, estão agrupados termos relacionados às questões socioeconômicas, como *economia*, *usos da água*, *recursos hídricos*, *demanda de água*, *consumo de água*, dentre outros. E por fim, no cluster azul destacam-se termos mais voltados à gestão, como *governo*, *políticas de água*, *governança*, *investimentos*, *serviços de água urbanos*, *privatização*.

A partir da análise do *VOSviewer*, é possível constatar que os termos com maior ocorrência são: *abastecimento* (120), *dados* (74), *demanda de água* (61), *recursos hídricos* (61), *acesso* (59), *valor* (52), *planejamento* (52), *usuário* (48), *governo* (47) e *governança* (45), sendo os conceitos mais frequentes. No que se refere aos termos mais centrais, *abastecimento* aparece como o termo mais central e de maior relevância nas pesquisas sobre serviços de água e gestão de recursos hídricos. Em contrapartida, os pequenos nós que representam os *serviços da água urbanos*, *entrega de serviços* e *gestão de recursos hídricos* refletem a escassez desses assuntos em artigos científicos relacionados ao tema.

Para analisar a relevância dos termos ao longo de uma série temporal, analisou-se a rede por meio da opção de visualização de sobreposição (fig.7).

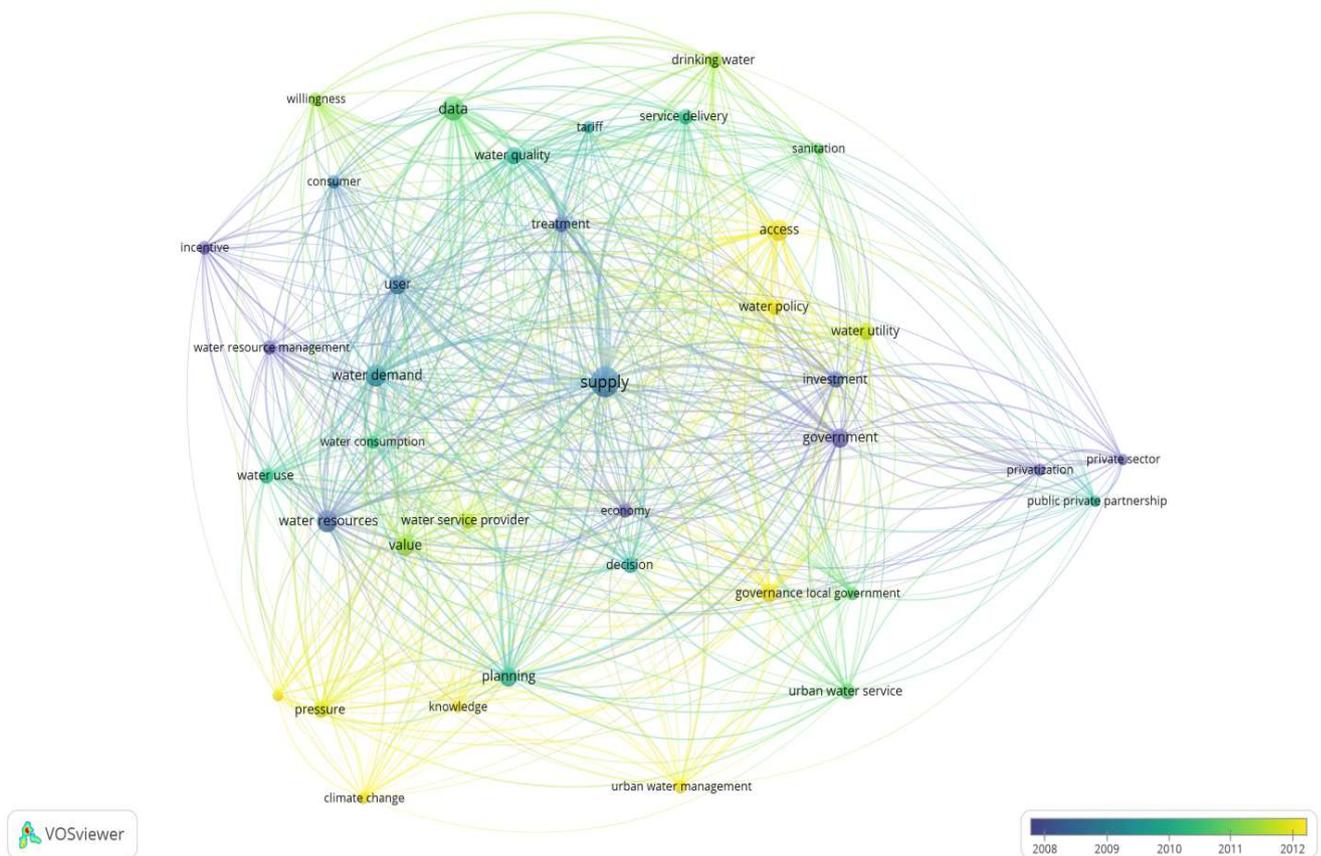


Figura 7. Visualização de sobreposição da rede de co-ocorrência com base em dados textuais. O tamanho dos círculos é proporcional à frequência em que os termos aparecem nas publicações. As cores indicam a frequência destes termos ao longo do tempo.

O campo de pesquisa sobre o tema evoluiu de um enfoque tradicional, voltado ao abastecimento consumo, gestão e tratamento de água para questões envolvendo decisão, planejamento, qualidade da água, políticas de água, serviços de água urbanos e planejamento. Pesquisas recentes parecem estar focadas em temas relacionados ao acesso, governança da água, pressões e mudanças climáticas e são destacados em amarelo na rede.

Ainda que a rede destaque importantes serviços da água, como abastecimento e água potável, o termo “serviço ecossistêmico” não aparece entre os principais tópicos. Assim, para compreender a perspectiva ecossistêmica nos estudos ao longo do tempo, foi realizada uma breve análise do resumo e do conteúdo dos artigos indexados na base de dados *Scopus* (Tabela 3).

Tabela 3. Síntese dos principais estudos e temas abordados por década de produção científica. NP refere-se ao número de artigos publicados.

Período (década)	NP	Principais estudos e temas abordados
1973 – 1979	09	Primeiro estudo indexado na base de dados Scopus: Hanke e Davis (1973) intitulado “ <i>Potential for marginal cost pricing in water resource management</i> ”. Sugeriu áreas de recursos hídricos como promissoras para o desenvolvimento de políticas voltadas à gestão desse recurso e defendia a utilização mais generalizada dos preços e incentivos econômicos para uma economia política mais racional dos recursos hídricos. Os demais artigos científicos abordam a gestão de recursos hídricos sem maior aprofundamento sobre os serviços da água.
1980 – 1989	08	Artigos concentrados em análises sobre o fornecimento dos serviços de água, relações entre os setores usuários de água, conflitos e demandas de uso, e no papel do estado na gestão da água. A interdependência de diferentes partes do ecossistema e os prós e contras da gestão integrada de recursos hídricos são apontados no estudo de Waddington (1988), um dos poucos autores a discutir essa inter-relação à época.
1990 – 1999	39	Foram publicados importantes estudos sobre o tema. Destacam-se os estudos de Katko (1994) com abordagem integrada à proteção ambiental; Hukka e Katko (1997) que propõem uma estrutura geral para serviços de água viáveis e sustentáveis, garantindo a entrega contínua de água potável; e Lundqvist (1998) que publicou o artigo mais representativo da época, “ <i>Avert looming hydrocide</i> ”, citado 44 vezes em outros estudos, o qual avalia que o estado da água, saúde humana, fluxo de serviços ecológicos e o desenvolvimento socioeconômico estão ameaçados, e que a alocação de grandes volumes de água para os diversos setores da sociedade implica em menos água para o funcionamento dos ecossistemas.

2000 – 2010	105	Intenso crescimento no número de publicações, impulsionado não apenas pelas constantes mudanças nos ecossistemas aquáticos e serviços, mas também pela maior difusão do conhecimento sobre serviços ecossistêmicos a partir do relatório do <i>Millennium Ecosystem Assessment – MEA</i> ¹ , em 2005. Os resultados apontam que 09 entre os 10 artigos mais citados na literatura sobre o tema foram publicados nesta década (tab.2). Gleick (2000), lidera o ranking, com 371 citações, e explora as principais abordagens sobre gestão da água do século XX e aplicabilidade de conceitos que compreendam as conexões entre a água, saúde ecológica e bem-estar humano de forma abrangente.
2010 – 2018	290	Marcos históricos podem ter impulsionado a intensa publicação sobre o tema, como o <i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity – TEEB</i> ² e o <i>Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES</i> ³ . Considerando abordagens de valoração e avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de recursos hídricos, destacam-se Cochran e Logue (2011) que abordam a avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de recursos hídricos; Green et al. (2015) - os serviços ecossistêmicos estão no cerne da metodologia sugerida para a implementação de uma gestão de água mais sustentável e eficiente; Dudley et al. (2016) - discutem soluções para a gestão da água do futuro, com o uso sustentável dos serviços ecossistêmicos aliado aos objetivos gerais das áreas protegidas; Koundouri et al. (2016) - fornecem uma arquitetura funcional para avaliar possíveis estratégias de investimento para proteger e gerenciar de forma sustentável as provisões de água doce; e Grizzetti et al. (2016) – abordam a avaliação e valoração de serviços ecossistêmicos no contexto da gestão de recursos hídricos, com foco nas funções ecossistêmicas que apoiam os serviços e sua alteração sob diferentes estressores.

¹*Millennium Ecosystem Assessment – MEA*, iniciativa que em 2005 reuniu 1360 especialistas de 95 países com o objetivo de avaliar as consequências das mudanças dos ecossistemas para o bem-estar humano e a base científica para melhorar a conservação e o uso sustentável desses sistemas.

²*The Economics of Ecosystems and Biodiversity – TEEB*: Iniciativa que em 2010 focou em "tornar os valores da natureza visíveis", com objetivo de integrar os valores da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos à tomada de decisões em todos os níveis (TEEB, 2010).

³*Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystems Services – IPBES*: importante iniciativa que em que 118 países se tornaram signatários com a missão de avaliar o estado da biodiversidade do planeta, seus ecossistemas e os serviços essenciais que prestam para a sociedade (IPBES, 2012; POLASKY; TALLIS; REYERS et al., 2015).

A partir desta análise, constatou-se que vários estudos sobre serviços de água e gestão de recursos hídricos têm lidado com o tema, mas nem sempre referem à temática ecossistêmica ou ao conceito de serviços ecossistêmicos.

4. CONCLUSÕES

Este estudo estabelece um referencial teórico no campo dos serviços da água e sua associação com a gestão de recursos hídricos. Os resultados apontam que diversos periódicos

vêm publicando sobre o tema e que houve grande volume de publicações ao longo do tempo, mas é no século 21 que as pesquisas ganham mais destaque. Os países desenvolvidos, são os grandes pesquisadores no assunto, destacando-se o Reino Unido e Estados Unidos como os países que mais publicaram e com maior colaboração científica com grupos de pesquisa de outros países. A presença maciça de países europeus e a estreita colaboração entre Brasil e Portugal foram outros pontos de destaque.

O campo de pesquisa foi evidenciado como multidisciplinar e questões voltadas ao abastecimento, demanda de água, recursos hídricos, acesso, valor, planejamento, usuário, governo e governança da água são frequentes nos títulos e resumos dos artigos publicados, com destaque ao termo abastecimento como principal tópico de pesquisa. Apesar de diferentes serviços da água serem frequentemente pautados, os estudos nem sempre aprofundam a temática ecossistêmica ou discutem a integração do conceito dos serviços ecossistêmicos na perspectiva da gestão hídrica. Os estudos que abordam esta discussão, geralmente indicam propostas metodológicas para a avaliação e valoração de serviços ecossistêmicos para uma gestão da água sustentável. No entanto, mesmo com a produção pouco expressiva sobre essa interface, há uma tendência de aumento, visto a evolução das discussões nos últimos anos.

Os resultados obtidos neste estudo possibilitam uma maior compreensão sobre a estrutura e volume da comunicação científica na área de serviços da água e gestão de recursos hídricos e pode ser utilizado como referência para futuras pesquisas que abordem este tema.

REFERÊNCIAS

BRAUMAN, K.; FREYBERG, D.L.; DAILY, G.C. Impacts of Land-Use Change on Groundwater Supply: Ecosystem Services Assessment in Kona, Hawaii. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v.141, n. 12, A4014001, 2014.

COCHRAN, B; LOGUE, C. A Watershed Approach to Improve Water Quality: Case Study of Clean Water Services' Tualatin River Program. *Journal of the American Water Resources Association*, v.47, n.1, p.29-38, 2011.

DA ROCHA, A.C.; CAMARGO, C.R.; KNEIPP, J.M.; GOMES, C.M.; ZAMBERLAN, J.F. Recursos Hídricos e Gestão: Um estudo bibliométrico da produção científica e dos hot topics publicados na base Web of Science na última década. *Espacios*, v.34, n.5, p. 6, 2013.

- ELSEVIER. Scopus. *Keep your eye on global research*. Disponível em: <https://www.elsevier.com/>. Acesso em out. 2018.
- DE GROOT, R. S. DE; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A. Typology for the classification for the description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, p. 1-20, 2002.
- DUDLEY, N.; HARRISON, I.J.; KETTUNEN, M.; MADGWICK, J.; MAUERHOFER, V. Natural solutions for water management of the future: freshwater protected areas at the 6th World Parks Congress. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v.26, n. 1, p.121-132, 2016.
- GLEICK, P.H. A look at twenty-first century water resources development. *Water International*, v.25, n.1, p. 127-138, 2000.
- GREEN, P.A.; VÖRÖSMARTY, C.J.; HARRISON, I.; FARRELL, T.; SÁENZ, L.; FEKETE, B.M. Freshwater ecosystem services supporting humans: Pivoting from water crisis to water solutions. *Global Environmental Change*, v.34, p. 108-118, 2015.
- GRIZZETTI, B.; LANZANOVA, D.; LIQUETE, C.; REYNAUD, A.; CARDOSO, A.C. Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science & Policy*, v.61, p.194–203, 2016.
- HANKE, S.H., DAVIS, R.K. Potential for marginal cost pricing in water resource management. *Water Resources Research*, v.9, n.4, p. 808-825, 1973.
- HERMANN, A.; SCHLEIFER, S.; WRBKA, T. The Concept of Ecosystem Services Regarding Landscape Research : A Review. *Living Review In Landscape Research*, v. 5, n. 1, p. 1–37, 2011.
- HUKKA, J.J.; KATKO, T.S. Towards viable drinking water services. *Natural Resources Forum*, v.21, n.3, p. 161-167, 1997.
- KATKO, T.S. Water management in Finland. *European Water Pollution Control*, v.4, n.6, p. 40-46, 1994.
- KOUNDOURI, P.; KER RAULTD, P.; PERGAMALISC, V.; SKIANIS, V.; SOULIOTIS, I. Development of an integrated methodology for the sustainable environmental and socio-economic management of river ecosystems. *Science of The Total Environment*, v.540, n.1, p. 90-100, 2016.
- KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology. *Ecology Letters*, v.8, p. 468–479, 2005.
- LIAO, H.; TANG, M.; LUO, L.; LI, C.; CHICLANA; F.; ZEN, X.-J. A Bibliometric Analysis and Visualization of Medical Big Data Research. *Sustainability*, v.10, n. 166, p.1-18, 2018.
- LUNDQVIST, J. Avert looming hydrocide. *Ambio*, v.27, n.6, p. 428-433, 1998.
- MEA - Millennium Ecosystem Assessment. Overview of the Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org>. Acesso em 06 nov. 2018.
- MEA - Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: *Synthesis*. Island, Washington, DC, 2005.

- PERIANES-RODRIGUEZ, A.; WALTMAN, L.; VAN ECK, N.J. Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting. *Journal of Informetrics*, v. 10, n.4, p.1178–1195, 2016.
- POLASKY, S.; TALLIS, H.; REYERS, B. Setting the bar: Standards for ecosystem services. *PNAS*, v. 112, n. 24, p. 7356–7361, 2015.
- RICKLEFS, R.E. A economia da natureza. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2003.
- SIEBRITS, R.; WINTER, K.; JACOBS, I. Water research paradigm shifts in South Africa. *South African Journal of Science*, v.110, n.5/6, p. 2013-0296, 2014.
- TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity. The economics of ecosystems and biodiversity in national and international policy making. *Earthscan*, London & Washington, 2010.
- VAN ECK, N.J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, v.84, n.2, p.523-538, 2010.
- VAN ECK, N.J.; WALTMAN, L. Visualizing bibliometric networks. In: Y. DING, R. ROUSSEAU, & D. WOLFRAM. Measuring scholarly impact: Methods and practice. *Springer*, p. 285-320, 2014.
- VAN ECK, N.J.; WALTMAN, L. VOSviewer Manual. 2018. Disponível em: <http://www.vosviewer.com>. Acesso em: 15 nov. 2018.
- VELASCO-MUÑOZ, J.F.; AZNAR-SÁNCHEZ, J.A.; BELMONTE-UREÑA, L.J.; ROMÁN-SÁNCHEZ, I.M; Sustainable water use in agriculture: A review of world wide research. *Sustainability*, v.10, n. 1084, 2018.
- VOLLMER, D.; SHAAD, K.; SOUTER, N.J.; FARRELL, T.; DUDGEON, D.; SULLIVAN, C.A.; FAUCONNIER, I.; MACDONALD, G.M.; MCCARTNEY, M.P.; POWER, A.G.; MCNALLY, A.; ANDELMAN, S.J.; CAPON, T.; DEVINENI, N.; APIRUMANEKUL, C.; NG, C.N.; SHAW M. R.; WANG, R.Y.; LAI, C.; WANG, Z.; REGAN, H.M. Integrating the social, hydrological and ecological dimensions of freshwater health: The Freshwater Health Index. *Science of the Total Environment*, v.627, p. 304-313, 2018.
- WADDINGTON, J.I. Developments in Water and Environmental Management in Europe. *Water and Environment Journal*, v.2, n.1, p.93-101, 1988.
- WALTMAN, L.; VAN ECK, N.J.; NOYONS, E.C.M. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, v. 4, n. 4, p. 629–635, 2010.
- WANG, L.; ZHANG, Z.; WEI, Y.; XIONG, Y. Bibliometric analysis of international research of river basin water resources management. *Advances in Science and Technology of Water Resources*, v.34, n.4, p. 34-38, 2016.
- YANG, Z.-P.; AO, J.-X.; SHEN, W.-S.; LIU, B.; ZOU, C.-X. Research on ecosystem service in China based on analysis of literature. *Journal of Ecology and Rural Environment*, v.27, n.6, p. 1-7, 2011.
- ZHANG, L.L.; ONG, J.; ZHANG, Y. A review of ecosystem services: A bibliometric analysis based on web of Science Shengtai Xuebao. *Acta Ecologica Sinica*, v.36, n.18, p. 967-977, 2016.

ZHANG, Y.; HUANG, K.; YU, Y.; YANG, B. Mapping of water footprint research: A bibliometric analysis during 2006–2015. *Journal of Cleaner Production*, v.149, n.15, p. 70-79, 2017.

ZUPIC, I.; CATER, T. Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, v.18, n.3, p. 429-472, 2015.

ANEXO I

Todos os termos mapeados pelo *VOSviewer*

id	term	occurrences	relevance score*
1	access	59	0.7548
2	account	26	0.6019
3	application	40	11.337
4	article	63	0.6497
5	attention	27	0.4946
6	australia	20	1.133
7	capacity	40	0.4087
8	climate change	20	17.725
9	combination	18	0.7942
10	community	58	0.5391
11	company	40	0.6725
12	consideration	24	0.4985
13	consumer	23	0.9197
14	context	54	0.6153
15	control	32	0.4627
16	data	74	0.8011
17	decade	23	0.5668
18	decision	35	0.4755
19	drinking water	36	0.8876
20	economy	26	0.3968
21	effect	47	0.6447
22	europe	17	15.149
23	evaluation	23	0.8788
24	evidence	30	0.433
25	example	36	0.5892
26	experience	36	0.7597
27	extent	18	1.156
28	factor	69	0.5625
29	focus	30	0.5518
30	form	27	15.533
31	future	19	0.4466
32	goal	41	0.4151
33	governance	45	11.409
34	government	47	0.6843
35	household	41	15.963
36	identification	16	20.346

37	incentive	23	0.7247
38	increase	33	13.334
39	information	39	0.8906
40	institution	35	0.5328
41	investment	37	0.4418
42	knowledge	18	1.241
43	lack	36	0.4557
44	lesson	22	0.6811
45	local government	25	10.709
46	maintenance	34	0.8712
47	measure	35	0.4749
48	methodology	32	1.3
49	municipality	36	0.7129
50	operation	31	0.5254
51	opportunity	33	0.5171
52	organization	31	0.8586
53	outcome	32	0.5361
54	part	42	0.4832
55	performance	51	0.641
56	person	34	0.8263
57	place	17	0.7909
58	planning	50	0.4615
59	population	54	0.3379
60	pressure	36	11.423
61	principle	35	0.8947
62	private sector	18	54.185
63	privatization	20	45.471
64	public private partnership	19	66.746
65	reform	44	17.599
66	region	54	0.5934
67	regulation	36	0.5871
68	relation	21	0.7393
69	resident	22	10.902
70	responsibility	27	0.7119
71	risk	33	0.6579
72	role	64	0.4835
73	sanitation	19	0.6881
74	service delivery	32	0.8983
75	source	51	0.6123
76	south africa	37	0.6456
77	spain	20	2.324

78	stakeholder	30	10.829
79	supply	120	0.1548
80	survey	26	27.188
81	tariff	22	0.7535
82	tool	61	0.7565
83	treatment	36	0.465
84	type	28	0.4747
85	urban water management	23	23.621
86	urban water service	35	11.386
87	user	48	0.3947
88	value	52	0.8228
89	water consumption	25	17.946
90	water demand	61	0.5617
91	water policy	32	0.3254
92	water quality	40	0.5646
93	water resource management	26	0.5335
94	water resources	61	0.7078
95	water scarcity	17	14.159
96	water sector	48	23.256
97	water service provider	30	0.4252
98	water use	30	0.749
99	water utility	41	0.8733
100	willingness	23	2.519
101	work	30	0.362

* *Relevance score* indica o número de publicações em que dois termos ocorrem.

ANEXO II

Termos mapeados pelo VOSviewer que permaneceram na rede

term	occurrences	relevance score*
CLUSTER 1		
climate change	20	18.067
decision	35	0.3235
economy	26	0.3103
knowledge	18	0.6063
planning	50	0.4146
pressure	36	11.326
urban water management	23	14.417
value	52	0.3885
water consumption	25	0.537
water demand	61	0.3558
water resource management	26	0.4963
water resources	61	0.4016
water scarcity	17	1.392
water service provider	30	0.4747
water use	30	0.417
CLUSTER 2		
access	59	0.4426
consumer	23	0.6704
data	74	0.3934
drinking water	36	0.5019
incentive	23	0.8482
sanitation	19	0.5711
service delivery	32	0.5146
supply	120	0.1485
tariff	22	0.6756
treatment	36	0.4393
user	48	0.271
water quality	40	0.4528
willingness	23	0.7318
CLUSTER 3		
governance	45	0.7634
government	47	0.5748
investment	37	0.3987
local government	25	0.8997
private sector	18	60.047

privatization	20	43.949
public private partnership	19	56.138
urban water service	35	10.381
water policy	32	0.2956
water utility	41	0.8564

* *Relevance score* indica o número de publicações em que dois termos ocorrem.

CAPÍTULO II (DOCUMENTO TÉCNICO)

MANUAL PARA INTEGRAR OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NO PLANEJAMENTO, MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS E PROJETOS VOLTADOS À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

1. INTRODUÇÃO

Os seres humanos têm alterado consideravelmente os ecossistemas, sobrecarregando sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais (KREMEN, 2005). Isso se torna ainda mais preocupante quando se trata de água doce, num contexto em que a tendência mundial é de aumento da demanda por esse recurso finito, enquanto rios, lagos e bacias hidrográficas vêm sendo degradados, com esgotamento da água subterrânea, intensificação das secas e inundações (VOLLMER et al., 2018).

O custo destas perdas pode passar despercebido porque o verdadeiro valor do capital natural está ausente das decisões e os serviços ecossistêmicos podem tornar esses benefícios mais explícitos. Muitas iniciativas e pesquisas têm buscado avaliar o estado dos ecossistemas, serviços e as consequências das mudanças dos ecossistemas para o bem-estar humano; e propor metodologias para integrar os valores da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na tomada de decisão, indicando mudanças políticas substanciais (MEA, 2005; TEEB, 2010; IPBES, 2012).

No estado da Bahia, a Política Estadual de Recursos Hídricos do estado da Bahia (Lei nº 11.612 /09) preconiza o desenvolvimento permanente de programas, projetos e ações de preservação, conservação e recuperação dos recursos hídricos, especialmente nascentes e áreas de recargas (BAHIA, 2009). O estado da Bahia tem desenvolvido ferramentas para qualificar a gestão de recursos hídricos, principalmente programas e projetos de investimento em bacias hidrográficas. Porém, carece de métodos para integrar os serviços ecossistêmicos no planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos de gestão que efetivamente resultem em mudanças significativas nos ecossistemas aquáticos, de forma a avaliar como suas políticas afetam esses valiosos serviços.

Por isso, propõe-se um manual para incorporar os serviços ecossistêmicos no planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos voltados à gestão de recursos hídricos. Este documento tem como objetivos: 1) Melhorar o desempenho de programas e projetos voltados à preservação, conservação e recuperação de recursos hídricos; 2) Promover uma visão geral da relação do programa/projeto com os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano; 3) Qualificar os procedimentos de planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos para uma melhor eficiência das ações; 4) Orientar técnicos e gestores que atuam na fiscalização e execução de programas e projetos socioambientais para proteção, conservação, recuperação ou revitalização de ecossistemas aquáticos; e 5) Colaborar em processos de formação de técnicos, gestores ambientais e sociedade civil que atuam no contexto da gestão estadual e municipal de recursos hídricos.

O manual está dividido em diferentes tópicos. Após esta breve introdução, são apresentados alguns conceitos importantes sobre serviços ecossistêmicos e gestão de recursos hídricos e a base teórica fundamental para que o leitor possa compreender o tema. Em seguida, é apresentada a estrutura metodológica do manual, em formato de passo-a-passo, e para cada um dos 04 passos, são propostas matrizes para que o gestor/técnico possa concluir cada etapa. Ao final, o manual disponibiliza, como apêndice, um quadro com recomendações de importantes estudos e avaliações de serviços ecossistêmicos aplicáveis à gestão de recursos hídricos.

2. BASE TEÓRICA FUNDAMENTAL

Neste tópico, são apresentados alguns conceitos importantes para a compreensão do papel dos serviços ecossistêmicos na gestão de recursos hídricos. A seção foi elaborada especialmente para aqueles leitores que não estão familiarizados com o conteúdo, o que é fundamental para a utilização deste manual.

2.1 OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

O conceito de “serviços ecossistêmicos” remonta a década de 1970, com a tentativa de estudiosos de apontar a dependência social e econômica dos recursos naturais, mas o termo só foi introduzido em 1981, por Ehrlich e Ehrlich (HERMANN; SCHLEIFER; WRBKA, 2011). Estudos importantes na década de 90 consolidaram o conceito, mas foi na primeira década do

século XXI que o ele foi reforçado, quando em 2005, os serviços ecossistêmicos entram na arena política, por meio do Millennium Ecosystem Assessment - MEA (Avaliação Ecosistêmica do Milênio) que reuniu 1360 especialistas de 95 países com o objetivo de avaliar as consequências das mudanças dos ecossistemas para o bem-estar humano e a base científica para melhorar a conservação e o uso sustentável desses sistemas.

O MEA conceitua serviços ecossistêmicos como os benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). A capacidade dos componentes naturais em fornecer bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas é atribuída às funções ecossistêmicas ou subconjunto de processos ecológicos que influenciam o estado dos ecossistemas, contribuindo para manutenção da sua integridade, diversidade genética e potencial evolutivo (RICKLEFS, 2003; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio propõe classificar os serviços ecossistêmicos em quatro categorias:

(i) Serviços de provisão: relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover serviços básicos, como alimentos, matéria-prima, energia, recursos genéticos;

(ii) Serviços de regulação: relacionados aos processos ecológicos essenciais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana, como retenção do solo, controle de pragas, purificação d'água, regulação atmosférica;

(iii) Serviços culturais: relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos e espirituais;

(iv) Serviços de suporte: necessários para que os outros serviços existam, como a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

O crescente reconhecimento dos serviços ecossistêmicos também motiva esforços para a sua valoração, que consiste em atribuir valores econômicos aos serviços providos à sociedade pelo ecossistema (SCHULER et al., 2017). O valor de um único serviço, como o abastecimento de água, pode ser avaliado, assim como o valor de um ecossistema em fornecer uma variedade de serviços, como uma bacia hidrográfica (fornecendo água, madeira e recreação) (GRIZZETTI et al., 2016).

Quadro 1. Conceitos importantes para compreensão do Manual proposto.

CONCEITOS
<p>1. Ecossistemas: Sistemas ecológicos complexos, incluindo diferentes tipos de organismos vivendo em uma grande variedade de meios individuais, representando a conexão de muitas comunidades (RICKLEFS, 2003; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). É um complexo dinâmico de animais, plantas e microrganismos e o seu ambiente não vivo, interagindo como uma unidade funcional, e dependendo uns dos outros (KOSMUS; RENNER; ULLRICH, 2012).</p>
<p>2. Serviços Ecossistêmicos: Benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).</p>
<p>3. Processos Ecológicos: incluem todos os processos físicos e químicos e as atividades de organismos vivos que influenciam o estado dos ecossistemas, contribuindo para manutenção da sua integridade, diversidade genética e potencial evolutivo (RICKLEFS, 2003; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).</p>
<p>4. Funções Ecossistêmicas: Capacidade dos processos ecológicos e componentes naturais para fornecer bens e serviços que satisfazem as necessidades humanas, direta ou indiretamente (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). Um serviço pode ser produto de duas ou mais funções do ecossistema; uma única função do ecossistema pode contribuir em dois ou mais serviços ecossistêmicos; ou seja, mesmo que funções e serviços sejam interdependentes, em muitos casos eles podem ser adicionados porque eles representam "produtos conjuntos" do ecossistema (CONSTANZA et al., 1997).</p>
<p>5. Bem-estar humano: Um estado dependente da situação e do contexto, que abarca o material básico para uma boa vida, liberdade e escolha, saúde e bem-estar corporal, boas relações sociais, segurança, paz de espírito e a experiência espiritual (TEEB, 2010). A avaliação dos serviços ecossistêmicos implica em enfocar como o meio ambiente contribui para o bem-estar das pessoas (LANDSBERG et al., 2011).</p>
<p>7. Capital Natural: é a extensão da noção econômica de capital (meios de produção fabricados) para bens e serviços ambientais, ou seja, é o estoque de ecossistemas naturais que produz um fluxo de bens ou serviços ecossistêmicos valiosos no futuro (KOSMUS; RENNER; ULLRICH, 2012).</p>
<p>6. Escala: A maioria dos serviços ecossistêmicos pode ser classificada como operando em escala local, regional, global ou múltipla. Compreender a forma como esses serviços operam é fundamental para planejar as estratégias para planejamento, monitoramento e avaliação dos serviços ecossistêmicos. Reconhecer a dinâmica espaço-temporal dos ecossistemas permite compreender a distribuição de serviços</p>

e benefícios, e auxilia o processo de gestão na medida em que informa onde as intervenções devem ser concentradas (FISHER; TURNER; MORLING, 2009). Todos os esforços de pesquisa devem identificar e ter clareza sobre a (s) escala (s) e a geografia com as quais estão lidando (MAYERS et al., 2009). Essa não é uma etapa simples, e exige uma análise consistente e cuidadosa da literatura para identificação da escala mais apropriada, tendo em vista que a escala pode variar para cada serviço considerado.

2.2 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA ÁGUA

A água doce e o ciclo hidrológico sustentam ecossistemas de águas interiores, incluindo rios, lagos, águas subterrâneas e zonas úmidas; e fornecem serviços culturais, reguladores, que sustentam ecossistemas dependentes de água doce, e de provisão, que contribuem direta e indiretamente para o bem-estar humano (CHOPRA et al., 2005). Alguns exemplos desses serviços e as funções ecossistêmicas a eles relacionadas são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Relação de alguns serviços ecossistêmicos da água, sua categorização e as funções dos ecossistemas às quais estão associados. Para cada serviço, são citados exemplos.

Categoria	Serviço ecossistêmico	Funções ecossistêmicas	Exemplos
PROVISÃO	Abastecimento de água	Armazenamento e retenção de água	Provisionamento de água por bacias hidrográficas, reservatórios e aquíferos
	Alimento	Produção primária bruta extraível como alimento	Produção de peixe, caça, agricultura de subsistência ou pesca
REGULAÇÃO	Regulação da água	Regulação de fluxos hidrológicos	Provisionamento de água para processos de agricultura (como irrigação) ou industrial ou transporte.
	Controle de erosão e retenção de sedimentos	Retenção do solo dentro de um ecossistema	Prevenção da perda de solo pelo vento, escoamento ou outros processos de remoção, armazenamento de palafitas em lagos e zonas úmidas
	Tratamento (natural) de esgoto	Recuperação de nutrientes móveis e remoção ou decomposição de nutrientes e compostos em excesso	Tratamento de resíduos, controle de poluição, desintoxicação
CULTURAL	Recreação	Proporciona oportunidades para atividades recreativas	Ecoturismo, pesca esportiva e outras atividades recreativas ao ar livre

	Cultural	Variedade de características dos ecossistemas com valor estético, espiritual e histórico	Uso da natureza para fins estéticos, artísticos, educacionais, espirituais e / ou científicos dos ecossistemas
--	----------	--	--

Fonte: Adaptado de Constanza et al. (1997); De Groot; Wilson; Boumans (2002).

É importante frisar que os serviços ecossistêmicos prestados pelos ecossistemas aquáticos são diversos e por isso, a lista não deve ser considerada exaustiva e mais serviços podem ser incluídos, especialmente aqueles relevantes para o planejamento e tomada de decisões em bacias hidrográficas (GRIZZETTI et al., 2016).

2.2.1 Pressões e impactos nos ecossistemas aquáticos

As alterações que impactam diretamente a quantidade da água geralmente estão relacionadas às modificações de fluxo (alterações hidrológicas), como (i) quantidade e frequência de barragens, captações de água, irrigação e transferências; (ii) subtração de águas subterrâneas; (iii) mudanças na precipitação e temperatura; e (iv) mudanças no escoamento (GRIZZETTI et al., 2016).

A qualidade da água é outro atributo importante e fundamental para praticamente todos os serviços hidrológicos, como abastecimento de água, recreação, fornecimento de alimentos, etc. Os principais poluentes que afetam a qualidade da água incluem nutrientes, que impulsionam a eutrofização; metais pesados; compostos à base de nitrogênio e enxofre, que causam a acidificação dos ecossistemas de água doce; compostos orgânicos; partículas suspensas, orgânicas e inorgânicas; contaminantes, como bactérias, protistas ou amebas; e salinidade (MEA, 2003).

Quando ocorrem mudanças nos ecossistemas aquáticos, o bem-estar humano pode ser diretamente afetado. Algumas das principais atividades humanas que impactam os ecossistemas aquáticos e conseqüentemente os serviços ecossistêmicos estão destacadas na Tabela 2.

Tabela 2. Atividades humanas que impactam diretamente nos ecossistemas aquáticos.

Atividade humana	Impacto nos ecossistemas	Serviços em risco
1. Drenagem de Terras Úmidas	Elimina componente chave do ecossistema aquático.	Controle de inundação natural, habitat para peixes e aves aquáticas, recreação, purificação

		de água natural
2. Construção de barragens	Altera o tempo e a quantidade dos fluxos dos rios. Temperatura da água, transporte de nutrientes e sedimentos, delta, reintegração de deltas, bloqueio de migrações de peixes.	Provisão de habitat para espécies nativas, pesca recreativa e comercial, e suas economias, produtividade da pesca estuarina
3. Liberação de efluentes de águas poluídas	Diminuição da qualidade de água	Abastecimento de água, habitat, pesca comercial, recreação
4. Desmatamento / uso da terra	Altera os padrões de escoamento, inibe a recarga natural, quantidade e qualidade da vida selvagem	Abastecimento de água, peixes
5. Introdução de espécies exóticas	Elimina as espécies nativas, altera a produção e ciclagem de nutrientes	Pesca desportiva e comercial, aves aquáticas
6. Sobreexploração	Depleção de populações (espécies)	Pesca desportiva e comercial, aves aquáticas, outras populações bióticas
7. Liberação de metais e ácido formando poluentes para a atmosfera	Altera a química dos rios e lagos	Habitat, pesca, recreação, qualidade da água
8. Emissão de poluentes atmosféricos que alteram o clima	Mudanças potenciais nos padrões de escoamento devido ao aumento da temperatura e mudanças na precipitação	Abastecimento de água, energia hidrelétrica, transporte, pesca e habitat dos animais selvagens, diluição da poluição, recreação, pesca, controle de inundações

Fonte: Traduzido e adaptado de MEA (2005).

2.3 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Existem desafios científicos na compreensão sobre como as ações humanas afetam os ecossistemas, sobre a incorporação deste entendimento na tomada de decisões, e desafios ainda maiores em criar instituições eficazes e duradouras para gerenciar, monitorar e oferecer incentivos que reflitam os valores sociais dos serviços ecossistêmicos (DAILY et al., 2009).

Um número crescente de estudos sugerem que incorporar informações sobre serviços ecossistêmicos nas decisões, combinando dados biofísicos, econômicos e sociais, pode levar a decisões que assegurem um conjunto mais amplo de resultados desejados (GUERRY et al., 2015). Integrar os serviços ecossistêmicos na gestão pode ajudar os tomadores de decisão a reconhecer a ampla gama de benefícios proporcionados pelos ecossistemas e pela biodiversidade,

e garantir que a economia da natureza e seus valiosos serviços tornem-se mais visíveis (TEEB, 2010).

No contexto dos serviços ecossistêmicos da água, isso significa “priorizar os investimentos em bacias hidrográficas para garantir o acesso à água potável e benefícios associados, identificando as áreas mais importantes para conservar ou restaurar e como as mudanças melhorarão ou protegerão os serviços ecossistêmicos relacionados à água” (GUERRY et al., 2015). Uma gestão de água sustentável e eficiente envolve, dentre outras estratégias, a conservação das áreas de serviços de água, reabilitação de ecossistemas, proteção de bacias hidrográficas, restauração de áreas como florestas, áreas úmidas e rios, e políticas de incentivo como o pagamento por serviços ambientais (GREEN et al., 2015).

Diversos estudos e avaliações globais de serviços ecossistêmicos recomendam ações específicas na tentativa de preencher lacunas e superar deficiências nas políticas voltadas aos recursos hídricos (APÊNDICE A). Essas recomendações são aplicáveis ao contexto da gestão e podem orientar a avaliação dos serviços ecossistêmicos e a tomada de decisão.

3. APLICAÇÃO PRÁTICA

3.1 RESUMO

A avaliação dos serviços ecossistêmicos implica em: focar como o meio ambiente contribui para o bem-estar das pessoas; reconhecer as relações entre serviços e ecossistemas; o estado, extensão geográfica e composição dos ecossistemas; as atividades humanas que afetam diretamente os ecossistemas e serviços (fatores diretos), por exemplo mudanças no uso e cobertura do solo local, colheita e consumo de recursos, poluição, introdução de espécies invasoras; identificar possíveis fatores demográficos, econômicos, sociopolíticos, culturais, religiosos, científicos e tecnológicos que influenciam tais ecossistemas (fatores indiretos). Estas etapas estão fundamentadas no relatório do Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Propõe-se uma estrutura em forma de 04 passos (Diagnóstico; Priorização Definição de ações; e Monitoramento e Avaliação) para integrar os serviços ecossistêmicos no planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos voltados à gestão de recursos hídricos. Para

cada passo, são propostas questões norteadoras e matrizes para avaliação na prática. A estrutura está resumida a seguir.



3.2 APLICAÇÃO PASSO-A-PASSO

3.2.1 PASSO 1 - Diagnóstico

Nesta etapa, serão analisados os principais ecossistemas e serviços ecossistêmicos associados que podem ser beneficiados pelo programa/projeto, o seu estado e em que escala eles operam. Será feito um levantamento das principais pressões e impactos sobre o estado ecológico dos corpos hídricos em questão e as forças condutoras que determinam mudanças. Os atores beneficiários também precisam ser identificados. Algumas questões norteadoras podem facilitar essa etapa:

1. *Quais ecossistemas e serviços ecossistêmicos são identificados na área de interesse?*
2. *Quais ecossistemas e serviços ecossistêmicos podem ser beneficiados impactados pelo programa/projeto?*
3. *Qual o estado dos serviços ecossistêmicos?*
4. *Quais as principais pressões e impactos sobre os serviços? Quais principais determinantes de mudanças?*
5. *Quem são os beneficiários e como devem participar do processo?*
6. *O programa ou projeto pode reduzir benefícios que derivam desses serviços?*
7. *O programa/projeto depende de quais serviços ecossistêmicos para seu desempenho?*
8. *Em qual escala os serviços ecossistêmicos em questão operam?*

Como Fazer?

a) Ecossistemas, serviços e beneficiários: Utilizar o Quadro 02 para identificar os ecossistemas e serviços, o estado dos serviços ecossistêmicos, as tendências de oferta e demanda e os fatores diretos e indiretos determinantes de mudanças dos serviços, a escala espacial/temporal, e os principais beneficiários, como no exemplo a seguir.

Quadro 02. Matriz para diagnóstico dos serviços ecossistêmicos identificados na área de interesse e aqueles dos quais o projeto depende para o seu desempenho.

Serviços ecossistêmicos	Ecossistema que gera o serviço	Estado do serviço ecossistêmico (++ muito bom, + bom, - ruim, -- muito ruim)	Possíveis tendências futuras = ↑ aumento, → estável, ↓ decréscimo		Determinantes de mudanças	Escala Espacial/ Temporal	Beneficiários
			Oferta	Demanda			
Abastecimento de água	Bacia y	-	↓	↑	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição causada por pesticidas e fertilizantes • Poluição, sobrepastoreio, erosão do solo a partir de animais • Extração de madeira • Produção de biocombustíveis 	Regional	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores e proprietários • Moradores da cidade • Instituições governamentais regionais • Empresas madeireiras • Empresas de biocombustíveis
Alimento (peixes, mariscos etc)	Bacia y	+	→	↑	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição dos rios de e águas subterrâneas por agrotóxicos e fertilizantes • Poluição urbana e industrial • Conversão de áreas úmidas para agricultura 	Local	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenos produtores e comunidades indígenas • Setor de pesca • Setor de habitação • Setor de turismo

Fonte: Adaptado de Kosmus; Renner; Ullrich (2012).

b) Impactos: Após a identificação dos serviços ecossistêmicos, utilizar o Quadro 03 para identificar os principais impactos sobre os serviços ecossistêmicos na área de interesse do programa/projeto, como no exemplo a seguir. Na matriz, a relação entre os impactos e

serviços pode ser classificada como diretamente relevante, a qual se atribui o valor 2; indiretamente relevante, a qual se atribui o valor 1; e não-relevante, a qual se atribui o valor 0 (nulo).

Quadro 03. Matriz para diagnóstico da relação entre os impactos ambientais na área de interesse do programa/ projeto.

Impactos	Serviços								
	Provisão		Regulação			Cultural		Suporte	
	P1 - abastecimento de água	P2 – Alimento (peixes, mariscos etc)	R1- Controle de erosão	R2 - Tratamento (natural) de esgoto	R3 – Manutenção da qualidade de água	C1- Recreação	C2- Valores culturais, espirituais e religiosos	S1 – Manutenção da produção primária	S2 – Manutenção da diversidade biológica
Alteração da qualidade das águas superficiais	2	2	0	2	2	1	1	2	2
Drenagem de Terras Úmidas	2	1	1	2	2	1	1	0	1
Alteração do nível e fluxo das águas subterrâneas	2	0	0	0	0	0	0	0	0

0 (nulo) = não apresenta relação relevante; 1 = apresenta relação indireta; 2 = apresenta relação direta.

Fonte: Adaptado de Longo; Rodrigues (2017).

3.2.2 PASSO 2 - Priorização

Cada programa ou projeto deve desenvolver seu próprio método de priorização de serviços ecossistêmicos, o qual se adequará à sua realidade. O importante é estabelecer critérios claros de priorização visando uma maior eficiência das ações. Algumas questões norteadoras podem facilitar essa etapa:

- 1. Existem serviços previamente prioritários no escopo do programa/projeto?*
- 2. O programa/projeto pode afetar a habilidade dos beneficiários em se beneficiarem deste serviço?*
- 3. O serviço é importante para o meio de subsistência, saúde, segurança ou cultura dos beneficiários?*
- 4. Os beneficiários têm alternativa de acesso ao serviço ecossistêmico em questão?*
- 5. Surgem potenciais áreas de competição ou conflito por tais serviços?*

Como Fazer?

Identificar quais ecossistemas e serviços podem ser impactados pelo programa/projeto e reconhecer as interações causais entre o projeto, o bem-estar humano e os fatores diretos e indiretos das mudanças, são etapas fundamentais. O programa/projeto tanto pode impactar os ecossistemas, levando a mudanças no bem-estar dos beneficiários de várias maneiras, quanto pode ser impactado por elas, assim como pode contribuir com os fatores diretos e indiretos na aceleração ou desaceleração de mudanças nos ecossistemas (LANDSBERG et al., 2011). Em contrapartida, assim como pode melhorar ou prejudicar os serviços ecossistêmicos, o projeto também depende deles para o seu pleno sucesso e neste caso os ecossistemas precisam ser bem gerenciados. Este aspecto pode se tornar um critério de priorização, como exemplificado no Quadro 04.

Quadro 04: Priorização de serviços ecossistêmicos de acordo com o grau de dependência do programa/projeto. Quanto maior o número de pontos, maior a tendência de priorização.

Serviço Ecossistêmico	Este serviço foi determinado em edital ou termo de referência do programa ou projeto como prioritário ? 2 – Sim 1 - Talvez 0 - Não	O serviço é importante para o meio de subsistência, saúde, segurança ou cultura dos beneficiários? 2 – Sim 1 - Talvez 0 - Não	Os beneficiários têm alternativa de acesso a esse serviço? 0 – Sim 1 - Talvez 2 - Não	Surgem potenciais áreas de competição ou conflito por tais serviços? 2 – Sim 1 - Talvez 0 - Não	Grau de dependência do projeto deste serviço? 0 = Baixa 1 = Média 2 = Alta	Soma de Pontos
Provisão						
Abastecimento de água	2	2	2	2	2	10
Alimento (peixes, mariscos, etc)	0	1	0	1	0	2
Regulação						
Controle da erosão	2	2	1	2	2	9
Manutenção da qualidade de água	0	2	2	2	0	6
Cultural						
Recreação	0	2	0	2	1	5
Valores culturais, espirituais e religiosos	0	2	2	2	1	7
Suporte						
Manutenção da produção primária	0	2	1	1	1	5
Manutenção da diversidade biológica	2	2	2	2	2	10

Fonte: Adaptado de Landsberg et al. (2011)

3.2.3 PASSO 3 - Definição de ações e indicadores

Uma vez que os serviços ecossistêmicos tenham sido priorizados, os termos de referência dos programas e projetos voltados à preservação, conservação ou recuperação recursos hídricos, precisam declarar explicitamente as ações a serem conduzidas pela equipe ou empresa em relação

aos serviços ecossistêmicos, exigindo uma avaliação integrada e observando sua contribuição para o bem-estar dos beneficiários e / ou desempenho do programa/projeto. Algumas questões norteadoras podem facilitar essa etapa:

- 1. As ações são realistas, exequíveis, consensuadas com os beneficiários e atendem às políticas que normatizam a gestão de recursos hídricos?*
- 2. Existem capacidade institucional e recursos financeiros, técnicos e humanos para executar as ações?*
- 3. Quem são os principais parceiros e instituições envolvidas para sua implementação?*
- 4. Como os impactos das ações serão monitorados e avaliados (indicadores)?*
- 5. As ações são passíveis de continuidade após a conclusão do programa/projeto (governança)?*

Como Fazer?

a) Ações: As ações podem ser definidas de acordo com o grau de significância sobre os serviços ecossistêmicos (Quadro 05). Na matriz, é atribuído o valor 2 para significância alta; valor 1 para significância média e o valor 0 (nulo) quando não há significância. Esta etapa permite identificar se as ações são realistas, exequíveis e contribuem significativamente para a melhoria ou manutenção dos serviços ecossistêmicos. É importante consensuar as ações com os interesses dos beneficiários e identificar se há capacidade institucional, recursos financeiros, técnicos e humanos para executar as ações e se as mesmas atendem às políticas que normatizam a gestão de recursos hídricos. A escolha das ações não dependerá de uma maior pontuação total, mas sim do valor de significância em relação ao serviço considerado prioritário para o programa ou projeto. Por exemplo, considerando o exemplo do Quadro 5, caso o serviço prioritário seja o controle da erosão, a ação 1 seria a mais indicada.

Quadro 05. Significância de impacto do projeto sobre os serviços ecossistêmicos.

Ação prevista no programa/projeto	Provisão		Regulação			Cultural		Suporte	
	P1- abastecimento de água	P2 – Alimento (peixes, mariscos etc)	R1- Controle de erosão	R2 - Tratamento (natural) de esgoto	R3 – Manutenção da qualidade de água	C1- Recreação	C2- Valores culturais, espirituais e religiosos	S1 – Manutenção da produção primária	S2 – Manutenção da diversidade biológica
Ação 1	2	2	2	1	2	1	1	2	1
Ação 2	0	0	0	0	1	2	2	1	1
Ação 3	0	2	1	2	2	0	0	2	2

Valores de significância: 0 (nulo) = Baixa; 1 = Média; 2 = Alta.

Fonte: Elaboração própria com base em Landsberg et al. (2011) e Longo; Rodrigues (2017).

b) Indicadores: Previamente a qualquer processo de monitoramento e avaliação, é preciso definir indicadores. Diversas abordagens têm sido utilizadas para avaliar serviços ecossistêmicos, mas, embora diferentes estruturas de indicadores tenham sido sugeridas, ainda é difícil generalizar indicadores para aplicação nos diversos ecossistemas (PARRON et al., 2015). Grizzetti et al.(2016) propõem uma lista de indicadores para serviços ecossistêmicos de água com base na revisão de literatura. A lista é baseada na *capacidade* do ecossistema de fornecer o serviço; no *fluxo* real do serviço; e nos *benefícios* e está exemplificada no Quadro 06.

Quadro 06. Alguns exemplos de indicadores para avaliação biofísica de serviços ecossistêmicos.

Serviços ecossistêmicos	Capacidade	Fluxo	Benefício
Alimento (peixes)	Status da população de peixes (composição de espécies, estrutura etária, biomassa)	Captura de peixe	Número de pescadores
	Abundância de peixe	Produtividade dos alimentos do mar	Empregos na pesca
	Condição dos estoques de peixes	Vegetação selvagem usada na gastronomia	Produtos de peixe como porcentagem do total de proteína animal na dieta das pessoas
		Produção de peixe a partir	

	Estrutura da rede alimentar Número de espécies selvagens utilizadas para alimentação humana	de fontes sustentáveis (por exemplo, dentro de limites biológicos seguros, pesca certificada / viável...)	Valor dos desembarques de peixe e marisco, ou valor das vendas de aquacultura
Abastecimento de água (beber)	Disponibilidade de água superficial Total de recursos de água doce Salinidade do rio Abastecimento de água acessível aos seres humanos Capacidade de armazenamento de água	Consumo de água para beber Água abstraída Índice de exploração de água Uso consuntivo da água pelo usuário final	Proporção da população que utiliza uma fonte melhorada de água potável Proporção de cidades que obtêm abastecimento de água de áreas protegidas População com estresse hídrico Requisitos totais de água
Purificação da água	Indicadores sobre a qualidade da água superficial (por exemplo, dados microbiológicos, DBO, concentração de fosfato, condições de oxigênio, estado saprobiológico, matéria suspensa) Indicadores sobre a qualidade das águas subterrâneas (por exemplo, pesticidas, metais vestigiais, poluentes emergentes) Concentração de nutrientes Estado ecológico Área ocupada por matas ciliares Presença de várzeas, pântanos, estuários ou mangues Presença / distribuição de macroalgas	Cargas de nutrientes Retenção de nutrientes Absorção de nutrientes por organismos Remoção de nutrientes por zonas úmidas Quantidade de resíduos processados pelos ecossistemas Sedimentação e acumulação de matéria orgânica	Acesso a água potável Valor do tratamento de resíduos do ecossistema e purificação da água Custo do tratamento de efluentes ou redução de nutrientes

Fonte: Adaptado de Grizzetti et al., 2016.

É importante destacar que cada programa/projeto deverá definir seus indicadores, de acordo com a necessidade, realidade e capacidade de execução. Além disso, é importante destacar que os indicadores (e os recursos científicos, técnicos, humanos e financeiros para sua mensuração) precisam estar previstos no escopo do programa/projeto.

3.2.4 PASSO 4 - Monitoramento e avaliação

É nesta etapa que devem ser avaliados os resultados do programa/projeto sobre os serviços ecossistêmicos. O ideal é que o monitoramento e avaliação sejam feitos continuamente, ao longo de toda a execução do projeto. Algumas questões norteadoras podem facilitar essa etapa:

1. *Quais os principais impactos positivos e negativos do programa ou projeto sobre os serviços ecossistêmicos?*
2. *Como o aprendizado será gerado, compartilhado e comunicado?*

Como Fazer?

As ações do programa/projeto podem provocar um aumento, decréscimo ou estabilidade nos serviços ecossistêmicos. Essa avaliação ao longo da execução do programa/projeto permite mensurar a eficácia das atividades e propor soluções para melhoria, caso necessário, sem comprometer o resultado esperado. O Quadro 07 é uma proposta de matriz para avaliar a efetividade das ações, conforme exemplo a seguir:

Quadro 07. Monitoramento e avaliação do impacto do programa/projeto sobre os serviços ecossistêmicos

Ação prevista no programa/projeto	Provisão		Regulação			Cultural		Suporte	
	P1 - abastecimento de água	P2 – Alimento (peixes, mariscos etc)	R1 - Controle de erosão	R2 - Tratamento (natural) de esgoto	R3 – Manutenção da qualidade de água	C1 - Recreação	C2- Valores culturais, espirituais e religiosos	S1 – Manutenção da produção primária	S2 – Manutenção da diversidade biológica
Ação 1	→	↑	↑	→	↑	→	→	↑	↑
Ação 2	→	↑	↑	→	↑	→	→	↑	↑
Ação 3	→	→	→	↑	↑	→	→	→	→

Valores de significância: ↑ aumento, → estável, ↓ decréscimo

Fonte: Elaboração própria, com base em Kosmus; Renner; Ullrich (2012) e Longo; Rodrigues (2017).

É importante estabelecer um cronograma de avaliação, tanto durante a execução quanto ao final do programa ou projeto, para que as possíveis lacunas possam ser minimizadas ao longo do processo e nos próximos programas e projetos de gestão. É importante destacar a importância da participação dos beneficiários no processo de monitoramento e avaliação. Além disso, todas as informações devem ser compartilhadas e divulgadas por meio de peças comunicativas, mídias digitais/sociais, relatórios, dentre outras estratégias.

A avaliação de serviços ecossistêmicos é apenas mais uma etapa dentro do planejamento, monitoramento e avaliação de programas e projetos e não substitui outras etapas já previstas no âmbito da gestão ambiental e de recursos hídricos. Mas, integrar os serviços ecossistêmicos nos programas e projetos de gestão pode otimizar o bem-estar econômico e social, assegurando a sustentabilidade ecológica e conseqüentemente o bom desempenho e resultado das políticas públicas de gestão de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- BAHIA. Lei nº 11.612 de 08 de outubro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. 2009.
- BRAUMAN, K.; FREYBERG, D.L.; DAILY, G.C. Impacts of Land-Use Change on Groundwater Supply: Ecosystem Services Assessment in Kona, Hawaii. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v.141, n. 12, A4014001, 2014.
- CHOPRA, K.; LEMANS, R.; KUMAR, P.; SIMONS, H. Ecosystem services and human well-being: Policy responses. Findings of the responses working group of the millennium ecosystem assessment. *The Millennium Ecosystem Assessment Series*, v. 3. Washington DC: Island Press, 2005. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org>. Acesso em 15 set. 2018.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 1, p. 3-15, 1997.
- DAILY, G.C.; Polasky, S.; Goldstein, J.; Kareiva, P.M.; Mooney, H.A.; Pejchar, L.; Ricketts, T.H.; Salzman, J.; Shallenberger, R. Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers of Ecology and Environment*, v. 7, n.1, p. 21-28, 2009.
- DE GROOT, R. S. DE; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A. Typology for the classification for the description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, p. 1-20, 2002.

DUDLEY, N.; HARRISON, I.J.; KETTUNEN, M.; MADGWICK, J.; MAUERHOFER, V. Natural solutions for water management of the future: freshwater protected areas at the 6th World Parks Congress. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v.26, n. 1, p.121-132, 2016

FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, v.68, n.3, p. 643-653, 2009.

GREEN, P.A.; VÖRÖSMARTY, C.J.; HARRISON, I.; FARRELL, T.; SÁENZ, L.; FEKETE, B.M. Freshwater ecosystem services supporting humans: Pivoting from water crisis to water solutions. *Global Environmental Change*, v.34, p.108-118, 2015.

GRIZZETTI, B.; LANZANOVA, D.; LIQUETE, C.; REYNAUD, A.; CARDOSO, A.C. Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science & Policy*, v.61, p.194–203, 2016.

GUERRY, A.D.; POLASKY, S.; LUBCHENCO, J.; CHAPLIN-KRAMER, B.R.; DAILY, G.C.; GRIFFIN, R.; RUCKELSHAUS, M.; BATEMAN, I.J.; DURAIAPPAH, A.; ELMQVIST, T.; FELDMAN, M.W.; FOLKE, C.; HOEKSTRA, J.; KAREIVA, P.M.; KEELER, B.L.; LI, S.; MCKENZIE, E.; OUYANG, Z.; REYERS, B.; RICKETTS, T.H.; ROCKSTRÖM, J.; TALLIS, H.; VIRA, B. Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. *PNAS*, v. 112, n. 24, p. 7348–7355, 2015.

HERMANN, A.; SCHLEIFER, S.; WRBKA, T. The Concept of Ecosystem Services Regarding Landscape Research : A Review. *Living Review In Landscape Research*, v. 5, n. 1, p. 1–37, 2011.

IPBES – Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2012. Disponível em: <https://www.ipbes.net>. Acesso em 17 nov. 2018.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, v.8, p. 468–479, 2005.

VOLLMER, D.; SHAAD, K.; SOUTER, N.J.; FARRELL, T.; DUDGEON, D.; SULLIVAN, C.A.; FAUCONNIER, I.; MACDONALD, G.M.; MCCARTNEY, M.P.; POWER, A.G.; MCNALLY, A.; ANDELMAN, S.J.; CAPON, T.; DEVINENI, N.; APIRUMANEKUL, C.; NG, C.N.; SHAW M. R.; WANG, R.Y.; LAI, C.; WANG, Z.; REGAN, H.M. Integrating the social, hydrological and ecological dimensions of freshwater health: The Freshwater Health Index. *Science of the Total Environment*, v.627, p. 304–313, 2018.

LANDSBERG, F.; OZMENT, S.; STICKLER, M.; HENNINGER, N.; TREWEEK, J.; VENN, O; MOCK, G. Ecosystem Services Review for Impact Assessment: Introduction and Guide to Scoping. *WRI Working Paper*. World Resources Institute, Washington DC. 2011. Disponível em: <<http://www.wri.org/publication/ecosystem-services-review-for-impact-assessment>> Acesso em 25 nov. 2018.

KOSMUS, M.; RENNER, I.; ULLRICH, S. Integração de serviços ecossistêmicos ao planejamento do desenvolvimento. *Deutsche gesellschaft fur internationale zusammenarbeit*, 2012.

LONGO, M.H.C; RODRIGUES, R.R. Análise de serviços ecossistêmicos na Avaliação de Impacto Ambiental: proposta e aplicação em um empreendimento minerário. *Desenvolvimento e Meio Ambiente, Edição Especial: Avaliação de Impacto Ambiental*, v. 43, p. 103-125, dez. 2017.

PARRON, L.M.; GARCIA, J.R.; DE OLIVEIRA, E.B.; BROWN, G.G.; PRADO, R.B. Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*, Brasília, DF, p. 29-33, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129911/1/Lucilia-LivroServicosAmbientais-Cap1.pdf>. Acesso em 10 fev.2019.

PONETTE-GONZÁLEZ, A. G.; BRAUMAN, K.A.; MARÍN-SPIOTTA, E.; FARLEY, K.A.; WEATHERS, K.C.; YOUNG, K.R.; CURRAN, L.M. Managing water services in tropical regions: From land cover proxies to hydrologic fluxes. *Ambio*, v. 44, n. 5, p. 367–375, 2015.

MAYERS, J.; BATCHELOR, C.; BOND, I.; HOPE, R. A.; MORRISON, E.; WHEELER, B. Water ecosystem services and poverty under climate change: Key issues and research priorities. International Institute for Environment and Development, London, UK. *Natural Resource Issues*, n. 17, 2009.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: *Synthesis*. Island, Washington, DC, 2005.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: *A Framework for Assessment*. Island Press, Washington, DC., 70p, 2003.

RICKLEFS, R.E. A economia da natureza. 5ª. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2003.

SCHULER, A.E.; PRADO, R.B., FIDALGO, E.C.C.; TURETTA, A.P.D.; DIEDERICHSEN, A.; VEIGA, F.; ATANAZIO, R., DOS SANTOS, D.G; MARTINS, A.L. Serviços ambientais hídricos. *In Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos – Seleção de áreas e monitoramento*, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em 04 mar. 2019.

TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity. The economics of ecosystems and biodiversity in national and international policy making. *Earthscan*, London & Washington, 2010.

APÊNDICE A - Recomendações de importantes estudos e avaliações de serviços ecossistêmicos aplicáveis à gestão de recursos hídricos.

ESTRATÉGIA	RECOMENDAÇÕES	FONTE
Visibilidade aos valores da natureza	<ul style="list-style-type: none"> • Tomadores de decisão devem dispor medidas para avaliar e comunicar o papel da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na atividade econômica e para o bem-estar humano; • Analisar como os custos e os benefícios dos serviços ecossistêmicos são distribuídos entre os diferentes setores da sociedade, em diferentes localidades e ao longo do tempo; • Aumentar a transparência das informações relacionadas à gestão da água e melhora da representação das partes interessadas marginalizadas. 	<p>(TEEB, 2010)</p> <p>(MEA, 2005)</p>
Abordagem integrada	<ul style="list-style-type: none"> • Otimizar o bem-estar econômico e social, assegurando a sustentabilidade ecológica, integrando o conhecimento das partes interessadas e as múltiplas perspectivas disciplinares; negociar as compensações entre as diferentes necessidades humanas e ecossistêmicas, ao mesmo tempo em que apoiam a sustentabilidade e exigem o envolvimento das partes interessadas para explicitar toda a gama de valores (não apenas valores econômicos); • O Capital natural deve ser considerado de modo rotineiro nas Políticas econômicas, comerciais e de desenvolvimento, por exemplo, integrando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos nas avaliações de impacto de novas legislações, acordos e investimentos; • Exemplos: a) Atividades de transporte, energia e mineração, por exemplo, considerando o valor da natureza na legislação, nos investimentos de infra-estrutura e nos licenciamentos, fiscalizações e imposições; b) Práticas agrícolas, florestais e pesca, por exemplo, integrando o valor da biodiversidade ou os custos de sua perda nas avaliações e reformulações de instrumentos e políticas existentes; c) desenvolvimento de políticas e planos nos níveis local, regional e nacional; d) compras públicas e consumo privado, por exemplo, por meio de abordagens como certificações e rotulagem ambiental. 	<p>(GRIZZETTI et al., 2016)</p> <p>(TEEB, 2010)</p>
Contabilizar incertezas	<ul style="list-style-type: none"> • Em circunstâncias de incertezas ou desconhecimento sobre alguns potenciais, as políticas devem ser prudentes e incluir abordagens complementares, como um ‘padrão mínimo de segurança’ ou o ‘princípio da precaução’. Ou seja, é recomendável que o erro favoreça a cautela e a conservação. 	(TEEB, 2010)
Investimentos em tecnologias	<ul style="list-style-type: none"> • Investimentos em ciência agrícola e tecnologia e gestão de recursos naturais (em especial a água) para apoiar uma nova revolução agrícola para atender às necessidades alimentares mundiais; • Aplicação de uma combinação de mecanismos regulatórios e de incentivo e de mercado para reduzir o uso excessivo de nutrientes; • Desenvolver parcerias público-privadas para o financiamento 	(MEA, 2005)

	de novas infra-estruturas e tecnologias de abastecimento, particularmente para fins municipais e industriais.	
Áreas Protegidas	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer sistemas de administração nacionais e regionais de áreas protegidas que sejam abrangentes, representativos, efetivos e equitativos de maneira a permitir a conservação da biodiversidade e a manter uma maior variedade de serviços ecossistêmicos. • Uma estratégia abrangente é necessária para a integração de áreas protegidas nos serviços nacionais de água. 	(TEEB, 2010) (DUDLEY et al., 2016)
Incorporar os princípios da governança	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver instituições que obtenham representação e participação de partes interessadas como parte de sistemas de governança adaptativos; • Descentralização democrática dos processos decisórios; • Mecanismos participativos; • Organizações de bacias hidrográficas (escala internacional ou regional); • Gestão integrada dos recursos hídricos e planejamento da bacia; • Capacitação institucional. 	(MEA, 2005)
Mecanismos regulatórios e de alocação	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver sistemas de limite e comércio para evitar a exploração excessiva dos recursos hídricos, melhorar a qualidade da água e mitigar a degradação do ecossistema (comércio de nutrientes, banco de mitigação de água subterrânea, banco de mitigação de zonas úmidas); • Melhorar a alocação de direitos aos recursos de água doce para alinhar os incentivos às necessidades de conservação; • Regulamentação rigorosa da pesca; • Maior ênfase no uso do ambiente natural e medidas não-estruturais para o controle de inundações; • Estabelecimento de sistemas regulatórios apropriados para reduzir os impactos ambientais prejudiciais da aquicultura; • Reforma da gestão para incentivar o desenvolvimento sustentável da pesca e proteção do habitat e da biodiversidade. 	(MEA, 2005) (MEA, 2005) (GUERRY, et al., 2015)
Infra-estrutura ecológica e mudança climática	<ul style="list-style-type: none"> • A conservação e a restauração dos ecossistemas devem ser vistas como uma opção viável de investimento, em apoio a uma série de metas políticas que incluam a segurança alimentar, o desenvolvimento urbano, a purificação da água e o tratamento de efluentes, o desenvolvimento regional, a mitigação e adaptação climáticas; • Os projetos de investimento em bacias hidrográficas devem ser projetados com a mudança climática em mente, uma vez que o clima alternativo é projetado para os ecossistemas de estresse e as funções ecoidrológicas associadas. 	(TEEB, 2010) (PONETTE-GONZÁLEZ et al., 2015).
Redução da pobreza	<ul style="list-style-type: none"> • A relação de dependência do homem com os serviços ecossistêmicos e especialmente seu papel como subsistência para muitas famílias pobres precisa ser mais integrado nas políticas; • Assegurar o acesso equitativo e manter o fluxo de serviços fornecidos pela natureza; 	(TEEB, 2010)

	<ul style="list-style-type: none">• Manter ou a reconstruir a infra-estrutura ecológica pode trazer grandes contribuições para a redução da pobreza.	
Divulgação e Compensação	<ul style="list-style-type: none">• Os relatórios anuais devem revelar todas as grandes externalidades, incluindo as ambientais e as mudanças nos ativos naturais, que atualmente não são incluídas nas contas legais;• As metodologias, métricas e padrões para uma gestão sustentável e uma contabilidade integrada da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos devem ser prioridade.	(TEEB, 2010)

Fonte: Elaboração própria.