

# Governança para o monitoramento do lixo no mar: uma abordagem sistêmica multi-stakeholder

Vitória Milanez Scrich  
Alexander Turra

## Resumo

O lixo no mar é um desafio global que demanda abordagens interdisciplinares e governança colaborativa para superar a escassez de dados e a fragmentação de responsabilidades entre setores. A ausência de programas de monitoramento abrangentes sobre o problema, ao longo de todo o seu ciclo de vida, é uma das barreiras na construção de respostas efetivas. A governança colaborativa pode apoiar essa demanda, porém, iniciativas falham ao não empregar abordagens que podem informar quem são os geradores de dados sobre lixo no mar e como o fluxo de informações deve ser coordenado. Esta pesquisa teve como objetivo contribuir para a construção de arranjos efetivos de governança do monitoramento do lixo no mar, por meio da (i) aplicação de técnicas *top-down* e *bottom-up* para identificar, categorizar e priorizar atores relevantes, tendo como estudo de caso o Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar (PEMALM) do Estado de São Paulo; e (ii) da avaliação dos fluxos de informação dentro da rede de atores envolvidos. Os resultados destacam que a identificação de atores feita por uma abordagem participativa (*bottom-up*) possui relevância para ampliar e diversificar o mapeamento de quem deve estar envolvido. Foram identificados os atores centrais e intermediadores com

papel chave na coordenação do monitoramento e para conectar lacunas no acesso e compartilhamento de informação. Como um estudo pioneiro aplicando abordagens das ciências sociais para contribuir com o monitoramento do lixo no mar, fornecemos uma base teórica e analítico-operacional para a estruturação de uma rede de monitoramento eficaz. Com isso, a pesquisa provê subsídios para preencher essa urgente lacuna a partir da abordagem sistêmica necessária para o seu enfrentamento em âmbito estadual, nacional e global. O Capítulo é resultado de uma Dissertação de Mestrado defendida em 2023 no Programa de Ciência Ambiental (Procam) do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** Poluição Marinha; Resíduos Sólidos; Ciclo de Vida; Colaboração Multissetorial; Análise de Redes Sociais.

## 1. INTRODUÇÃO

O oceano é o principal sistema de suporte à vida na Terra, mas vem sendo crescentemente ameaçado por atividades humanas, resultando em problemas ambientais complexos (Rockström *et al.*, 2009; Underdal, 2010). A poluição por resíduos sólidos, ou lixo no mar, é uma dessas crises globais, tendo ultrapassado os limites das chamadas fronteiras planetárias (Rockström *et al.*, 2009; Villarrubia-Gómez *et al.*, 2018; Persson *et al.*, 2022). Seus impactos comprometem a provisão de serviços ecossistêmicos (Newman *et al.*, 2015), afetam negativamente a economia em diversas escalas (Mouat *et al.*, 2010) e colocam em risco a saúde humana e o bem-estar social (Pahl; Wyles, 2017).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2009), lixo no mar é qualquer material sólido persistente, manufaturado e descartado ou abandonado no ambiente costeiro ou marinho. Estima-se que 8 milhões de toneladas de resíduos sólidos entrem no oceano anualmente (Jambeck *et al.*, 2015), sendo o plástico o principal componente (Turra *et al.*, 2020). As origens do lixo encontrado no mar são consideradas “públicas” ou difusas, relacionadas aos mais variados tipos de atividades humanas (GESAMP, 2016; Potts; Hastings, 2011). Isto evidencia que o lixo no mar é um problema de corresponsabilidade (Veiga *et al.*, 2016) e assim como as suas fontes, as soluções também devem envolver os diversos setores da sociedade (GESAMP, 2019; Hastings; Potts, 2013). Porém, apesar dos inúmeros esforços empreendidos globalmente, observa-se um aumento contínuo da quantidade de lixo no mar (Borrelle *et al.*, 2020), o que evidencia que a meta do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14.1 — reduzir todos os tipos de poluição marinha até 2025 — ainda representa um desafio significativo para a comunidade internacional (UNEP, 2021).

Três fatores principais contribuem para a ineficácia das respostas ao problema: a ausência de programas robustos de monitoramento ao longo do ciclo de vida dos resíduos (Cheshire *et al.*, 2009; UNEP/NOAA, 2011; Raubenheimer; Urho, 2020); a

falta de articulação entre atores de diferentes setores (Löhr *et al.*, 2017; UNEP, 2019); e a escassez de iniciativas interdisciplinares que dialoguem com avanços das ciências sociais (Gattringer, 2018; Vince; Stoett, 2018). Portanto, enfrentar o lixo no mar exige decisões baseadas em dados e monitoramento consistentes e depende do engajamento de múltiplos setores (March *et al.*, 2022; 2023). Superar esses desafios demanda o preenchimento de lacunas de conhecimento e a adoção de uma abordagem sistêmica e integrada ao longo de toda a cadeia de valor, desde a fonte dos resíduos até o mar (Granit *et al.*, 2017; UNEP, 2019; 2020), sustentada por políticas públicas e pesquisas interdisciplinares (Löhr, 2017; GESAMP, 2019; UNEP, 2019).

### 1.1 O monitoramento do lixo no mar

O monitoramento é etapa essencial para diagnosticar, planejar e revisar estratégias de combate ao lixo no mar (GESAMP, 2019). Contudo, enquanto o combate à poluição marinha tem sido historicamente focado em soluções de fim-de-tubo (Gonçalves-Dias *et al.*, 2012), o monitoramento do problema também tem sido centrado na sua condição final, ou “downstream”, quando o resíduo já está no ambiente costeiro ou marinho (Mannaart *et al.*, 2019). Isso tem gerado lacunas de informação em relação às etapas iniciais da cadeia de resíduos, ou “upstream”, ligadas aos processos de design, produção, operação e consumo (Alencar, 2022; Gonçalves-Dias *et al.*, 2012). Um monitoramento sistêmico e integrado, que identifique os fluxos e os locais mais críticos de poluição, é fundamental para orientar ações preventivas e efetivas (UNEP, 2020; Harris *et al.*, 2023). Para isso, é imprescindível o engajamento de todos os setores da sociedade (Mathews *et al.*, 2019; GPML, 2022).

### 1.2 GOVERNANÇA COLABORATIVA

Dada a distribuição setorial das etapas do ciclo de vida dos resíduos, arranjos colaborativos são essenciais para integrar dados e esforços de combate ao lixo no mar (GPML, 2022). Porém, a fragmentação institucional, a ausência de coordenação e a baixa mobilização são fatores que dificultam o compartilhamento de informações. Nesse sentido, a governança colaborativa — definida como o arranjo governamental que envolve atores não estatais em um processo de tomada de decisão conjunta, com o objetivo de avançar em uma visão compartilhada e desenvolver políticas públicas ou programas (Ansell; Gash, 2008) — pode suprir lacunas informacionais e fortalecer capacidades institucionais (Vince; Hardesty, 2017; Haward, 2018).

A efetividade desses arranjos depende da adequada identificação e mobilização dos atores relevantes (Prell *et al.*, 2008; 2009), uma vez que garantem a representatividade daqueles que têm potencial de contribuir com os aspectos específicos e informações sobre o problema, visando o alcance do objetivo desejado. Estes atores, também referido

aqui como stakeholders, são definidos como qualquer pessoa ou grupo que influencia ou é influenciado por um projeto (ou política pública), direta ou indiretamente, bem como aqueles que podem ter interesses e/ou capacidade de influenciar o seu resultado (Freeman, 2004). A Análise de Atores ou *Stakeholders* (AS) surge, portanto, como ferramenta promissora para mapear expertises e apoiar a construção de governança multissetorial no monitoramento do lixo no mar (Schmeer, 1999; Reed *et al.*, 2009). Além disso, a dinâmica de interação entre os atores influencia diretamente a capacidade de implementação de políticas. A Análise de Redes Sociais (ARS) permite compreender essas relações, identificando fluxos de informação, lacunas de comunicação e oportunidades para fortalecer a rede de governança (Bodin; Crona, 2009; Prell *et al.*, 2008).

No momento do desenvolvimento desta pesquisa, as abordagens de Análise de *Stakeholders* e de Análise de Redes Sociais ainda não haviam sido aplicadas ou documentadas na literatura no contexto do monitoramento do lixo no mar. Esses esforços foram posteriormente sistematizados em Scrich *et al.* (2024) e Scrich *et al.* (2025). Os conceitos e métodos de AS e ARS, portanto, oferecem uma base relevante para a construção de uma governança efetiva, especialmente por contribuírem para suprir a lacuna de programas com envolvimento multissetorial e apoiarem a identificação e mobilização de atores responsáveis pela produção de dados em diferentes escalas territoriais — com destaque para a escala estadual em São Paulo, Brasil.

### 1.3 Estudo de caso: governança colaborativa para o plano estratégico de monitoramento e avaliação do lixo no mar (PEMALM) no estado de São Paulo, Brasil

O Brasil, assim como outros países do Atlântico Sul, carece de um órgão de coordenação regional — como os Programas de Mares Regionais do PNUMA — que promova uma abordagem integrada para o enfrentamento do lixo no mar. Além disso, enfrenta uma lacuna relevante de dados sistematizados sobre o tema (Brasil, 2019). Superar as lacunas de informação é uma das diretrizes do Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar, publicado em 2019 (Brasil, 2019). No entanto, apesar de representar um marco importante nas políticas públicas, o plano não apresentou uma estratégia clara para lidar com as limitações de dados e monitoramento, além de falhar na integração entre os setores no combate ao problema do lixo no mar.

Paralelamente, o estado de São Paulo iniciou, em 2019, a construção do primeiro plano estadual de monitoramento do lixo no mar no Brasil, o Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar (PEMALM, 2021). O processo foi liderado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo e facilitado pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, por meio da Cátedra UNESCO para a Sustentabilidade do Oceano. A construção do plano envolveu três

etapas principais de diálogo com os atores: 1) um workshop presencial em dezembro de 2019; 2) reuniões regionais em fevereiro de 2020; e 3) um workshop virtual em agosto de 2020 (Elliff *et al.*, 2021; Figura 1). Após consulta pública em outubro de 2020, o plano foi lançado em janeiro de 2021, estabelecendo metas específicas de curto, médio e longo prazo, integradas ao Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS, 2020), o que garantiu sua institucionalização como política pública (PEMALM, 2021).

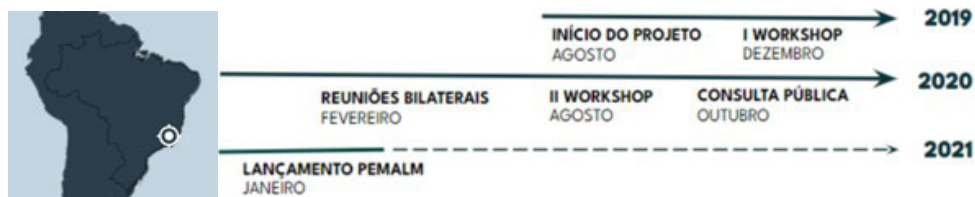


Figura 1 - Linha do tempo da construção do Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar (PEMALM) para o estado de São Paulo.

Fonte: Elliff *et al.* (2021)

Portanto, foi analisado um processo pioneiro de estruturação de governança colaborativa para o monitoramento do lixo no mar, qualificando-a com abordagens das ciências sociais para identificar quem, dentro da agenda do lixo no mar, são potenciais geradores de dados a serem envolvidos no intuito de contribuir para a governança do monitoramento (Scrich *et al.*, 2024). Adicionalmente, buscou-se compreender como se dá a interação entre os atores da rede e a coordenação dos fluxos de informação, visando contribuir com a implementação do PEMALM (Scrich *et al.*, 2025).

## 2. MÉTODOS

### 2.1 Análise de atores (AS)

Uma Análise de Atores (AS) foi realizada *a priori* do processo participativo de construção do PEMALM e consistiu em três etapas: (i) identificação, (ii) categorização e (iii) priorização. Para garantir uma seleção eficaz de atores para o processo participativo, consideramos métodos tanto *top-down* quanto *bottom-up*, conforme recomendado por Durham *et al.* (2014). A identificação de atores envolveu, portanto, dois métodos: consulta a especialistas (*top-down*) e amostragem bola de neve (*bottom-up*).

A consulta a especialistas consistiu em sessões de *brainstorming* realizadas com um grupo de especialistas em resíduos sólidos e lixo no mar para identificar os atores que deveriam estar envolvidos no processo de formulação de política relacionada ao problema em questão. O grupo de especialistas foi composto pelos membros do Grupo de Trabalho sobre Lixo no Mar da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA), que consistia entre dez a quinze pessoas de diferentes

formações na área ambiental e social, distribuídos entre técnicos governamentais e representantes de instituições de pesquisa (Elliff *et al.*, 2021).

Os atores identificados na consulta a especialistas foram contatados por e-mail e convidados a responder um questionário, que permitia indicar novos participantes, seguindo uma abordagem *bottom-up* de amostragem chamada bola de neve (Grimble; Chan, 1995). Esse método é considerado eficaz para captar uma amostra mais representativa, incluindo atores menos familiarizados com o tema (Durham *et al.*, 2014). O questionário ficou disponível por 45 dias, entre novembro e dezembro de 2019, período em que os novos indicados também foram convidados a participar.

Após categorização por setor, os atores foram priorizados pelos especialistas com base na probabilidade de contribuir para o plano de monitoramento e avaliação, considerando sua relação comprovada ou potencial com dados sobre resíduos sólidos ou lixo no mar em São Paulo. Esse potencial foi baseado na atuação conhecida daquele ator na produção ou gestão de informações referente ao tema. A priorização também considerou o limite de cerca de 100 atores, uma vez que esse era a capacidade máxima de participantes na primeira oficina, imposto por restrições de infraestrutura e recursos.

## 2.2 Análise de redes sociais (ARS)

Os atores priorizados foram convidados a participar de entrevistas presenciais ou virtuais para a coleta de dados da Análise de Redes Sociais<sup>1</sup>, por meio de questionários. O questionário continha uma lista com os nomes dos demais atores, e questionava se havia sido estabelecida uma interação entre o ator respondente e os outros atores listados, relacionadas à colaboração ou troca de informações sobre resíduos sólidos e lixo no mar, nos últimos 24 meses. Os entrevistados puderam adicionar à lista outros atores com os quais se relacionaram a respeito do tema.

Os resultados das entrevistas foram processados utilizando o software UCINET (Borgatti *et al.*, 2002) para avaliar métricas da rede; e o software Gephi 0.10.1 foi utilizado para a visualização da rede (Souza & Quandt, 2008). Foram analisadas variáveis estruturais da rede de atores mapeados, e variáveis de composição, que representam atributos individuais dos atores (Wasserman & Faust, 1994). Foram medidas as métricas de ‘centralidade de entrada’ (*in-degree centrality*) e de ‘intermediação’ (*betweenness*), para identificar, respectivamente, os atores mais mencionados por outros e aqueles que atuam como intermediários de informação dentro da rede. A análise seguiu as perguntas da Tabela 1.

---

1 A coleta de dados foi aprovada pelo Comitê de Ética em pesquisa nacional, Plataforma Brasil, sob o número de processo 4.548.300, e pela COTEC, referente à coleta de dados em áreas legalmente protegidas no estado de São Paulo, sob o número de processo 001232/2021-07.

**Tabela 1** – Perguntas de pesquisa e métricas de rede aplicadas, com os efeitos de cada conceito na governança do monitoramento do lixo no mar

Pergunta	Métrica	Interpretação do resultado	Exemplo de interpretação em relação à governança do monitoramento do lixo no mar
Quais oportunidades para desenvolver governança colaborativa emergem da estrutura da rede?	<b>Densidade</b> <i>nível da rede</i> (Wasserman; Faust, 1994)	Varia de 0 (todos isolados na rede) a 1 (todos conectados na rede)	Pode ser benéfica por favorecer a ação conjunta e a coleta colaborativa de dados. No entanto, uma rede colaborativa excessivamente coesa contribui para o reforço de percepções já existentes, dificultando novas ideias (ver Bodin, 2017; Olsson <i>et al.</i> , 2004), o que pode manter vieses e impedir o desenvolvimento de uma perspectiva sistêmica no monitoramento.
	<b>Centralização</b> <i>nível da rede</i> (Scott, 2017)	Centralizadas (entre 1-0,7), descentralizadas (0,6 - 0,4) e distribuídas (0,3 - 0)	Pode ser benéfica, pois nós centrais facilitam o acesso e a coordenação de informações, agilizando os processos ao concentrar a maioria dos vínculos da rede. (ver Bodin, 2017; Bodin & Crona, 2009; Prell <i>et al.</i> , 2009).
Todos os atores têm acesso à informação dentro da rede?	<b>Fragmentação</b> <i>nível da rede</i> (Hannemann & Riddle, 2005)	Redes fragmentadas (entre 1-0,7), balanceadas (0,6-0,4) e conectadas (0,3-0)	Uma rede fragmentada pode reduzir o potencial para respostas coletivas a desafios ambientais complexos (ver Bodin, 2017; Smythe <i>et al.</i> , 2014) e ser prejudicial ao monitoramento do lixo no mar, que exige dados de todas as etapas do ciclo de vida dos resíduos.
Há uma tendência de atores do mesmo setor interagirem mais frequentemente para troca de informações?	<b>Homofilia</b> <i>nível da rede</i> (Bodin, 2017)	Varia entre -1 (homofilia completa: conexões apenas entre atores do mesmo setor) e 1 (heterofilia completa)	Pode ser prejudicial, pois indica que os atores acessam apenas os mesmos tipos de informação e interagem com as mesmas fontes de conhecimento, resultando em informações redundantes (ver Bodin, 2017; Prell <i>et al.</i> , 2009), o que dificulta o avanço de uma perspectiva sistêmica sobre o lixo no mar.

Pergunta	Métrica	Interpretação do resultado	Exemplo de interpretação em relação à governança do monitoramento do lixo no mar
Quais atores exercem papel de ponte?	<b>Centralidade de intermediação (Betweenness)</b> <i>nível do ator</i> (Freeman, 1979)	Classificação dos atores que ocupam essa posição intermediária	Atores que conectam segmentos desconectados atuam como pontes e têm uma visão mais holística do problema, mediando fluxos de informação e facilitando interações entre escalas (ver Rathwell & Peterson, 2012; Bodin & Crona, 2009; Prell <i>et al.</i> , 2009).
Quais atores exercem papel de coordenação?	<b>Centralidade de grau</b> <i>nível do ator</i> (Hannemann & Riddle, 2005)	Classificação dos atores com maior centralidade de grau	Atores com muitos contatos podem ser mobilizados para motivar a rede, coordenar fluxos e difundir rapidamente informações pela rede (ver Prell <i>et al.</i> , 2009).

Fonte: Elaborada pelos autores.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Análise de atores (AS)

As sessões de *brainstorming* entre o grupo de especialistas (*top-down*) resultaram em uma lista de 222 indivíduos, representando 209 *stakeholders* (ou seja, instituições). Um total de 198 indivíduos e 166 *stakeholders* foram identificados através da amostragem bola de neve (*bottom-up*), dos quais 101 (61%) não haviam sido mapeados anteriormente e 65 (39%) já estavam incluídos na lista inicial. A quantidade de novos atores identificados pelo método *bottom-up* corresponde a aproximadamente 48% do número total de *stakeholders* identificados pelo método *top-down*, indicando um nível relevante de contribuição. Em relação à representação setorial, o método *bottom-up* contribuiu significativamente para complementar o mapeamento de *stakeholders* do setor privado (22 novos atores em comparação com 26 identificados pelo método *top-down*) e da academia (10 novos atores, em comparação com 10 identificados pelo método *top-down*).

Considerando as respostas do questionário e o conhecimento prévio do grupo de especialistas, no total, 105 *stakeholders* foram classificados como prioritários, ou seja, instituições com relação comprovada ou conhecida com dados sobre lixo no mar no estado de São Paulo. O setor público foi o mais representativo (51,4%), seguido pelo terceiro setor (28,6%), setor privado (10,5%) e setor acadêmico (9,5%).

**Tabela 2** – Número de atores identificados pelas duas abordagens aplicadas: consulta a especialistas (*top-down*) e bola de neve (*bottom-up*), categorizados por setor

Setor	Consulta a especialistas	Bola de Neve	Novos atores	Total de atores	Priorizados
Público	87	54	19	106 (34.2%)	54 (51.4%)
Privado	26	27	22	48 (15.4%)	11 (10.5%)
Terceiro setor	67	31	15	82 (26.5%)	30 (28.6%)
Academia	10	17	10	20 (6.5%)	10 (9.5%)
Cidadãos	19	37	35	54 (17.4%)	0 (0%)
Total	209	166	101	310	105

Fonte: Elaborada pelos autores.

### 3.2 Análise de redes sociais

A rede de atores priorizados para monitoramento do lixo no mar em São Paulo incluiu 105 atores, com 31 *stakeholders* adicionais identificados via questionário, totalizando 136 atores dos setores público, privado, terceiro setor e academia. A taxa de resposta foi 54,4% (n=57). A Figura 2 mostra a rede de atores prioritários para o monitoramento do lixo no mar em São Paulo, com nós coloridos por setor e arestas representando relações.

Os resultados das métricas de centralidade de entrada e intermediação estão na Tabela 3. O maior valor de centralidade de entrada foi para Áreas de Proteção Ambiental Marinhas (APAS MARINHAS; 1º), seguido pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA; 2º), a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB; 3º), Fundação Florestal (FF; 4º), Universidade de São Paulo (USP; 5º) e Polícia Ambiental (6º). Isto significa que estes foram os atores mais mencionados por outros atores como colaboradores ou receptores de informação sobre lixo no mar.

As Áreas Protegidas Marinhas (APAS MARINHAS) mostraram o maior valor também para a centralidade de intermediação, seguida por SIMA (2º), USP (3º), Porto de Santos (4º) e CETESB (5º). Entre desses, destacou-se também a Petrobras (PETROBRAS; 8º), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente no Brasil (PNUMA; 10º) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA; 11º).



5º	Universidade de São Paulo (USP)	0.373	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)	0.021
6º	Polícia Ambiental (POLICIAAMB)	0.366	ONG Greomar (GREMAR)	0.020
7º	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)	0.299	Prefeitura do Guarujá (PREFGUARUJA)	0.017
8º	ONG Greomar (GREMAR)	0.269	Petrobras (PETROBRAS)	0.014
9º	Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH)	0.269	ONG Argonauta (ARGONAUTA)	0.013
10º	Cooperativas de Reciclagem (ASSOCRECICLA)	0.261	Programa da ONU Meio Ambiente Brasil (ONUPNUMA)	0.012
11º	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO)	0.261	Ministério do Meio Ambiente (MMA)	0.010

Fonte: Elaborada pelos autores.

#### 4. DISCUSSÃO

Segundo a literatura científica e recomendações de organizações intergovernamentais, incluindo negociações do Novo Tratado Global contra a poluição plástica, o enfrentamento eficaz do lixo no mar requer monitoramento e avaliação em escalas nacional e subnacional (Simon *et al.*, 2021; UNEA, 2022). Neste estudo, foram explorados aspectos da governança para o monitoramento do lixo no mar que podem torná-lo abrangente e sistêmico, construído com participação multissetorial. Consideramos que uma efetiva governança para o monitoramento do lixo no mar requer uma rede multi-*stakeholder*, composta por representantes dos diferentes setores da sociedade com o potencial de geração de dados. Ainda, esta governança requer uma rede que efetivamente conecte os diferentes setores e permita o acesso a todos os tipos e fontes de dados, bem como o compartilhamento de informações de todas as etapas do ciclo de vida do problema, desde a sua fonte até o mar. Para isso, os atores pertencentes a esta rede devem possuir o potencial de intermediar informações com produtores de dados que de outra forma estariam desconectados, para superar lacunas de conhecimento.

O principal objetivo da governança colaborativa no desenvolvimento do Plano Estratégico para Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do estado de São Paulo (PEMALM), apresentado neste estudo, foi fomentar diálogo e coordenação entre agências setoriais, promovendo o compartilhamento de informações, conhecimentos, poder e responsabilidades. O PEMALM adotou um processo participativo, utilizando

a Análise de *Stakeholders* (AS) para identificar, antes do processo, os atores relevantes para gerar dados, com abordagens *top-down* e *bottom-up*. Como iniciativas colaborativas são fortalecidas pelo envolvimento dos *stakeholders* adequados, com os recursos e expertise necessários para informar políticas (Bodin, 2017), a AS permitiu ampla inclusão e representação de todos os setores no processo. Segundo Crona *et al.* (2011), o sucesso da governança colaborativa depende do envolvimento dos atores “certos”, escolhidos a partir de um critério atrelado ao objetivo do processo em questão.

A combinação de métodos para identificação de *stakeholders* é recomendada por aumentar a eficácia em processos participativos (Durham *et al.*, 2014). A AS é tradicionalmente conduzida por abordagens *top-down*, que envolvem a identificação, categorização e priorização de atores a partir de perspectivas institucionais. Neste estudo, a consulta a especialistas foi o ponto de partida, resultando na indicação de 209 *stakeholders*. Métodos *top-down* tendem a ser menos custosos e adequados para uma triagem inicial (Bendtsen *et al.*, 2021). Além de identificar atores-chave, as interações entre especialistas também aprofundaram a compreensão da complexidade do problema.

Complementarmente, foram aplicadas abordagens *bottom-up*, capazes de revelar atores não identificados inicialmente. A amostragem por bola de neve acrescentou 166 atores, ampliando significativamente a diversidade setorial, com destaque para os setores privado e acadêmico. Esses atores contribuem com dados complementares e fortalecem o monitoramento. A abordagem *bottom-up* demonstrou, assim, elevado potencial para promover inclusão e representar *stakeholders* menos evidentes, mas com papel estratégico na governança (Grimble; Chan, 1995).

A Análise de Redes Sociais mostrou-se uma ferramenta fundamental para compreender o papel dos atores para intermediar a troca de informações e coordenar o monitoramento (i.e., pelo grau e centralidade a nível de ator), tendo sido identificadas as organizações mais adequadas para desempenhar esses papéis. Atores com uma pontuação de centralidade de entrada mais alta ocupam posições dominantes que podem influenciar outros atores e o desempenho da rede como um todo (Bloch *et al.*, 2023). Eles naturalmente são capazes de melhorar os fluxos de comunicação, uma vez que têm contato com muitos outros atores, e podem ser alvo para motivar a rede a um objetivo específico ou difundir informações mais rapidamente (Prell *et al.*, 2009). Portanto, atores centrais são aqueles que desempenhariam bem o papel de coordenação do monitoramento.

As Áreas de Proteção Ambiental Marinhas (APAs Marinhas) configuram-se como atores centrais na rede de monitoramento do lixo no mar no estado de São Paulo. Abrangendo o litoral norte, central e sul, essas unidades de conservação contam com conselhos gestores compostos por representantes de diversos setores sociais, refletindo uma gestão participativa e multissetorial (Vianna; Xavier, 2014). Sua posição central na rede favorece a disseminação de informações e a coordenação de esforços de mo-

monitoramento, dada sua proximidade com atores locais potencialmente geradores de dados. A Fundação Florestal, responsável pela gestão das áreas protegidas no estado, também se destaca, apresentando a quarta maior centralidade de entrada. Esses atores, portanto, apresentam elevado potencial para desempenhar funções de articulação e sistematização das informações relacionadas ao monitoramento. As altas pontuações de centralidade de entrada indicam níveis significativos de confiança, reputação (Bertelli & Smith, 2010) e alinhamento de objetivos (Feiock; Andrew, 2006), atributos que contribuem para a estabilidade das redes colaborativas e para a efetividade da governança ambiental (Huang *et al.*, 2020).

A centralidade de intermediação identifica atores que facilitam o acesso a dados de monitoramento provenientes de outros, encurtando os caminhos de informação e fortalecendo sua capacidade de influência política (Huang *et al.*, 2021). Esses intermediadores exercem liderança ao promover confiança mútua, ação coletiva e apoio a soluções para problemas ambientais complexos (Bodin, 2017). São também catalisadores de inovações, mediação de conflitos e articulação intersetorial (Crona; Parker, 2012), capazes de transformar relações informais em parcerias formais para compartilhamento de informações (Huang *et al.*, 2020). No contexto deste estudo, essa dinâmica é evidenciada pelo Programa Mar Sem Lixo, fruto da cooperação entre Fundação Florestal, APAs Marinhas, Instituto Oceanográfico da USP e pescadores artesanais, que promove a coleta de resíduos do fundo marinho atrelando pagamentos por serviços ambientais, e gerando dados relevantes para a implementação do PEMALM.

Os intermediadores também podem ser caracterizados como organizações de fronteira, conhecidas por facilitar a colaboração e o fluxo de informações entre ciência e formulação de políticas, sendo amplamente reconhecidos como meios eficazes para integrar esses domínios (Crona; Parker, 2012). A Universidade de São Paulo foi identificada como um ator intermediador, o que corrobora o papel historicamente atribuído às universidades como organizações de fronteira, em razão de sua posição estratégica na interface entre a produção acadêmica e a sociedade (Crona; Parker, 2012). No contexto latino-americano e do Sul Global, universidades públicas ocupam papel central como produtoras e detentoras de conhecimento. No entanto, embora sejam reconhecidas como instituições-chave para conectar ciência e sociedade, enfrentam desafios recorrentes, como barreiras institucionais e culturais, ausência de incentivos adequados e dificuldades na comunicação e engajamento com setores externos. Assim, recomenda-se o fortalecimento contínuo das capacidades de comunicação e do envolvimento com atores para além da academia para ampliar sua efetividade como organizações de fronteira.

Para um funcionamento coeso da rede e estabilização das relações, é fundamental que a sua governança esteja atrelada a uma proposta de arranjo de implementação.

Tal arranjo compreende o conjunto de regras, espaços e processos, formais e informais, que definem a forma particular como se articulam atores e interesses na implementação de uma política pública específica (Gomide; Pires, 2014). Uma variedade de arranjos institucionais tem sido considerada para o objetivo de construir políticas públicas efetivas em um contexto territorial como o brasileiro, marcado pela diversidade e complexidade, e incluem a exigência da participação social e da transparência (Lotta; Vaz, 2015). Assim, uma vez que a estrutura da rede influencia diretamente as dinâmicas de poder dentro da governança e a forma que naturalmente a coordenação é exercida (Marques, 2006), a coordenação desta rede de monitoramento pode ser executada pelos atores centrais identificados.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o estado de São Paulo dispõe de capital institucional e capacidade de geração de dados suficientes para estabelecer um sistema de monitoramento abrangente do lixo no mar. No entanto, a efetividade desse sistema depende de uma coordenação articulada entre os diversos produtores de dados. Instituições com posições centrais e reconhecidas por sua confiabilidade na rede devem assumir esse papel de coordenação, promovendo conexões estratégicas e enfrentando os desafios relacionados ao compartilhamento de informações em escala estadual. A rede de conhecimento identificada revela um potencial significativo para preencher lacunas existentes no monitoramento, dada a presença de atores qualificados e comprometidos com uma governança colaborativa, aptos a integrar ciência, *expertise* multissetorial e formulação de políticas públicas inovadoras, como o PEMALM.

Estudos complementares em outras escalas subnacionais são fundamentais para viabilizar comparações e determinar o arranjo de rede ideal à governança eficiente do monitoramento do lixo no mar. As contribuições deste estudo dialogam com iniciativas da Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), com os esforços de implementação do ODS 14 — em especial a meta 14.1, voltada à prevenção e redução significativa da poluição marinha —, bem como com o processo de negociação do Novo Tratado Global contra a Poluição Plástica, previsto para ser concluído até o final de 2025. Essa agenda internacional demanda a produção e o compartilhamento de dados em múltiplas escalas, o que requer o aprimoramento da compreensão sobre os arranjos de governança envolvidos. Como estudo pioneiro ao aplicar métodos das ciências sociais ao tema, este trabalho oferece uma base conceitual e uma abordagem analítico-operacional para subsidiar a construção de modelos de governança orientados ao preenchimento da lacuna crítica de dados sobre o lixo no mar, em níveis estadual, nacional e global.

## 6. AGRADECIMENTOS

O Plano Estratégico para Monitoramento e Avaliação de Lixo no Mar (PEMALM) para o Estado de São Paulo resulta de uma parceria entre o FUNBIO, a Cátedra UNESCO para a Sustentabilidade do Oceano, sediada no Instituto de Estudos Avançados e no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, e a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, com financiamento da Embaixada da Noruega no Brasil através do Programa Norueguês de Desenvolvimento para Combate ao Lixo no Mar e Microplásticos (Projeto N° BRA-18/0034). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) concedeu bolsa a Vitória Milanez Scrich (Proc. 2020/88887.481607) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), concedeu bolsa de Produtividade em Pesquisa (310553/2019-9 e 316837/2023-7) a Alexander Turra.

## REFERÊNCIAS

- ANSELL, C.; GASH, A. Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, v. 18, n. 4, p. 543-571, 2008.
- BENDTSEN, E. B.; CLAUSEN, L. P. W.; HANSEN, S. F. A review of the state-of-the-art for stakeholder analysis with regard to environmental management and regulation. *Journal of Environmental Management*, v. 279, p. 111773, 2021.
- BERTELLI, A. M.; SMITH, C. R. Relational Contracting and Network Management. *Journal of Public Administration Research and Theory*, v. 20, n. 1, p. i21-i40, 2010.
- BLOCH, F.; JACKSON, M. O.; TEBALDI, P. Centrality measures in networks. *Social Choice and Welfare*, p. 1-41, 2023.
- BODIN, Ö. Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science*, v. 357, n. 6352, p. 1114, 2017.
- BODIN, Ö.; CRONA, B. The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change*, v. 19, n. 3, p. 366-374, 2009.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. Ucinet for Windows: software for social network analysis. *Analytic Technologies*, v. 6, p. 12-15, 2002.
- BORRELLE, S. B. *et al.* Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science*, v. 369, n. 6510, p. 1515-1518, 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Departamento de Gestão Ambiental Territorial. Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro. Plano de Combate ao Lixo no Mar. Brasília, DF: MMA, 2019.
- CHESHIRE, A. *et al.* *UNEP/IOC Guidelines on survey and monitoring of marine litter*. Nairobi: UNEP, 2009.
- CRONA, B. *et al.* Combining social network approaches with social theories to improve understanding of resource governance. In: BODIN, Ö.; PRELL, C. (Ed.). *Social networks and*

- natural resource management: uncovering the social fabric in environmental governance.* Cambridge: Cambridge University Press, 2011, p. 44-71.
- CRONA, B. I.; PARKER, J. N. Learning in support of governance: theories, methods, and a framework to assess how bridging organizations contribute to adaptive resource governance. *Ecology and Society*, v. 17, n. 1, 2012.
- DURHAM, E.; BAKER, H.; SMITH, M.; MOORE, E.; MORGAN, V. *The BiodivERsA stakeholder engagement handbook.* Paris: BiodivERsA, 2014. 108 p.
- ELLIFE, C. *et al.* From in-person to virtual engagement: adaptations of a participative process for designing a marine litter public policy in Brazil. *Costas*, v. 3, n. 1, 2021.
- FEIOCK, R. C.; ANDREW, S. A. Introduction: understanding the relationships between nonprofit organizations and local governments. *International Journal of Public Administration*, v. 29, n. 10-11, p. 759-767, 2006.
- FREEMAN, R. E. The stakeholder approach revisited. *Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik*, v. 5, n. 3, p. 228-254, 2004.
- GATTRINGER, C. W. A revisited conceptualization of plastic pollution accumulation in marine environments: Insights from a social ecological economics perspective. *Marine Policy*, v. 96, p. 221-226, 2018.
- GESAMP. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment. KERSHAW, P. J.; ROCHMAN, C. M. (Ed.). *Reports and Studies GESAMP*, n. 93, 2016.
- GESAMP. Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean. KERSHAW, P. J.; TURRA, A.; GALGANI, F. (Ed.). *Reports and Studies GESAMP*, n. 99, 130 p., 2019.
- GOMIDE, A. A.; PIRES, R. *Capacidades estatais e democracia: A abordagem dos arranjos institucionais para análise de políticas públicas.* Brasília: Ipea, 2014.
- GONÇALVES-DIAS, S. L. F. O desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos. *GV Executivo*, v. 11, p. 16-20, 2012.
- GPML. Concept Document: global partnership on marine litter digital platform. A multi-stakeholder platform working document for user and partner consultations. 33 p., 2022.
- GRANIT, J. *et al.* A conceptual framework for governing and managing key flows in a source-to-sea continuum. *Water Policy*, v. 19, n. 4, p. 673-691, 2017.
- GRIMBLE, R.; CHAN, M. K. Stakeholder analysis for natural resource management in developing countries: some practical guidelines for making management more participatory and effective. *Natural Resources Forum*, v. 19, n. 2, p. 113-124, 1995.
- HARRIS, P. T. *et al.* A marine plastic cloud-Global mass balance assessment of oceanic plastic pollution. *Continental Shelf Research*, v. 255, p. 104947, 2023.
- HASTINGS, E.; POTTS, T. Marine litter: Progress in developing an integrated policy approach in Scotland. *Marine Policy*, v. 42, p. 49-55, 2013.

- HAWARD, M. Plastic pollution of the world's seas and oceans as a contemporary challenge in ocean governance. *Nature Communications*, v. 9, n. 1, p. 667, 2018.
- HUANG, C.; YI, H.; CHEN, T.; XU, X.; CHEN, S. Networked environmental governance: formal and informal collaborative networks in local China. *Policy Studies*, v. 43, n. 3, p. 403-421, 2020.
- HUANG, C.; CHEN, W.; YI, H. Collaborative networks and environmental governance performance: a social influence model. *Public Management Review*, v. 23, n. 12, p. 1878-1899, 2021.
- JAMBECK, J. R. *et al.* Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.
- LÖHR, A. *et al.* Solutions for global marine litter pollution. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 28, p. 90-99, 2017.
- LOTTA, G. S.; VAZ, J. C. Arranjos Institucionais de Políticas Públicas: Aprendizados a partir de casos do Brasil. *Revista do Serviço Público*, v. 66, n. 2, p. 171-194, 2015.
- MANNAART, M.; BENTLEY, A.; MCCORD, G.; MIDAVAINÉ, J. J. Marine litter at UNESCO world heritage marine sites. Archipelago, Scotland: KIMO International, 2019.
- MARCH, A. *et al.* A global review of plastics policies to support improved decision making and public accountability. *Global Plastics Policy Centre*, Revolution Plastics, University of Portsmouth, UK, 2022.
- MARCH, A. *et al.* Effectiveness of national action plans | Global Plastics Treaty Policy Brief. *Global Plastics Policy Centre and Dalhousie University*, 2023.
- MARQUES, E. Redes sociais e poder no Estado brasileiro: aprendizados a partir de políticas urbanas. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 21, p. 15-41, 2006.
- MATHEWS, R. E.; TENGBERG, A.; SJÖDIN, J.; LISS-LYMER, B. *Implementing the source-to-sea approach: a guide for practitioners*. Stockholm: SIWI, 2019.
- MOUAT, J.; LOZANO, R. L.; BATESON, H. Economic Impacts of marine litter. *KIMO International*, 105 p., 2010.
- NEWMAN, S. *et al.* The economics of marine litter. In: BERGMANN, M.; GUTOW, L.; KLAGES, M. (Ed.). *Marine Anthropogenic Litter*. Cham: Springer, p. 367-394, 2015.
- PAHL, S.; WYLES, K. J. The human dimension: how social and behavioural research methods can help address microplastics in the environment. *Analytical Methods*, v. 9, n. 9, p. 1404-1411, 2017.
- PEMALM. *Plano estratégico de monitoramento e avaliação do lixo no mar para o estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2021.
- PERSSON, L. *et al.* Outside the safe operating space of the planetary boundary for novel entities. *Environmental Science & Technology*, v. 56, n. 3, p. 1510-1521, 2022.
- POTTS, T.; HASTINGS, E. *Marine litter issues, impacts and actions*. Scottish Government, 2011.
- PRELL, C. *et al.* 'Who's in the network?' When stakeholders influence data analysis. *Systemic Practice and Action Research*, v. 21, n. 6, p. 443-458, 2008.

- PRELL, C.; HUBACEK, K.; REED, M. Stakeholder analysis and social network analysis in natural resource management. *Society and Natural Resources*, v. 22, n. 6, p. 501-518, 2009.
- RAUBENHEIMER, K.; URHO, N. *Possible elements of a new global agreement to prevent plastic pollution*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2020.
- REED, M. S. *et al.* Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, v. 90, n. 5, p. 1933-1949, 2009.
- ROCKSTRÖM, J. *et al.* A safe operating space for humanity. *Nature*, v. 461, p. 472-475, 2009.
- SCHMEER, K. *Guidelines for conducting a stakeholder analysis*. Bethesda, MA: PHR, Abt Associates, 1999.
- SCRICH, V. M. *et al.* Stakeholder analysis as a strategic tool in framing collaborative governance arenas for marine litter monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, v. 198, p. 115799, 2024.
- SCRICH, V. M. *et al.* Untangling the network structure for marine litter monitoring governance. *Marine Pollution Bulletin*, v. 210, p. 117337, 2025.
- SIMON, N. *et al.* A binding global agreement to address the life cycle of plastics. *Science*, v. 373, n. 6550, p. 43-47, 2021.
- SOUZA, Q. R.; QUANDT, C. O. Metodologia de Análise de Redes Sociais. In: DUARTE, F.; QUANDT, C.; SOUZA, Q. (Org.). *O tempo das redes*. São Paulo: [s.n.], 2008. p. 31-63.
- TURRA, A. *et al.* *Lixo nos mares: do entendimento à solução*. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2020.
- UNDERDAL, A. Complexity and challenges of long-term environmental governance. *Global Environmental Change*, v. 20, n. 3, p. 386-393, 2010.
- UNEA. *End plastic pollution: towards an international legally binding instrument*. United Nations Environment Assembly. Resolution UNEP/EA.5/Res.14, 2022.
- UNEP. *Marine litter: a global challenge*. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2009.
- UNEP. *Guidelines for the development of action plans on marine litter*. Ad Hoc Open-Ended Expert Group on Marine Litter and Microplastics. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2019.
- UNEP. *National guidance for plastic pollution hotspotting and shaping action – Introduction report*. BOUCHER, J.; ZGOLA, M. *et al.* Nairobi: United Nations Environment Programme, 2020.
- UNEP. *Addressing single-use plastic products pollution using a life cycle approach*. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2021.
- UNEP; NOAA. *The Honolulu Strategy – A global framework for prevention and management of marine debris*. Nairobi: UNEP; NOAA, 2011.
- VEIGA, J. M. *et al.* Enhancing public awareness and promoting co-responsibility for marine litter in Europe: The challenge of MARLISCO. *Marine Pollution Bulletin*, v. 102, n. 2, p. 309-315, 2016.

- VIANNA, L. P.; XAVIER, L. Y. A APA Marinha Litoral Norte (APAMLN) de São Paulo: do conflito à gestão participativa. In: BESUNSAN, N.; PRATES, A. P. (Org.). *A diversidade cabe na unidade?: áreas protegidas no Brasil*. Brasília: IEB, 2014. p. 608-620.
- VILLARRUBIA-GÓMEZ, P.; CORNELL, S. E. Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle. *Marine Policy*, v. 96, p. 213-220, 2018.
- VINCE, J.; HARDESTY, B. D. Plastic pollution challenges in marine and coastal environments: from local to global governance. *Restoration Ecology*, v. 25, n. 1, p. 123-128, 2017.
- VINCE, J.; STOETT, P. From problem to crisis to interdisciplinary solutions: plastic marine debris. *Marine Policy*, v. 96, p. 200-203, 2018.

