



Cavalcanti de Albuquerque, H., e D. M. de S. Abessa. 2019. Poluição química em Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas do Brasil: revisão sistemática e notas sobre a produção científica. *Revista Costas*, 1(1): 41-58. doi: 10.26359/costas.0103

Poluição Química em Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas do Brasil: Revisão Sistemática e Notas sobre a Produção Científica

Heitor Cavalcanti de Albuquerque e Denis M. de S. Abessa*

*e-mail: denis.abessa@unesp.br

Núcleo de Estudos sobre Poluição e Ecotoxicologia Aquática - Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Praça Infante Dom Henrique s/n, 11330-900 - São Vicente, SP, Brasil

Keywords: Coastal and marine ecosystems; biodiversity conservation; marine ecotoxicology; scientific knowledge; empty review.

Abstract

The Brazilian "Coastal and Marine Conservation Units" (UCCM) aim to promote the conservation of the biodiversity and to manage and restore the fish stocks. Therefore, it is essential that the UCCM safeguard the integrity of the ecosystems, avoiding the degradation of the natural areas. Despite the legal guarantee of the conservation of the natural aspects in the UCCM, external stressors can degrade the environment and compromise the determined objectives for the protected area. Pollution caused by chemicals is one of the factors that threaten the integrity of protected coastal and marine ecosystems. However, at the global level, studies evaluating pollution and its impacts within protected areas are scarce. Therefore,

Submitted: September 2018

Reviewed: October 2018

Accepted: February 2019

Associate Editor: Marínez Scherer

through a systematic review of publications indexed on a scientific databases, this work developed an initial diagnosis of the studies that evaluate the environmental quality of the UCCM. We found only 11 studies, concentrated in the Southeast region of Brazil. The studies were carried out in six UCCM, four in São Paulo and two in Rio de Janeiro, of five categories: Environmental Protection Area and Extractive Reserve, classified as Sustainable Use; and among those of Integral Protection, Ecological Station, Park and Biological Reserve. At the national level, the six UCCM studied reach only 3.09% of the existing 194 UCCM. Some type of environmental degradation within the UCCM was reported by seven studies in half of the UCCM studied. By indicating little scientific knowledge about chemical pollution within UCCM and environmental degradation in some of the UCCM studied, the results of this work confirm that the undervalued impacts of chemical pollution are worrying and crucial factors to be overcome in order to achieve biodiversity conservation objectives. It is suggested that existing research groups in the area of ecotoxicology and environmental chemistry should consider the urgent need for environmental assessment studies on chemical pollution in UCCM, possibly incorporating the research line on future projects.

Resumo

As Unidades de Conservação costeiras e marinhas (UCCM) tem como objetivo promover a conservação da biodiversidade e manejar e restaurar os estoques pesqueiros. Para isso, é essencial que as UCCM garantam a integridade dos ecossistemas, evitando a degradação da qualidade ambiental das áreas naturais. Apesar da garantia legal da conservação dos aspectos naturais nas UCCM, fatores de estresse externos podem degradar o ambiente e comprometer os objetivos determinados para a área protegida. A poluição causada por substâncias químicas é um dos fatores que ameaçam a integridade dos ecossistemas costeiros e marinhos protegidos. Entretanto, em âmbito global, estudos avaliando a poluição e seus impactos dentro das áreas protegidas são escassos. Portanto, através de uma revisão sistemática de publicações indexadas em bases científicas, este trabalho desenvolveu um diagnóstico inicial dos estudos que avaliam a qualidade ambiental das UCCM. Foram encontrados somente 11 estudos, concentrados na região Sudeste do Brasil. Os estudos foram realizados em seis UCCM, quatro em São Paulo e duas no Rio de Janeiro, de cinco categorias: Área de Proteção Ambiental e Reserva Extrativista, classificadas como de Uso Sustentável; e, dentre as de Proteção Integral, Estação Ecológica, Parque e Reserva Biológica. Em âmbito nacional, as seis UCCM estudadas atingem somente 3,09% das 194 UCCM existentes. Algum tipo de degradação ambiental dentro das UCCM foi relatado por sete estudos em metade das UCCM estudadas. Ao indicarem escasso conhecimento científico sobre poluição química dentro das UCCM e degradação ambiental em algumas UCCM estudadas, os resultados deste trabalho ratificam que os impactos subavaliados da poluição química são fatores preocupantes e cruciais a serem contornados para que os objetivos de conservação da biodiversidade sejam atingidos. Sugere-se que os grupos de pesquisa já existentes na área da ecotoxicologia e da química ambiental devem atentar para a urgente necessidade de estudos sobre avaliação ambiental quanto à poluição química nas UCCM, possivelmente incorporando a linha de pesquisa em seus questionamentos e em projetos futuros.

Palavras-chave: ecossistemas costeiros e marinhos; conservação da biodiversidade; ecotoxicologia marinha; conhecimento científico; empty review.

1. Áreas Protegidas e Unidades de Conservação

Com o intuito de atingir o objetivo de conservação da biodiversidade e, conseqüentemente, a manutenção dos serviços ecológicos, uma das abordagens práticas criadas foi o estabelecimento de áreas protegidas, as quais são definidas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) como “áreas terrestres e/ou marinhas dedicadas à proteção e manutenção da diversidade biológica, e de recursos naturais e culturais associados, e administrados através de meios legais ou outro efetivo” (UICN, 2008). Elas são consideradas como uma das mais efetivas ferramentas para a conservação da biodiversidade, podendo diminuir significativamente a degradação de habitats, a exploração excessiva, a poluição e a invasão de espécies exóticas (Possingham *et al.*, 2006). Mas sua efetividade depende, essencialmente, da implantação e administração baseadas nos princípios que devem permear os esforços de conservação: a *evolução* é o axioma que une toda a biologia; a *ecologia* é dinâmica e não equilibrada; e a *presença humana* deve ser considerada nos planos de conservação (Meffe *et al.*, 2006). Desta maneira, uma área protegida deve garantir a manutenção dos processos ecológicos e evolutivos enquanto mitiga os efeitos negativos das atividades antropogênicas.

No Brasil, as áreas protegidas são determinadas por um amplo arcabouço jurídico, podendo ser citadas como tais as Áreas de Preservação Permanente, as Reservas Legais, e as Unidades de Conservação (UC) (Ganem, 2010; Brasil, 2012). As UC são definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985 de 2000, como “espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção” (Brasil, 2000), e dividem-se em dois grupos, os quais subdividem-se em diferentes categorias com características e objetivos específicos. Um desses grupos constitui as UC de Proteção Integral, que possuem o objetivo de “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos” (Brasil, 2000). Já o outro grupo, das UC de Uso Sustentável, tem como principal objetivo “compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais” (Brasil, 2000).

2. Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas

Apesar do SNUC não diferenciar entre UC terrestres e marinhas, as UC localizadas nas áreas costeiras e marinhas são equivalentes às *Marine and Coastal Protected Areas*, ou, em português, Áreas Marinhas e Costeiras Protegidas (AMCP). As AMCP são definidas de acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), de maneira alinhada com a definição de áreas protegidas da UICN, como:

Áreas dentro ou adjacentes ao ambiente marinho, em conjunto com suas águas sobrepostas e flora e fau-

na associadas, e características históricas e culturais, que têm sido reservadas por legislação ou outros meios eficazes, incluindo personalizado, com efeito de que sua biodiversidade marinha e/ou costeira goze de um nível de proteção mais elevado do que os seus arredores. (UNEP, 2004 – tradução livre dos autores).

Segundo o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II Decreto nº 5.300 de 2004 (Brasil, 2004), a zona costeira brasileira é o espaço geográfico composto

pela faixa terrestre, delimitada pelos limites dos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos que ocorrem na zona costeira, e pela faixa marítima, constituída pelo mar territorial, que possui largura de 12 milhas náuticas a partir das linhas de base. Por sua vez, a zona marinha brasileira é dividida em diferentes espaços marinhos pela Lei do Mar (Lei nº 8.617 de 1993), redigida de acordo com as decisões da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (1982), e se estende desde as linhas de base, passando pelas 12 milhas náuticas do mar territorial, até 200 milhas náuticas da Zona Econômica Exclusiva, ou até o limite da plataforma continental estendida, e inclui áreas ao redor das ilhas oceânicas brasileiras que estão além desse limite (MMA, 2010; Silva, 2013).

Historicamente no Brasil, assim como em diversos países do mundo, as zonas costeira e marinha têm sido cenário de intenso desenvolvimento urbano e industrial (Moraes, 1995; Egler, 1996) por conta da grande variedade de bens e serviços ambientais obtidos a partir dos processos ecológicos dos seus ecossistemas. Portanto, impactos diretos e indiretos em decorrência desta ocupação e uso têm causado alterações significativas na estrutura desses ecossistemas, afetando a própria provisão dos bens e serviços ambientais (Halpern *et al.*, 2008; Worm *et al.*, 2006; Jackson *et al.*, 2001). Inicialmente, a criação de UCCM no Brasil objetivou estritamente a conservação da biodiversidade e proteção dos ambientes marinhos (Kalikoski e Vasconcellos, 2011). Posteriormente, a fim de responder às demandas socioeconômicas e inserindo mecanismos de conservação para alcançar o desenvolvimento sustentável, as UCCM também assumiram o papel de ferramentas para o manejo e recuperação dos estoques pesqueiros, sendo este objetivo incorporado como diretriz destas áreas no Plano Estratégico Nacional das Áreas Protegidas (PNAP) em 2006.

Segundo o Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos do Brasil, publicado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2010,

existiam, considerando UC federais e estaduais, 194 UC na zona costeira e marinha do Brasil compostas por variadas categorias de manejo. Essas UCCM são divididas de maneira não uniforme na zona costeira e poucas são as áreas eminentemente marinhas, resultando numa baixa representatividade dos ecossistemas marinhos em proteção (Prates *et al.*, 2007).

Em 2010, o MMA também identificou, observando as UC federais e estaduais com porção marinha ou integralmente marinha, que apenas 1,57% de toda a área do bioma marinho no Brasil estava dentro de UC, dos quais somente 0,13% encontrava-se em UC de Proteção Integral. Considerando a área total das zonas costeira e marinha em conjunto, a porcentagem que estava dentro de algum tipo de UC sobe para 3,14%, porém, um valor ainda abaixo da meta de 10% para 2020 proposta internacionalmente pelas Metas de Aichi de Biodiversidade definidas na 10ª Conferência das Partes de 2010 da CDB e mantida pela Comissão Nacional da Biodiversidade (Conabio), responsável pela implementação dos compromissos assumidos pelo Brasil na CDB. Apesar da criação de grandes UC marinhas desde 2010, como o Refúgio de Vida Silvestre do Arquipélago de Alcatrazes, ao considerar a efetividade das UC, como ressaltado nas metas do Conabio ao mencionar a “conservação efetiva” (MMA, 2010), os dados sobre conservação ficam mais preocupantes.

A diferença entre a representatividade dos ecossistemas e a efetividade de conservação são observáveis de modo exemplar nos dados referentes somente à zona costeira brasileira, que possuía, até 2010, 40,1% da área total dos seus ecossistemas dentro de UC (MMA, 2010), superando a meta proposta pela CDB, mas sujeita a alto nível de degradação e supressão ambiental por conta de intensas atividades costeiras (Prates *et al.*, 2007). Isso porque alcançar os objetivos propostos pela UC depende de diversos fatores que incluem, por exemplo, sua localização, o ecossistema, o processo de implantação da UC e o manejo correto.

3. Influência das pressões externas na efetividade das AMCP

A publicação de Lubchenco et al. (2003), apresentando a edição especial da *Ecological Applications* sobre reservas marinhas (áreas protegidas de qualquer atividade extrativa ou destrutiva) trouxe que alguns pontos relacionados à efetividade delas já poderiam ser considerados consenso científico, como: o aumento na abundância, diversidade e produtividade de organismos marinhos dentro dos limites das reservas, devido à diminuição da mortalidade e da destruição de habitats e aos efeitos ecológicos indiretos; o aumento no tamanho e abundância de espécies exploradas em áreas adjacentes à reserva; a maior efetividade de proteção das redes de reservas, conectadas por dispersão larval e migração de indivíduos; os efeitos positivos apresentados mesmo por reservas pequenas; e o reabastecimento de populações via exportação larval.

É importante atentar que cada AMCP criada, apesar de ter em comum os objetivos de conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, possui seus próprios objetivos específicos e características (por exemplo, nível de proteção, tamanho, ecossistema, particularidades do local), os quais irão refletir no modo de manejo e, conseqüentemente, nos resultados obtidos ao longo do tempo (Halpern e Warner, 2003).

O alcance efetivo dos objetivos de cada AMCP está sujeito ao sucesso conjunto de todos os fatores que envolvem sua implantação e administração, e inclusive do manejo das pressões relacionadas aos fatores de estresse externos aos limites da área protegida (Claudet et al., 2011). Entretanto, como destacado por Lubchenco et al. (2003), as AMP não podem aliviar todos os problemas envolvidos na equação que definirá sua efetividade em cumprir com os objetivos propostos, principalmente aqueles originados fora dos seus limites, como a poluição, mudanças climáticas e sobrepesca (Green et al., 2014).

Hockings et al. (2006) apontam que o primeiro passo no ciclo de avaliação da efetividade do manejo de

área de proteção é a interpretação do contexto da área em questão, especialmente das ameaças e das pressões externas. É recomendado que as causas das ameaças existentes e potenciais sejam identificadas para que haja um manejo efetivo ou até prevenção do impacto. Eles ainda comentam que mesmo que os fatores externos e as ameaças que surgem fora da área de proteção estejam além do controle dos gestores, os mesmos devem ser incluídos no ambiente de manejo da área de proteção, pois podem influenciar na efetividade do alcance dos objetivos da área.

Já em 1994, Agardy argumentou sobre as mudanças no pensamento da implantação e manejo de AMP, expondo que para uma conservação marinha realmente efetiva, os esforços deveriam focar na proteção dos processos ecológicos cruciais que são responsáveis pela manutenção de um ambiente natural, e não simplesmente no cercamento da área que se deseja conservar, tratando-a como uma “ilha” que não sofre influência do que está além da fronteira. Ao constatar a importância das AMP como ferramenta de conservação, lembra que, se o mundo fora das AMP continuar a declinar em resposta aos impactos crônicos, até as áreas de proteção mais bem desenhadas e executadas não terão futuro.

Jameson et al. (2002) lembram que muitas AMP falham em atingir seus objetivos de manejo tendo como uma das causas justamente o fato de não conseguirem aliviar as pressões externas. Em geral, esses fatores são de difícil controle, sobretudo se a área de proteção for localizada próxima a regiões com diversos pontos de poluição, como regiões urbanizadas.

Este quadro não está restrito a áreas próximas das fontes de contaminação, áreas de proteção costeiras e marinhas longe das fontes de poluição também estão sujeitas aos impactos antropogênicos, uma vez que correntes marinhas e a dispersão atmosférica são capazes de transportar os poluentes a grandes distâncias (Baztan et al., 2014; Jameson et al., 2002; Heskett et

al., 2012; Hirai *et al.*, 2011). Para AMCP localizadas próximas à costa, a descarga dos rios também pode tra-

zer contaminantes de atividades distantes realizadas à montante (Campos *et al.*, 2016).

4. Escassez de estudos sobre poluição dentro das AMCP e das UCCM

Numa revisão sobre a conservação da biodiversidade costeira e marinha brasileira, Amaral e Jablonski (2005) apontam que a degradação dos habitats e a poluição, principalmente causada por pesticidas, produtos químicos e efluentes industriais, é reconhecida uma das principais ameaças à biodiversidade marinha brasileira, mas que não é possível estabelecer a dimensão do seu impacto em decorrência da falta de entendimento dos efeitos em espécies individuais. Prates *et al.* (2007) relataram a falta de conhecimento nacional na distribuição das ameaças ao ambiente costeiro e marinho, incluindo informações sobre a localização das fontes de poluição costeira.

É importante observar que apesar do reconhecimento do meio científico de que as áreas protegidas podem sofrer pressões significativas devido ao aporte de poluentes externos (Jameson *et al.*, 2002; Hockings *et al.*, 2006), consultando a bibliografia sobre o assunto percebe-se que, em âmbito nacional e internacional, os estudos realizados a fim de entender e avaliar os im-

pactos dentro das AMCP são escassos (Abessa *et al.*, 2018). Portanto, atenta-se para a gama considerável de possíveis impactos que as UCCM do Brasil podem sofrer, dos quais, cientificamente, não existe um histórico e base robusta de dados para subsidiar medidas de manejo voltadas a este objetivo, como o desenvolvimento e integração de variadas ferramentas de conservação (Amaral e Jablonski, 2005; Halpern *et al.*, 2008; Miloslavich *et al.*, 2011; Elfes *et al.*, 2014).

Um dos tipos de poluição é aquela causada por compostos ou substâncias químicas introduzidas em determinado ambiente a partir da atividade humana tendo, portanto, grande potencial tóxico para a biodiversidade (Wilhelmsson *et al.*, 2013). Neste sentido, a produção de um diagnóstico inicial do conhecimento sobre o tema para a zona costeira e marinha do Brasil torna-se essencial para estimular esforços destinados a identificar os possíveis poluentes provenientes de fontes externas às UCCM e seus impactos aos objetivos de conservação da área protegida.

5. Método

As revisões sistemáticas diferenciam-se das revisões narrativas por delinear uma estrutura de pesquisa de modo que os resultados sejam objetivos e replicáveis por qualquer outro pesquisador. A inclusão de um método objetivo para escolha dos estudos que irão compor a revisão confere ao trabalho maior rigor científico e, portanto, torna os resultados mais confiáveis. Pullin e Knight (2001) expõem que a revisão sistemática pode melhorar significativamente a identificação e provisão

de evidências para suportar práticas e políticas na conservação e no manejo ambiental, mas evidenciam que ainda é pouco utilizada em estudos relacionados à conservação dos ambientes naturais.

Portanto, este trabalho é composto por duas etapas principais: a) o levantamento bibliográfico realizado a partir do método delineado, que permitirá selecionar os trabalhos publicados sobre poluição química nas UCCM; b) e, através de uma síntese narrativa, o agru-

pamento, a análise e a interpretação dos trabalhos publicados selecionados na primeira etapa, que permitirá uma síntese do conhecimento sobre o tema.

Levantamento bibliográfico e seleção dos estudos

Os resultados foram desenvolvidos em dois momentos: o primeiro, em 2016 a partir de pesquisa nas bases de dados científica *Web of Science* (que inclui a *Scielo*) e *Scopus*. Em cada rodada de pesquisa foi utilizado o operador booleano “AND” para cruzar duas entradas: uma entrada com os termos associados aos estudos que objetivam investigar a poluição química marinha, conectados pelo operador booleano “OR”, (*pol\$u*, para *Web of Science*, e *pollu*, para *Scopus*; *toxi*; *contamina*) e a outra entrada com o nome particular da UC sem a categoria; e o segundo em 2019 a partir de pesquisa na base de dados científica *Web of Science* com os mesmos critérios destacados anteriormente, mas considerando somente os estudos publicados a partir de 2016.

Os termos foram criados para selecionar trabalhos que mencionem qualquer uma das seguintes palavras e suas derivadas, tanto em inglês quanto em português: *pollution* – poluição, *toxicity* – toxicidade ou *ecotoxicology* – ecotoxicologia, e *contamination* – contaminação. Na *Web of Science* os termos foram procurados no campo “Topic” e na *Scopus* no campo “Abstract, Article Title and Keywords”. As 194 UCCM federais e estaduais consideradas neste estudo foram extraídas do Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil (2010) desenvolvido pelo MMA.

Os trabalhos encontrados foram avaliados quanto à sua compatibilidade com o tema de interesse deste trabalho: poluição química dentro dos limites da UCCM pesquisada. Portanto, foram considerados nos resultados finais somente os trabalhos desenvolvidos em matrizes do ambiente marinho ou de ambiente costeiro alagável (manguezais, por exemplo) que investigaram a presença ou os efeitos de elementos ou compostos químicos.

Os estudos encontrados que não mencionaram sobre a UCCM pesquisada foram excluídos na consideração dos resultados, pois passaram no filtro da pesquisa porque a área de estudo possui o mesmo nome da UC (por exemplo, a Baía de Todos os Santos e a Área de Proteção Ambiental Baía de Todos os Santos), mas não citam o nome da UC.

Em pesquisas que retornaram mais de cem estudos (o que foi observado somente para a Refúgio de Vida Silvestre do Una, Reserva Biológica do Una e Estação Ecológica de Guanabara), o termo “protect* area*” foi adicionado em conjunto com os outros termos através do uso do operador booleano “AND” com o intuito de excluir da pesquisa estudos que não eram o foco deste trabalho e para facilitar o seu desenvolvimento. Este método não foi usado em todas as pesquisas porque um estudo poderia mencionar o exato nome da UCCM sem mencionar os termos associados à “protect* area*”.

Análise dos estudos

Os trabalhos encontrados foram avaliados através de uma síntese narrativa que permite a ampla exploração dos estudos selecionados na primeira etapa ao prever a extração, organização e comparação de dados diversos (*Collaboration for Environmental Evidence* - CEE, 2013). A síntese narrativa é proposta dentro da revisão sistemática e é adequada para a análise de questões abrangentes (CEE, 2013).

Dados auxiliares

A quantidade aproximada do universo total de estudos sobre o tema no Brasil também foi obtida para auxiliar na discussão dos resultados. Foi realizada pesquisa simples em 2019 na base de dados científica *Scopus* dentro de publicações classificadas nas áreas de *Environmental Science*; *Agricultural and Biological Sciences*; *Earth and Planetary Sciences*; *Chemistry*; *Biochemistry*, *Genetics and Molecular Biology* com o seguinte critério: *pollu* or *contamina* or *toxic* AND “marine” or

“coast*” or “estuar*” or “mangrove*” or “bay*” or “island*” AND Brazil. Essa pesquisa utilizou termos com a intenção de recuperar estudos sobre poluição, contaminação ou toxicidade nos mais variados ecossistemas costeiros e marinhos brasileiros.

Também foram pesquisados em 2019, no Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil do Conselho Na-

cional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), grupos de pesquisa que podem ter foco de estudo relacionados com o tema, utilizando os termos: “ecotoxicologia”, “ecotoxicologia aquática”, “ecotoxicologia marinha” e “poluição marinha”.

6. Resultados

Somente 11 estudos atenderam aos critérios do método aplicado por este trabalho, ou seja, investigaram poluição química dentro de UCCM informando, nos tópicos pesquisados, o nome da UC onde realizou as análises. Os estudos analisaram seis UCCM, quatro em São Paulo e duas no Rio de Janeiro, de cinco categorias: Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Extrativista (RESEX), classificadas como de Uso Sustentável; e, dentre as de Proteção Integral, Estação Ecológica (ESEC), Parque (PARQUE) e Reserva Biológica (REBIO) (Tabela 1). Em âmbito nacional, as seis UCCM estudadas atingem somente 3,09% das 194 UCCM extraídas da publicação do MMA (2010). Apesar de servir como um indicativo do nível de conhecimento, o uso da porcentagem para o número das UCCM estudadas, mesmo apresentando valores baixos, ainda superestima o conhecimento sobre o assunto, uma vez que somente um estudo não esgota a ampla gama de questionamentos sobre a poluição química em determinada UCCM. Dos 15 estados costeiros onde não foram verificados estudos, vale destacar os estados com alto número de UCCM, como: o Pará, que conta com 19 UCCM, 14 das quais são Reservas Extrativistas, importantes áreas de subsistência para as populações tradicionais a que são destinadas; e a Bahia, que possui 29 UCCM e rica biodiversidade costeira e marinha, destacando os recifes de corais compartilhados com outros estados do Nordeste.

O número de estudos que objetivaram avaliar a qualidade ambiental de UCCM em relação aos poluentes

químicos se mostrou ínfimo frente aos 2.023 trabalhos encontrados pelo método aplicado para representar o universo dos estudos que mencionam sobre poluição costeira e marinha no Brasil (1.373 em *Environmental Science*; 827 em *Agricultural and Biological Sciences*; 749 em *Earth and Planetary Sciences*; 178 em *Chemistry*; 165 em *Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*).

Desde 2001, ano do primeiro estudo publicado encontrado, apesar dos 10 anos de hiato na produção, houve evolução considerável nas publicações, com o restante dos estudos sendo publicados entre 2011 e 2018, o que aponta possível tendência de crescimento de interesse no tema.

Quanto aos dados obtidos no Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq, foi observada concentração dos grupos de pesquisas nas regiões Sudeste e Sul (Tabela 2).

Para “ecotoxicologia marinha”, somente os estados de São Paulo e Rio de Janeiro possuíam grupos de pesquisa no tema em 2016, com um grupo surgindo na Paraíba posteriormente, possivelmente sendo um fator que contribui para explicação da distribuição regional dos estudos.

Ainda, a existência, por exemplo, de nove grupos ou linhas de pesquisa sobre “poluição marinha” no Nordeste, mas nenhum estudo encontrado para a região, indica que a poluição química nas UCCM não é tema incorporado em muitos grupos de pesquisas focados em estudos marinhos. A desigualdade de acesso a re-

Tabela 1. : Estudos selecionados que avaliaram a qualidade ambiental das UCCM em relação a possíveis poluentes químicos. – (Selected studies that evaluated the environmental quality of the UCCM in relation to possible chemical pollutants).

UF	Nome da uc	Referência	Elementos e compostos químicos		Avaliação do estudo	Matriz de estudo	Qualidade ambiental	Aspectos sobre conservação
			Pesquisados	Contaminantes				
RJ	REBIO Estadual da Praia do Sul	DePaula e Mozeto 2001	Metais (Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb e Zn) e C	-	Presença	Sedimento	-	Não discutiu
	RESEX Marinha do Arraial do Cabo	Toste <i>et al.</i> , 2011	Organo-estânicos (Tributilestanho)	Organo-estânicos (Tributilestanho)	Efeito biológico (biomarcador)	Stramonita haemastoma	Degradada	Não discutiu
SP	APA Cananéia-Iguape-Peruíbe	Cruz <i>et al.</i> , 2014	Metais (Cd, Cu, Fe e Zn) e Total Recoverable Oils and Greases	Cd e Cu	Presença e Teste de toxicidade	Sedimento, <i>Tiburionella viscana</i> e <i>Nitocra</i> sp.	Degradada	Discutiu extensivamente
		Campos <i>et al.</i> , 2016	Metais (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb e Zn) e Amônia	Cd, Cr, Cu, Pb e Amônia	Presença, Teste de toxicidade e TIE	Sedimento, <i>Tiburionella viscana</i> e <i>Nitocra</i> sp.	Degradada	Discutiu extensivamente
		Gusso-Choueri <i>et al.</i> , 2015	Metais (Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb e Zn), As e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH)	Pb e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH)	Presença e Efeito biológico (biomarcador)	<i>Cathorops spixii</i>	Degradada	Discutiu extensivamente
		Gusso-Choueri <i>et al.</i> , 2018	Metais (Cd, Pb e Zn) e As	Cd, Pb e As	Presença	<i>Cathorops spixii</i>	Degradada	Discutiu extensivamente
	ESEC Juréia-Itatins	Pinheiro <i>et al.</i> , 2013	Metais (Cd, Cr, Cu, Hg e Pb)	-	Presença e Efeito biológico (micronúcleos)	Água, Sedimento e <i>Ucides cordatus</i>	-	Não discutiu
	ESEC Tupinambás	Hoff <i>et al.</i> , 2015	Metais (Al, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn), As e P	-	Presença	Sedimento	-	Discutiu extensivamente
	PARQUE Estadual Xixová-Japuí	Araujo <i>et al.</i> , 2013	Metais (Cd, Cu, Zn) e Amônia	Cd, Cu, Zn e Amônia	Presença, Teste de toxicidade e TIE	Sedimento, <i>Tiburionella viscana</i> e <i>Tisbe biminiensis</i>	Degradada	Discutiu extensivamente
		Abessa <i>et al.</i> , 2017	Metais (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb e Zn), Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) e Hidrocarbonetos Alifáticos (AH)	-	Presença e Teste de toxicidade	Sedimento, <i>Lytechinus variegatus</i> e <i>Tiburionella viscana</i>	-	Discutiu
		Moreira <i>et al.</i> , 2017	Metais (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb e Zn), Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) e Hidrocarbonetos Alifáticos (AH)	Al, Fe, Cr, Co, Zn e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH)	Presença	Sedimento	Degradada	Discutiu

Tabela 2. Quantidade por região de grupos e linhas de pesquisas encontrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil do CNPq em 2019. – (Quantity per region of groups and research lines found in the Directory of Brazilian Research Groups of CNPq in 2019).

Região	Ecotoxicologia	Ecotoxicologia Aquática	Ecotoxicologia Marinha	Poluição Marinha
Sudeste	98	13	5	5
Sul	67	6	0	4
Nordeste	40	7	1	9
Norte	26	7	0	0

ursos financeiros para pesquisas científicas entre as regiões brasileiras também é um fator importante a ser considerado na diferença no número de grupos de pesquisa e de estudos.

Dentre os estudos selecionados foram observados abordagens e métodos distintos. Somente um trabalho não avaliou a presença ou os efeitos tóxicos dos metais, enquanto a matriz mais estudada foi o sedimento, sendo objeto em oito estudos. Algum tipo de degradação ambiental dentro das UCCM foi relatado por sete estudos em metade das UCCM estudadas (Tabela 1).

A RESEX Marinha Arraial do Cabo, apesar de estar localizada numa área interpretada a primeiro momento como livre de impactos significativos, sofre influência de organo-estânicos, contaminante associado às atividades portuárias, que afetam indivíduos e populações de gastrópodes dos costões rochosos, levando, inclusive, a extinção local de algumas populações (Toste et al., 2011).

Já a APA Cananéia-Iguape-Peruíbe, a UCCM mais estudada, conta com três estudos recentes que avaliaram os impactos causados pelas atividades industriais e pela zona urbana adjacentes à costa (Cruz et al., 2014; Campos et al., 2016; Gusso-Choueri et al., 2016). Os estudos demonstram que apesar do estuário estar localizado numa das regiões consideradas como mais conservadas do litoral paulista, a UCCM apresenta degradação causada por poluentes químicos diversos. Cruz et al., (2014) e Campos et al. (2016), ao estudarem o

sedimento da APA, identificaram a presença de metais e, através de testes laboratoriais, observaram os efeitos tóxicos em invertebrados aquáticos. Ambos os trabalhos destacaram a degradação ambiental causada pelos metais originados de atividades de mineração distantes e pretéritas e trazidos ao estuário pelo rio Ribeira de Iguape. Além disso, Campos et al. (2016) observaram que a amônia, proveniente da área urbana, também estaria contribuindo para a toxicidade do sedimento.

Gusso-Choueri et al. (2016), utilizando análise de biomarcadores, observaram a presença de metais e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, e os consequentes efeitos biológicos danosos, em indivíduos de uma espécie de bagre (*Cathorops spixii*) consumida por moradores locais. Gusso-Choueri et al. (2018), investigando a presença de metais e arsênio nos tecidos de bagres (*Cathorops spixii*), relataram os riscos de saúde ao qual a população local está sujeita. Os resultados obtidos através do esforço científico dedicado à avaliação da região da APA Cananéia-Iguape-Peruíbe colocam em questionamento a qualidade ambiental de outras áreas consideradas conservadas, mesmo aquelas que não tiveram degradação reportada para certo elemento ou composto químico, mas que podem estar sendo degradadas por outro contaminante.

Além dessas UC de Uso Sustentável, no Parque Estadual Xixová-Japuí (PEXJ), UC de Proteção Integral localizada na Baía de Santos, o sedimento marinho apresentou contaminação por metais e toxicidade

para crustáceos bentônicos, indicando a amônia como principal contribuinte para a toxicidade (Araujo *et al.*, 2013). Portanto, além da contaminação por metais decorrente das diversas atividades portuárias e industriais no Sistema Estuarino de Santos, a qualidade ambiental do PEXJ também é prejudicada pelo despejo de resíduos domésticos por conta do grande adensamento urbano em suas proximidades. Abessa *et al.* (2017) e Buruaem *et al.* (2017) investigaram a contaminação por metais e hidrocarbonetos na costa de São Paulo incluindo um ponto amostral no PEXJ. Enquanto Buruaem *et al.* (2017) apontaram níveis de contaminação baixos para alguns compostos estudados, Abessa *et al.* (2017) encontraram pouca evidência de contaminação e toxicidade para o ponto amostrado destacando possivelmente a influência temporal e espacial de fatores naturais, uma vez que diversos estudos apontam contaminação histórica na área.

Nas UCCM localizadas em ilhas mais afastadas do continente e de centros urbanos, DePaula e Mozeto (2001) e Hoff *et al.* (2014), ao investigarem a presença de metais nos sedimentos, respectivamente, da REBIO Praia do Sul e da ESEC Tupinambás, não observaram degradação ambiental e recomendaram que as áreas sejam consideradas pontos de referência.

Pinheiro *et al.* (2013), utilizou a UCCM estudada, ESEC Juréia-Itatins, como referência ao comparar os níveis de metais na água e no sedimento e os efeitos biológicos em caranguejos com o estudado na cidade de Cubatão, localizada no estado de São Paulo. A ESEC Juréia-Itatins apresentou valores mais baixos nos níveis de metais na água e no sedimento e também

menos efeitos biológicos danosos observados nos caranguejos, não sendo relatada degradação ambiental no estudo dentro da UCCM.

É notável que a diferença na qualidade ambiental das UCCM observadas pelos estudos selecionados possa estar relacionada com a distância em relação à zona costeira e a centros urbanos e industriais, como destacado por Hoff *et al.* (2014) para explicar as condições pristinas encontradas na ESEC Tupinambás. O tipo de categoria de proteção da UC provavelmente não é imperativo na qualidade ambiental encontrada, pois, de maneira geral, as UCCM possuem baixa efetividade em atingir seus objetivos de conservação, sendo indicativo disso, por exemplo, a inexistência até 2016 de Plano de Manejo para cinco das seis UCCM, e a degradação ambiental observada no Parque Xixová-Japuí, UC de Proteção Integral e única do estudo que conta com Plano de Manejo (Araujo *et al.*, 2013). O Plano de Manejo tem sua importância descrita no SNUC que o destaca como documento essencial para definição das normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais da UC, portanto, sua ausência tem grande relevância na gestão da UC.

Apesar dos 11 estudos citarem as UCCM, três não discutiram os resultados encontrados com os objetivos da UCCM, enquanto cinco estudos discutiram extensivamente (Tabela 1). Poucos grupos de pesquisa que cooperam entre si assumiram como tipo de discurso nos trabalhos publicados maior destaque para as questões de conservação do local estudado e, portanto, concentram grande parte da produção encontrada segundo o método utilizado.

7. Considerações finais e recomendações

Os resultados compilados dos poucos estudos apontam que poluentes químicos são ameaças reais à qualidade ambiental das UCCM, tornando os impactos subavaliados da poluição química fatores preocupan-

tes e cruciais a serem contornados para que os objetivos dessas áreas protegidas possam ser atingidos. A importância deste breve diagnóstico é ressaltada quando os resultados obtidos são comparados com o que Yaffe *et*

al. (2012) chamaram de *empty reviews* (revisões vazias, em português), ou seja, revisões sistemáticas que não encontram estudos elegíveis para inclusão. Os autores explicam que uma das causas para isso é a realização da busca em áreas de estudo incipientes. Apesar do presente estudo não se enquadrar integralmente como uma *empty review*, os resultados apresentados também conseguem alertar para a necessidade de investimentos em projetos que proponham suprir as lacunas no conhecimento do tema pesquisado.

É evidente que os resultados apresentam uma sub-representação da literatura científica que se enquadra no tema. Porém, justamente devido ao caráter restritivo do critério da pesquisa, os resultados obtidos também permitem demonstrar um desacoplamento de modo geral entre os estudos sobre poluição química em suas diversas vertentes de investigação e as considerações dos aspectos de conservação das regiões estudadas pelos autores que publicam os resultados. Há diferença relevante na construção do desenho da investigação e na apresentação dos resultados entre estudos sobre poluição química realizados dentro de UCCM e estudos que avaliam a qualidade ambiental das UCCM. Isso ocorre possivelmente por receio da comunidade científica de conferirem caráter local ao estudo podendo culminar em dificuldades para publicação em periódicos internacionais e também pela formulação da pergunta científica inicial não acoplar noções dos instrumentos para conservação da biodiversidade.

Em pesquisas paralelas e por conhecimento da literatura é possível constatar que há estudos sobre poluição química dentro de UCCM que não estão representados nos resultados deste trabalho (Abessa *et al.*, 2018; Barletta *et al.*, 2019); em alguns casos porque o nome oficial da UCCM não foi citado e em outros porque a feição geomorfológica junto ao nome da UCCM (por exemplo, rio, delta ou baía) foi traduzida do português. A variedade de maneiras de citação dos nomes das UC prejudicou o trabalho justamente por se tratar de uma revisão sistemática, onde critérios fixos esta-

belecidos buscam por padrões para dar objetividade e replicabilidade aos resultados apresentados. Porém, o método aplicado neste trabalho considerou critérios oficiais, adotando na pesquisa os nomes das UC da maneira como constam no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do MMA para o português e, utilizando como exemplo na tradução para o inglês, a base mundial de áreas marinhas protegidas, MPAtlas do *Marine Conservation Institute*, na qual a única parte do nome da UCCM traduzida é a que se refere ao tipo de UC (por exemplo, Área de Proteção Ambiental Plataforma Continental do Litoral Norte, em português, e Plataforma Continental do Litoral Norte *Environmental Protection Area*, em inglês), critério também utilizado na *World Database on Protected Area*, projeto da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) e da UNEP (*United Nations Environmental Programme*).

Existem também muitos trabalhos que foram realizados dentro de UCCM ou áreas adjacentes, mas que não mencionam sobre qualquer questão associada à conservação da biodiversidade ou sobre as características da área protegida. Esses casos são conhecidos pelos autores por acontecerem principalmente nas Áreas de Proteção Ambiental que costumam ter grandes tamanhos e critérios de proteção menos rigorosos que outras categorias de UC. Como exemplo temos que a maioria dos trabalhos sobre ecotoxicologia ou química ambiental realizados na zona costeira e marinha do estado de São Paulo estão sendo realizados dentro de UCCM, visto que três grandes APA (APA Marinha Litoral Sul, APA Marinha Litoral Centro e APA Marinha Litoral Norte) cobrem quase todo o litoral paulista e a área marinha adjacente (Sousa *et al.*, 2014). Portanto, os autores não mencionarem o nome da UC ou os aspectos de conservação da região nas estruturas principais de apresentação do estudo (título, resumo, palavras-chave) de fato demonstra que esses não tem sido um dos focos principais a serem discutidos.

Sugere-se que os grupos de pesquisa já existentes na área da ecotoxicologia e química ambiental atentem para a urgente necessidade de estudos sobre avaliação ambiental quanto à poluição química nas UCCM, possivelmente incorporando a linha de pesquisa em seus questionamentos e em projetos futuros (Rodríguez-Jorquera *et al.*, 2016; Abessa *et al.*, 2018), publicando e posteriormente comunicando de modo acessível os resultados aos responsáveis pela gestão de determinada UCCM e aos influenciados diretamente pela mesma (instituições, comunidades e pessoas).

Propõe-se que os esforços iniciais de estudos foquem em todos os tipos de UC costeiras de Proteção Integral, nas RESEX costeiras e nas RDS costeiras, subsidiando e auxiliando na garantia das suas previsões legais. Esta proposta considera a vulnerabilidade observada nos resultados dessas áreas protegidas assim como a importância das mesmas para a conservação da biodiversidade e para a garantia da manutenção dos estoques de peixe e dos recursos de subsistência. Também é sugerido que os estudos avaliem a presença dos contaminantes no ambiente em consonância com abordagens ecotoxicológicas e avaliação dos possíveis efeitos biológicos em organismos distintos, como é recomendado por Gusso-Choueri *et al.*, 2016, e também sobre os riscos à saúde humana (Gusso-Choueri *et al.*, 2018).

A construção de um histórico de estudos no tema para as UCCM tem a capacidade de subsidiar medidas de manejo efetivas que objetivem o controle e remediação dos impactos, assim como o ordenamento correto das atividades costeiras e marinhas através do Gerenciamento Costeiro Integrado e do Planejamento Espacial Marinho (Belfiore *et al.*, 2004). Cabe também aos gestores das UCCM e às instituições gestoras das UCCM estabelecerem contato e parcerias com instituições universitárias e de pesquisa a fim de fomentar a produção de conhecimento necessária para avaliar e monitorar a qualidade ambiental da UCCM.

A vertente de “Pesquisa, Monitoramento e Avaliação”, num estudo sobre efetividade de manejo da APA Costa dos Corais (Araújo e Bernard, 2016), em Alagoas, foi aquela que apresentou menor progresso ao longo dos anos de estudo e as principais causas identificadas pelos autores foram: a falta de prioridade de pesquisa definidas pelos gestores e a falta de retorno por parte dos pesquisadores dos resultados obtidos. O interessante é que os autores do estudo apontam que a APACC está entre as UCCM mais pesquisadas, mas sublinham a falta de relação entre a produção dos estudos (muitas vezes incluindo apenas dados brutos) e informações úteis para o manejo focado nos objetivos da área de proteção.

Durante o trabalho foi observada diferença na capacidade das duas bases de dados em encontrar estudos a partir das pesquisas. A *Web of Science* demonstrou alguns problemas quanto a acentuação utilizada na língua portuguesa não conseguindo recuperar alguns trabalhos pois, por exemplo, quando extraía informações da publicação para a base, mudava o acento para vírgula e, portanto, alterava a palavra de interesse da pesquisa. No caso da *Scopus*, as palavras pesquisadas com acento não encontravam a mesma palavra sem acento, portanto explicitando a necessidade de se fazer a pesquisa sem o uso de acento. Foi identificado também que apesar da *Web of Science* englobar estudos indexados na Scielo em sua base, a *Scopus* recuperava mais trabalhos nas buscas porque anexa aos estudos mais palavras-chave geradas pela própria base (*Indexed Keywords*) do que a *Web of Science* (*KeyWords Plus*). Ao longo das pesquisas realizadas, esporadicamente, ambas as bases, apresentavam resultados fora do comum e não confiáveis pois não obedeciam aos critérios da pesquisa.

Conforme o número de estudos científicos publicados de modo geral aumenta consideravelmente, é essencial que seja dada atenção especial à organização e à comunicação dos resultados reportados para facilitar possíveis compilações sobre determinado tema ou

UCCM de interesse. Desta maneira, as possibilidades proporcionadas pela facilidade e amplo acesso aos estudos produzidos através das bases de dados serão exploradas na capacidade máxima garantindo que os resultados recuperados por pesquisas nas bases científicas, ou mesmo em ferramentas de busca simples como o *Google*, sejam precisos e retornem resultados que confluem o interesse de quem pesquisa com o trabalho realizado. Para isso, dentro do tema deste estudo e em decorrência dos resultados obtidos, algumas considerações precisam ser feitas quanto ao método de citação dos nomes da UC e de suas traduções. Propõe-se um padrão de citação para os autores utilizarem dentro do título, resumo ou palavras-chave:

- citar o nome oficial da área protegida em português, segundo o Cadastro Nacional de UC, e em inglês, traduzindo somente as palavras que se referem ao tipo de UC, seguindo exemplo do MPAtlas;
- citar que a UC se trata de uma “área marinha protegida” (*marine protected area*) ou “área costeira protegida” (*coastal protected area*) ou ambas, “área marinha e costeira protegida” (*marine and coastal protected area*);
- citar que o estudo avaliou poluição, contaminação ou toxicidade.

8. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento deste trabalho através da bolsa de iniciação científica (Processo

Ao longo da produção dos resultados deste trabalho também foi observada falta de coordenadas geográficas de alguns pontos amostrados. Portanto, para facilitar a incorporação dos resultados, recomenda-se que os autores apresentem as coordenadas de todos os pontos amostrais junto aos mapas ou em anexo junto ao material suplementar da publicação.

Considerando a dispersão de trabalhos que fornecem informações importantes sobre a qualidade ambiental das UCCM e a dificuldade de compilação de todos esses resultados, sugerimos, e já começamos a elaborar, a construção de um repositório padronizado para facilitar o acesso aos dados sobre poluição e contaminação nas UCCM. Sendo constantemente atualizado a intenção deste repositório de resultados é atuar como ponte entre os resultados produzidos pela academia e as ações de conservação da biodiversidade dos ecossistemas costeiros e marinhos do Brasil. Como exemplo de base de compilação semelhante e muito utilizada há o *Global Environmental Justice Atlas*, que destaca casos de conflitos ecológicos pelo mundo (Temper et al., 2018). Ainda está sendo observada a possibilidade de disponibilização através de sítio na internet para facilitar a ampla consulta (por enquanto, recomenda-se que os interessados entrem em contato com os autores).

2015/14652-5) conferida a Heitor Cavalcanti de Albuquerque.

9. Referências

- Abessa, D., Vicente, T.M., Moreira, L.B., Morais, L.G., Cruz, A.C.F., Massonetto, M., Campos, B.G.D., Bicego, M.C., Taniguchi, S., Hortellani, M.A., Sarkis, J.E.D.S., 2017. Assessing the sediment quality of the Laje de Santos marine state park and other marine protected areas of the central coast of São Paulo (Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 65(4): 532-548. <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-87592017128606504>
- Abessa, D.M., Albuquerque, H.C., Morais, L.G., Araujo, G.S., Fonseca, T.G., Cruz, A.C., Campos, B.G., Camargo, J.B., Gusso-Choueri, P.K., Perina, F.C., Choueri, R.B., 2018. Pollution status of marine protected areas worldwide and the consequent toxic effects are unknown. *Environmental Pollution*, 243: 1450-1459. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.09.129>
- Agardy, M.T., 1994. Advances in marine conservation: the role of marine protected areas. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(7): 267-270. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90297-6](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90297-6)
- Amaral, A.C.Z., Jablonski, S., 2005. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19(3): 625-631. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00692.x>
- Araujo, G.S., Moreira, L.B., Morais, R.D., Davanso, M.B., Garcia, T.F., Cruz, A.C.F., Abessa, D.M.S., 2013. Ecotoxicological assessment of sediments from an urban marine protected area (Xixová-Japuí State Park, SP, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, 75(1-2): 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.08.005>
- Araújo, J.L., Bernard, E., 2016. Management effectiveness of a large marine protected area in Northeastern Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 130: 43-49. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.05.009>
- Barletta, M., Lima, A.R., Costa, M.F., 2019. Distribution, sources and consequences of nutrients, persistent organic pollutants, metals and microplastics in South American estuaries. *Science of the Total Environment*, 651(1): 1199-1218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.276>
- Baztan, J., Carrasco, A., Chouinard, O., Cleaud, M., Gabaldon, J.E., Huck, T., Jaffrès, L., Jorgensen, B., Miguezuel, A., Paillard, C., Vanderlinden, J.P., 2014. Protected areas in the Atlantic facing the hazards of micro-plastic pollution: First diagnosis of three islands in the Canary Current. *Marine Pollution Bulletin*, 80(1-2): 302-311. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.052>
- Brasil, 2000. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- Brasil, 2004. Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.
- Brasil, 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- Campos, B.G., Cruz, A.C.F., Buruaem, L.M., Rodrigues, A.P.C., Machado, W.T.V., Abessa, D.M.S., 2016. Using a tiered approach based on ecotoxicological techniques to assess the ecological risks of contamination in a subtropical estuarine protected area. *Science of the Total Environment*, 544: 564-573. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.124>
- Claudet, J., Guidetti, P., Mouillot, D., Shears, N.T., Micheli, F., 2011. Ecology – Ecological effects of marine protected areas: conservation, restoration, and functioning. In: Claudet, J. (Ed.). *Marine Protected Areas – A multidisciplinary approach. Ecology, Biodiversity and Conservation*. Cambridge University Press. p. 37-71.
- Collaboration for Environmental Evidence, 2013. Guidelines for systematic reviews in environmental management. Version 4.2. Bangor: Centre for Evidence-Based Conservation, Bangor University.
- Cruz, A.C.F., Davanso, M.B., Araujo, G.S., Buruaem, L.M., Santaella, S.T., de Morais, R.D., Abessa, D.M., 2014. Cumulative influences of a small city and former mining activities on the sediment quality of a subtropical estuarine protected area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(11): 7035-7046. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3908-1>

- DePaula, F.C., Mozeto, A.A., 2001. Biogeochemical evolution of trace elements in a pristine watershed in the Brazilian southeastern coastal region. *Applied Geochemistry*, 16(9-10): 1139-1151. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(00\)00084-6](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(00)00084-6)
- Egler, C.A.G. 1996. Os impactos da política industrial sobre a zona costeira. Brasília: MMA / Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente.
- Elfes, C.T., Longo, C., Halpern, B.S., Hardy, D., Scarborough, C., Best, B.D., Pinheiro, T., Dutra, G.F., 2014. A regional-scale ocean health index for Brazil. *PLoS One*, 9(4): p.e92589. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092589>
- Ervin, J., 2003. WWF: Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPPAM) Methodology. Gland: WWF.
- Ganem, R.S., 2010. Conservação da Biodiversidade: Legislação e Políticas Públicas. 1a edição. Brasília: Edições Câmara.
- Gusso-Choueri, P.K., Choueri, R.B., de Araújo, G.S., Cruz, A.C.F., Stremel, T., Campos, S., de Sousa Abessa, D.M., Ribeiro, C.A.O., 2015. Assessing pollution in marine protected areas: the role of a multi-biomarker and multi-organ approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(22): 18047-18065. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4911-y>
- Gusso-Choueri, P.K., de Araújo, G.S., Cruz, A.C.F., de Oliveira Stremel, T.R., de Campos, S.X., de Souza Abessa, D.M., de Oliveira Ribeiro, C.A., Choueri, R.B., 2018. Metals and arsenic in fish from a Ramsar site under past and present human pressures: Consumption risk factors to the local population. *Science of the Total Environment*, 628: 621-630. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.005>
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865): 948-952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>
- Heskett, M., Takada, H., Yamashita, R., Yuyama, M., Ito, M., Geok, Y.B., Ogata, Y., Kwan, C., Heckhausen, A., Taylor, H., Powell, T., 2012. Measurement of persistent organic pollutants (POPs) in plastic resin pellets from remote islands: Toward establishment of background concentrations for International Pellet Watch. *Marine Pollution Bulletin*, 64(2): 445-448. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.11.004>
- Hirai, H., Takada, H., Ogata, Y., Yamashita, R., Mizukawa, K., Saha, M., Kwan, C., Moore, C., Gray, H., Laursen, D., Zettler, E.R., 2011. Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8): 1683-1692. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.06.004>
- Hockings, M., Stolton, S., Leverington, F., Dudley, N., Courrau, J. 2006. Evaluating Effectiveness: A framework for assessing management effectiveness of protected areas. 2nd edition. Gland and Cambridge: IUCN.
- Hoff, N.T., Figueira, R.C., Abessa, D.M., 2015. Levels of metals, arsenic and phosphorus in sediments from two sectors of a Brazilian Marine Protected Area (Tupinambás Ecological Station). *Marine Pollution Bulletin*, 91(2): 403-409. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.044>
- IUCN, 2008. Guidelines for applying protected area management categories. Gland: IUCN.
- Jackson, J.B., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293(5530): 629-637. <https://doi.org/10.1126/science.1059199>
- Jameson, S.C., Tupper, M.H., Ridley, J.M., 2002. The three screen doors: can marine "protected" areas be effective? *Marine Pollution Bulletin*, 44(11): 1177-1183. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00258-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00258-8)
- Kalikoski, D.C., Vasconcellos, M., 2011. Brazil. In: Sanders, J.S., Gréboval, D., Hjort, A. (Comp.). Marine protected areas. Country case studies on policy, governance and institutional issues. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 556/1. Rome: FAO. p. 5-32.
- Lubchenco, J., Palumbi, S.R., Gaines, S.D., Andelman, S., 2003. Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. *Ecological Applications*, 13(sp1): 3-7. <https://www.jstor.org/stable/3099993>
- Meffe, G.K., Carroll, C.R., Groom, M.J. 2006. What is Conservation Biology? In: Groom, M.J., Meffe, G.K., Carroll, C.R. (Eds.). Principles of Conservation Biology. 3rd edition. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. p. 3-25.
- Miloslavich, P., Klein, E., Díaz, J.M., Hernandez, C.E., Bigatti, G., Campos, L., Artigas, F., Castillo, J., Pen-

- chaszadeh, P.E., Neill, P.E., Carranza, A., Retana, M.V., Astarloa, J.M.D., Lewis, M., Yorio, P., Piriz, M.L., Rodríguez, D., Yoneshigue-Valentin, Y., Gamboa, L., Martín, A., 2011. Marine biodiversity in the Atlantic and Pacific coasts of South America: knowledge and gaps. *PLoS One*, 6(1): p.e14631. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014631>
- MMA (Ministério do Meio Ambiente) - Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros, 2010. Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinheiros no Brasil. Brasília: MMA/SBF/GBA.
- Moraes, A.C.R. 1995. Os impactos da política urbana sobre a zona costeira. Brasília: MMA / Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente.
- Moreira, L.B., Vicente, T.M., Taniguchi, S., Hortellani, M.A., Sarkis, J.E.S., Bicego, M.C., Abessa, D.M.D.S., 2017. Assessing legacy contaminants in sediments from marine protected areas of the central coast of São Paulo (Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 65(4): 549-563. <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-87592017128806504>
- Pinheiro, M.A.A., Duarte, L.F.A., Toledo, T.R., Adam, M.L., Torres, R.A., 2013. Habitat monitoring and genotoxicity in *Ucides cordatus* (Crustacea: Ucidiidae), as tools to manage a mangrove reserve in southeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(10): 8273-8285. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3172-9>
- Possingham, H.P., Wilson, K.A., Andelman, S.J., Vynne, C.H. 2006. Protected areas: goals, limitation and design. In: Groom, M.J., Meffe, G.K., Carroll, C. R. (Eds.). *Principles of Conservation Biology*. 3rd edition. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. p. 509–533.
- Prates, A.P., Lima, L.H., Chatwin, A., 2007. Coastal and Marine Conservation Priorities for Brazil. In: Chatwin, A. (Ed.). *Priorities for Coastal and Marine Conservation in South America*. Virginia: The Nature Conservancy. p. 15-24.
- Pullin, A.S., Knight, T.M., 2001. Effectiveness in conservation practice: pointers from medicine and public health. *Conservation Biology*, 15(1): 50-54. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2001.99499.x>
- Rodríguez Jorquera, I.A., Siroski, P., Espejo, W., Nimptsch, J., Choueri, P.G., Choueri, R.B., Moraga, C.A., Mora, M., Toor, G.S., 2017. Latin American protected areas: Protected from chemical pollution? *Integrated Environmental Assessment and Management*, 13(2): 360-370. <https://doi.org/10.1002/ieam.1839>
- Silva, A.P., 2013. O novo pleito brasileiro no mar: a plataforma continental estendida e o Projeto Amazônia Azul. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 56(1): 104-121. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-73292013000100006>
- Sousa, E.C.P.M.D., Zaroni, L.P., Gasparro, M.R., Pereira, C.D.S., 2014. Review of ecotoxicological studies of the marine and estuarine environments of the Baixada Santista (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 62(2): 133-147. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592014063006202>
- Temper, L., Demaria, F., Scheidel, A., Del Bene, D., Martinez-Alier, J., 2018. The Global Environmental Justice Atlas (EJAtlas): ecological distribution conflicts as forces for sustainability. *Sustainability Science*, 13(3): 573-584. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0563-4>
- Toste, R., Fernandez, M.A., Pessoa, I.D.A., Parahyba, M.A., Dore, M.P., 2011. Organotin pollution at Arraial do Cabo, Rio de Janeiro State, Brazil: increasing levels after the TBT ban. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59(1): 111-117. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592011000100008>
- UNEP, 2004. Convention on Biological Diversity, Conference of the Parties 7, Decision VII/5. Marine and coastal biological diversity.
- Wilhelmsson, D., Thompson, R.C., Holmström, K., Lindén, O., Eriksson-Hägg, H., 2013. Marine pollution. In: Noone, K.J., Sumaila, U.R., Diaz, R.J., *Managing ocean environments in a changing climate: sustainability and economic perspectives*. Amsterdam: Elsevier. p. 127-169
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800): 787-790. <https://doi.org/10.1126/science.1132294>
- Yaffe, J., Montgomery, P., Hopewell, S., Shepard, L.D., 2012. Empty reviews: a description and consideration of Cochran systematic reviews with no included studies. *PLoS One*, 7(5): p.e36626. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036626>

