

# Sustentabilidade das regiões costeiras e oceânicas – necessidade de um novo relacionamento entre ciência e gestão

*Natalia de Miranda Grilli*

*Luciana Yokoyama Xavier*

*Pedro Roberto Jacobi*

*Alexander Turra*



## resumo

As zonas costeiras e oceânicas proveem benefícios e serviços ecossistêmicos que têm sido cada vez mais ameaçados pelos diversos usos desses ecossistemas. Garantir a sustentabilidade dessas áreas é uma tarefa complexa que demanda diferentes moldes de gestão, mais integradores e ecossistêmicos, e também de produção do conhecimento científico, mais interdisciplinar e aplicado. Nesse sentido, a pesquisa científica interdisciplinar e a ciência pós-normal refletem uma nova maneira de produzir ciência, entender os ecossistemas marinhos e praticar a gestão a partir de abordagens que promovam um novo relacionamento entre ciência e gestão na pesquisa oceanográfica.

**Palavras-chave:** gerenciamento costeiro integrado; gestão baseada em ecossistemas; interface ciência-gestão; ciência pós-normal.

## abstract

*Ocean and coastal zones provide a range of benefits and ecosystem services that have been extensively threatened by the multiple uses of such ecosystems. Achieving marine sustainability is a complex task that requires integrated and ecosystem-based management systems and new models for knowledge production which are more interdisciplinary and applied. In this regard, interdisciplinary scientific research and post-normal science constitute a new manner of producing science, of understanding and managing marine ecosystems through approaches which promote a new relationship between science and policy in ocean research.*

**Keywords:** *integrated coastal management; ecosystem-based management; science-policy interface; post-normal science.*

# A

s regiões costeiras e oceânicas são exploradas como fonte de alimento, energia, recursos minerais, espaço de lazer, recreação, práticas esportivas e religiosas. Esses ecossistemas fornecem uma variedade de bens e Serviços Ecossistêmicos (SE) para a humanidade (McLeod & Leslie, 2009; Mea, 2005a), dentre os quais estão serviços essenciais como regulação climática e purificação da água. Apesar de sua importância, impactos derivados das ações humanas afetam todas as regiões costeiras e oceânicas e ameaçam seus SE (Halpern et al., 2008a; Mea, 2005), reforçando a necessidade de ações que visem a proteger esses ecossistemas e manter seus benefícios. Como exemplos pode-se citar a criação do “Dia Mundial dos Oceanos” (Rio-92); o estabelecimento de metas específicas para a conservação da biodiversidade costeira e marinha (COP 10 - Metas de Aichi); a “Rio Ocean Declaration” (Rio+20); e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 (ODS 14, 2015). Essas ações

têm em comum o objetivo de inserir questões relacionadas à sustentabilidade do ambiente marinho na agenda política e promover ações imediatas para estabelecimento de diretrizes e metas para sua promoção em nível global.

As pressões sofridas pelos ecossistemas marinhos têm fontes diversas, relacionadas a atividades tanto em áreas marinhas como em áreas terrestres (Curtin & Prellezo, 2010; Halpern et al., 2008a). Além disso, características inerentes a esses ecossistemas, como interação dos ambientes terra-mar-ar, conectividade, elevada mutabilidade e tridimensionalidade conferem complexidade

---

**NATALIA DE MIRANDA GRILLI** é membro do Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha do Instituto Oceanográfico (IO) da USP.

**LUCIANA YOKOYAMA XAVIER** é membro do Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha do Instituto Oceanográfico (IO) da USP.

**PEDRO ROBERTO JACOBI** é professor titular da Faculdade de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Procam/IEE/USP.

**ALEXANDER TURRA** é professor associado do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP).

adicional às consequências dos impactos (Turra, no prelo; Barragán, 2016; Curtin & Prellezo, 2010). Assim, sua gestão é uma tarefa complexa que envolve lidar com um ambiente marcado pela multiplicidade de ecossistemas, usos, usuários, pressões e impactos (Cicin-Sain & Knecht, 1998; Mcleod & Leslie, 2009). No cerne dessa questão está a necessidade de se elaborar políticas públicas que promovam a sustentabilidade das áreas costeiras e oceânicas, com base no conhecimento de suas características, processos, ameaças, usos e usuários.

## **GERENCIAMENTO COSTEIRO INTEGRADO COMO MARCO CONCEITUAL**

O Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI) surgiu como uma estratégia para resolução de múltiplos conflitos (Barragán, 2016; Cicin-Sain & Knecht, 1998; Moksness, Dahl & Stottrup, 2013), de forma a superar a gestão fragmentada baseada em ações desconexas de diferentes setores, agências reguladoras e órgãos de governo (Cicin-Sain & Knecht, 1998).

Dentre os objetivos do GCI, destacam-se a preservação e a proteção da produtividade e da biodiversidade dos ecossistemas, o reforço à gestão integrada por meio de medidas legais, a capacitação e formação de pessoal e a promoção do uso racional e sustentável dos recursos marinhos (Asmus et al., 2006). Tais objetivos devem ser atingidos com participação de todos os setores sociais relacionados, integrando os interesses e expectativas dos vários segmentos, de forma adaptativa e cíclica (Cicin-Sain & Knecht, 1998a; Unep, 1992).

O GCI emprega o enfoque adaptativo, modificando-se continuamente, ecossistêmico, considerando dimensões humanas e naturais na unidade a ser gerida, integrativo, envolvendo diferentes setores, ecossistemas, conhecimentos, instituições e governos, buscando assegurar consistência interna às propostas, e participativo, assegurando o envolvimento e o controle social ao longo de todo o processo (Cicin-Sain & Knecht, 1998; Gesamp, 1996). Dessa forma, pode ser entendido como um processo contínuo e dinâmico de formulação de políticas públicas para o uso sustentável de áreas marinhas e seus recursos, promovendo melhorias da qualidade de vida das populações e garantindo a preservação dos ecossistemas (Asmus et al., 2006; Gesamp, 1996).

Apesar do enfoque ecossistêmico, originalmente as ações do GCI não abarcavam toda a complexidade dos ecossistemas, o que seria desejável frente à necessidade de manutenção dos SE. No entanto, ao longo de sua aplicação, o GCI passou a incorporar novos princípios e abordagens, com destaque à inclusão dos ecossistemas como unidade a ser gerida (Aswani et al., 2012; Forst, 2009; Haines-Young & Potschin, 2011; Sandersen et al., 2013).

## **GESTÃO BASEADA EM ECOSSISTEMAS**

Práticas de gestão baseadas na transposição da abordagem disciplinar, fragmentadora e positivista da produção de conhecimento, têm se mostrado ineficientes para garantir a integridade dos ecossistemas naturais e manter seus SE (Arkema, Abramson & Dewsbury, 2006; Curtin & Prellezo, 2010; Mcleod &



Leslie, 2009; Rosenberg & Mcleod, 2005). Como exemplo, tem-se que ações tradicionais de manejo ambiental focam, majoritariamente, uma espécie-alvo (Dereynier, Levin & Shoji, 2010; Leslie & Mcleod, 2007), desconsiderando as interações ecológicas entre as espécies e com o ser humano e os aspectos socioeconômicos e culturais associados (Mcleod & Leslie, 2009).

Desde a década de 1930, reconhece-se o desejo de se implantar ações de manejo que ampliassem o escopo de atuação, em contraposição ao manejo de uma espécie de interesse (Grumbine, 1994). Entretanto, só a partir da década de 1970 as discussões de se implantar o ecossistema como unidade básica de gestão ganharam força (Cheong, 2008; Curtin & Prellezo, 2010; Grumbine, 1994; Leslie & Mcleod, 2007), passando a abordagem ecossistêmica a ser aplicada à gestão de recursos naturais.

Em sua aplicação, duas linhas podem ser diferenciadas. Enquanto algumas iniciativas focam nos SE, comumente priorizando a gestão de um serviço e de um setor que se beneficia desses (Halpern et al., 2008b), outra tem uma abordagem mais ampla, inserindo o próprio ecossistema e seus componentes e processos no cerne da gestão, configurando a Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE).

A contribuição da GBE é focar a manutenção, a longo prazo, da capacidade dos ecossistemas em prover múltiplos SE, de modo que todos os setores que se beneficiam de alguma forma desses serviços devem, em conjunto, analisar de que forma suas atividades cumulativamente afetam (direta ou indiretamente) a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas que os sustentam (Leslie & Mcleod, 2007). Com base em revisão teó-

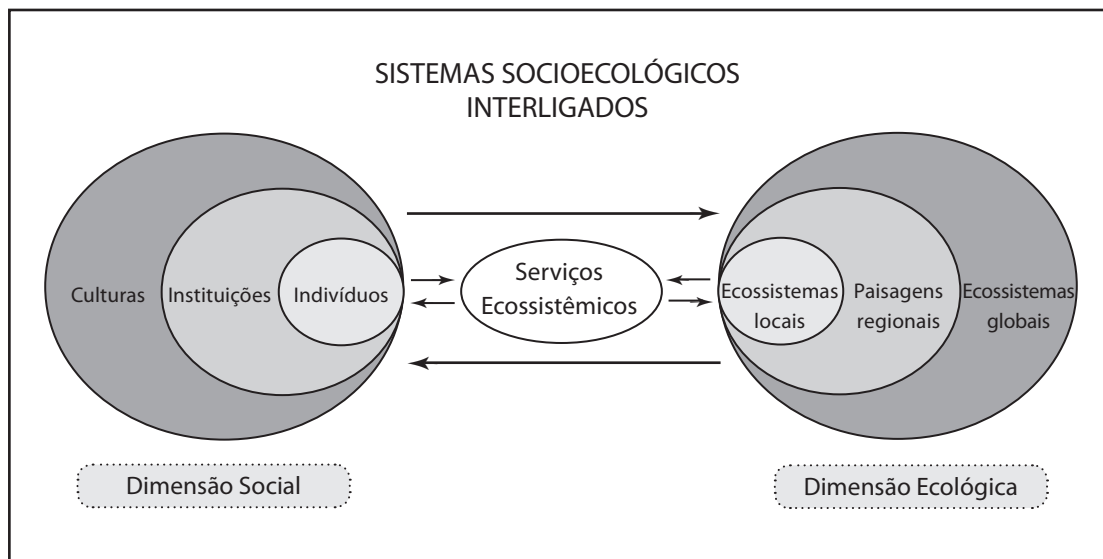
rica sobre GBE, Long, Charles e Stephenson (2015) propuseram que:

“A gestão baseada em ecossistemas é uma abordagem interdisciplinar que incorpora, de forma balanceada, princípios ecológicos, sociais e de governança em escalas espaço-temporais apropriadas, aplicando-os a uma área geográfica específica, com o intuito de promover o uso sustentável dos recursos existentes. O conhecimento científico e o monitoramento são aplicados para se reconhecer as conexões, a integridade e a biodiversidade de um ecossistema, bem como sua dinâmica natural e incertezas associadas. A GBE reconhece a conexão dos sistemas social e ecológico e busca envolver os *stakeholders* em um processo de gestão integrado e adaptativo, no qual as decisões refletem escolhas sociais” (Long, Charles & Stephenson, 2015, p. 59 – tradução dos autores).

Por mais que não sejam o foco da GBE, os SE são a representação dos benefícios que um ecossistema saudável e funcional promove à sociedade e podem ser utilizados como ferramenta de comunicação na gestão (Granek et al., 2010). Promover GBE implica conhecer as interações ecológicas e os processos físico-químicos que sustentam a existência dos SE e como são impactados por ações humanas. Nesse sentido, a GBE baseia-se nas conexões entre interações ecológicas e atividades humanas, ou sistemas socioecológicos interligados (Mcleod & Leslie, 2009), sendo os SE a conexão-chave entre as dimensões social e ecológica (Figura 1).

A GBE é especialmente relevante na gestão de ambientes marinhos. Ao se comparar os princípios norteadores do GCI e da GBE, é possível notar princípios comuns (Arkema,

FIGURA 1



Interações entre as dimensões sociais e ecológicas acontecem em diversas escalas geográficas e organizacionais, criando sistemas socioecológicos interligados. Os serviços ecosistêmicos representam a conexão-chave entre as dimensões e são afetados tanto por fatores ecológicos quanto sociais. Fonte: adaptado de Mcleod & Leslie (2009)

Abramson & Dewsbury, 2006; Forst, 2009; Haines-Young & Potschin, 2011; Sandersen et al., 2013), com destaque à busca por uma gestão participativa, que integre os diferentes conhecimentos. A principal diferença entre as duas abordagens reside no fato de o GCI focar a resolução de problemas e a GBE, a manutenção da qualidade dos ecossistemas (Mcleod & Leslie, 2009). Apesar disso, esses modelos de gestão devem ser vistos como complementares (Aswani et al., 2012; Sandersen et al., 2013), uma vez que, enquanto o primeiro abarca as complexidades institucionais e de múltiplos usuários do GCI (Aswani et al., 2012; Forst, 2009; Sandersen et al., 2013), o segundo agrega a complexidade ambiental ao foco da gestão, resultando em um arranjo que pode mais facilmente lidar com a complexidade dos ecossistemas marinhos. Ambos demandam conhecimentos específicos e remetem ao papel da ciência, considerando não apenas a resolução de pro-

blemas, mas principalmente o planejamento do uso e da ocupação do espaço marinho.

## PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO

O Planejamento Espacial Marinho (PEM) é um modelo originário de experiências relacionadas ao estabelecimento de áreas de proteção, da década de 1970 (Javier, 2014). Ele propõe uma organização do espaço marinho por meio do estabelecimento de zonas que definem a distribuição espacial e temporal das atividades humanas a fim de promover tanto a realização de atividades humanas como a proteção dos ecossistemas (Ehler & Douvere, 2009).

O PEM compartilha dos enfoques adaptativo, integrativo e participativo do GCI e se aproxima da GBE ao focar a qualidade e a sustentabilidade dos ecossistemas, baseadas em um planejamento estratégico e preventivo de longo prazo (Ehler & Douvere, 2009),

considerando os efeitos cumulativos e sinérgicos das múltiplas atividades que afetam as regiões marinhas (Halpern et al., 2008b).

Um outro aspecto evidenciado no PEM é sua caracterização como um processo público que busca mediar tanto conflitos entre usuários de recursos como entre usos e a conservação do ambiente por meio de um processo político (Ehler & Douvere, 2009). Dessa forma, reconhece a complexidade legal, política, econômica e ecológica da governança (Ehler & Douvere, 2009) e evidencia a necessidade de se congregarem os diferentes setores interessados na exploração das áreas marinhas em uma arena de discussão para a tomada de decisão.

O PEM se difundiu e tem sido aplicado em várias regiões do mundo (Ehler & Douvere, 2009). Ele pode ser visto como um instrumento para aplicação combinada dos princípios do GCI e também da GBE, que compartilha da mesma necessidade de um conhecimento integrado que faça frente à complexidade dos problemas que busca enfrentar.

## **A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA CIENTÍFICA INTERDISCIPLINAR**

A Pesquisa Científica Interdisciplinar (PCI) é a base para a implementação dos princípios preconizados pelo GCI, GBE e PEM, uma vez que integra diversas áreas do conhecimento na formulação de um entendimento comum dos complexos problemas ambientais (Bremer & Glavovic, 2013b; Cheong, 2008; Turner, 2000). Ela surge da necessidade de resolver problemas socioambientais, aproximando ciências naturais, sociais e processos de tomada de decisão, de explorar problemas

básicos de pesquisa e de desenvolver novas tecnologias nas interfaces das diferentes disciplinas (CFIR, 2005).

O desenvolvimento de PCI é especialmente relevante quando se considera a multiplicidade do ambiente marinho. Ao longo de sua história, a oceanografia, que se iniciou como o estudo das variáveis geofísicas e químicas dos oceanos (século XIX), incorporou aspectos biológicos (século XX) e enfrenta atualmente o desafio de incluir as ciências sociais em seus estudos, desenvolvendo uma nova faceta, a oceanografia humana ou social (Moura, 2017).

Embora tenha havido um aumento mundial de PCI nas últimas décadas, ela ainda enfrenta muitos desafios, como problemas de comunicação devido à falta de padronização de linguagem entre as disciplinas, dificuldades em trabalhar em grupo, resistência por parte dos pares acadêmicos, dificuldades em se encaixar e se reconhecer na estrutura departamental clássica das universidades, barreiras institucionais relacionadas a incentivos e financiamento, dificuldades de avaliação das pesquisas interdisciplinares, dificuldades em publicar trabalhos interdisciplinares, além de demorar mais para ter impacto acadêmico, e acumular citações, do que pesquisas disciplinares (Brewer, 1999; CFIR, 2005; Ledford, 2015; Lyall & Meagher, 2007; Nightingale & Scott, 2007; Rylance, 2015; Scott, 2007; Van Noorden, 2015).

Parte dessas dificuldades advém do fato de que a PCI não acontece automaticamente a partir da junção de diversas disciplinas sob um mesmo objetivo de pesquisa (Lyall & Meagher, 2007; Tait & Lyall, 2007). A PCI demanda habilidades distintas da pesquisa disciplinar, tanto formais, tratando-se de aprender novos conteúdos de uma

área de conhecimento inédita (GRC, 2016), quanto informais, como flexibilidade, adaptabilidade, curiosidade e criatividade para trabalhar em grupo e lidar com opiniões divergentes (Tait & Lyall, 2007), demandando um esforço maior por parte de coordenadores de equipes interdisciplinares (Lyall & Meagher, 2007; Tait & Lyall, 2007).

Adicionalmente, estudos interdisciplinares são geralmente mais complexos e custosos, envolvendo mais recursos humanos e demandando mais tempo para chegar a um entendimento comum sobre os problemas a serem estudados e às respostas a eles (Ambrizzi, Lacerda & Dutra, 2017; Brewer, 1999; CFIR, 2005; GRC, 2016; Nightingale & Scott, 2007).

## A NECESSIDADE DE INTEGRAR A PESQUISA CIENTÍFICA À GESTÃO

As abordagens descritas anteriormente convocam a uma maior integração na interface ciência-gestão, que vem se mostrando como um elemento-chave para a governança ambiental (Bremer & Glavovic, 2013a; Van Den Hove, 2007), e pode ser definida como “um processo social que envolve relações entre cientistas e outros atores no processo de gestão, permitindo trocas, coevolução e construção conjunta de conhecimentos, com o objetivo de enriquecer o processo de tomada de decisão” (Van Den Hove, 2007, p. 824).

No ambiente marinho, essa relação é de grande importância para qualificar a gestão (Cheong, 2008; Mcfadden, 2007), sendo recomendado que aconteça o quanto antes. Contudo, tal relação ainda é incipiente, caracterizando um hiato entre a ciência oceanográfica e a gestão costeira (Cheong, 2008;

Cicin-Sain & Knecht, 1998; Van Koningsveld, Davidson & Huntley, 2005).

O distanciamento ocorre principalmente em razão de diferenças de cultura, pontos de vista e comportamento entre cientistas e gestores (Cash et al., 2003; Cicin-Sain & Knecht, 1998). Por um lado, cientistas frequentemente frustram-se por seus conhecimentos não serem efetivamente implementados, pensam a longo prazo, com o objetivo de enriquecer o entendimento de uma determinada área (Cheong, 2008; Cicin-Sain & Knecht, 1998; Van Koningsveld, Davidson & Huntley, 2005). Já os gestores têm dificuldade em aplicar o conhecimento científico, pensam geralmente em curto prazo focando problemas imediatos e esperam respostas claras e assertivas da ciência (Cicin-Sain & Knecht, 1998; Van Koningsveld, Davidson & Huntley, 2005).

Uma forma de exercitar essa interface é criar os arranjos institucionais adequados para promover oportunidades para a interação entre os diferentes atores (Nursey-Bray et al., 2014; Wolters et al., 2016), como espaços de convivência como fóruns, conselhos consultivos ou através de *workshops* e reuniões regulares (Cicin-Sain & Knecht, 1998). Outra estratégia é a elaboração de “produtos-fronteira”, que favorecem a coprodução e divulgação do conhecimento, como modelos, cenários e relatórios de avaliação (Cash et al., 2003), com linguagem acessível aos tomadores de decisão e ao público leigo (Arkema, Abramson & Dewsbury, 2006; Cash et al., 2003; Cicin-Sain & Knecht, 1998; Wolters et al., 2016).

Diversas “instituições-fronteira” produzem relatórios de avaliação que fortalecem a interface ciência-gestão, como o Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio



(MEA, na sigla em inglês) e a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (Turra, no prelo). Com relação à avaliação dos ambientes marinhos e costeiros, foi criado em 2004 um Processo Regular com o objetivo de revisar os aspectos ambientais, sociais e econômicos dos oceanos e mares em escala mundial (Unwoa, 2016). O “Processo Regular para Avaliação dos Ambientes Marinhos, incluindo Aspectos Socioeconômicos” foi criado pela Assembleia Geral das Nações Unidas e busca responder a questões como qual o estado dos oceanos e quais as tendências futuras, quais são e como se distribuem seus benefícios e quais as principais ameaças.

Todo o esforço de elaborar “produtos-fronteira” com linguagem adequada, no entanto, pode ser em vão se o conhecimento produzido não dialogar com as demandas sociais (Cash et al., 2003; Nursey-Bray et al., 2014; Wolters et al., 2016). Tal fato chama atenção a um novo modelo de desenvolvimento de pesquisas baseadas em demandas sociais e realizadas de forma integrada e participativa com usuários finais do conhecimento, em um processo que transcende as divisões disciplinares da ciência e modifica a própria forma de fazê-la.

## CIÊNCIA PÓS-NORMAL

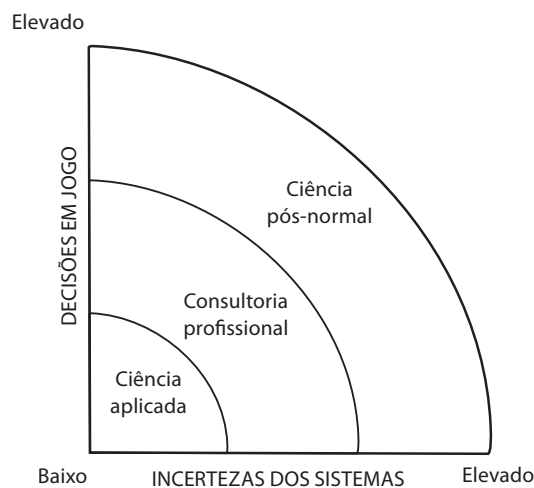
A Ciência Pós-Normal (CPN) transcende a “ciência normal” na medida em que visa à resolução de problemas que não são normalmente equacionados pelo conhecimento produzido de forma clássica, sendo aplicada em situações em que as incertezas do sistema são muito altas e as decisões em jogo refletem ideias conflitantes entre os tomadores de decisão (Funtowicz & Ravetz, 1993) (Figura 2).

Inicialmente, a CPN foi descrita como estratégia de resolução de problemas principalmente relacionados a políticas de avaliação de risco e meio ambiente (Funtowicz & Ravetz, 1993; Ravetz, 2006). Atualmente, muitas outras questões podem ser abordadas a partir da perspectiva da CPN, como mudanças climáticas globais, problemas de saúde pública (Giatti, 2015), sustentabilidade (Ravetz, 2006) e gestão costeira (Bremer, 2013; Udovyk & Gilek, 2014).

Na abordagem da CPN, reconhece-se que os especialistas são frequentemente incapazes de apresentar soluções conclusivas frente a problemas complexos. Assim, propõe-se que o diálogo seja expandido a pessoas de fora da área específica da qual o problema é criado,

**FIGURA 2**

Gráfico explicativo da ciência pós-normal



O eixo horizontal corresponde a diferentes classes de incertezas de um dado sistema (técnicas, metodológicas, epistemológicas ou éticas). Já o eixo vertical relaciona as práticas do universo político. Por decisões em jogo entendem-se custos, benefícios, interesses e compromissos, de qualquer natureza, dos vários grupos de interesse envolvidos no tema em questão. Configuram-se, assim, três estratégias distintas de resolução de problemas: “ciência aplicada”, “consultoria profissional” e “ciência pós-normal”. Fonte: adaptado de Funtowicz & Ravetz (1997)

percebido ou estudado (Funtowicz & Ravetz, 1997). Desse modo, os novos participantes enriquecem as comunidades tradicionais de pares, gerando as comunidades ampliadas de pares, indispensáveis à transmissão de habilidades e à garantia da qualidade dos resultados. Assim, esse novo tipo de prática coloca em perspectiva uma nova meta, mais democrática e humanista, para a ciência e a tecnologia (Funtowicz & Ravetz, 1993, 1997).

A CPN não pretende substituir as formas tradicionais de ciência, pelo contrário, é uma estratégia complementar à ciência aplicada e à consultoria profissional (Funtowicz & Ravetz, 1997). Todos esses elementos têm seu espaço na interface entre ciência e gestão, que é mediada pelos objetivos do emprego do conhecimento e pela transição de uma pesquisa disciplinar para uma pesquisa interdisciplinar (Figura 3).

## CAMINHOS DA PESQUISA OCEANOGRÁFICA

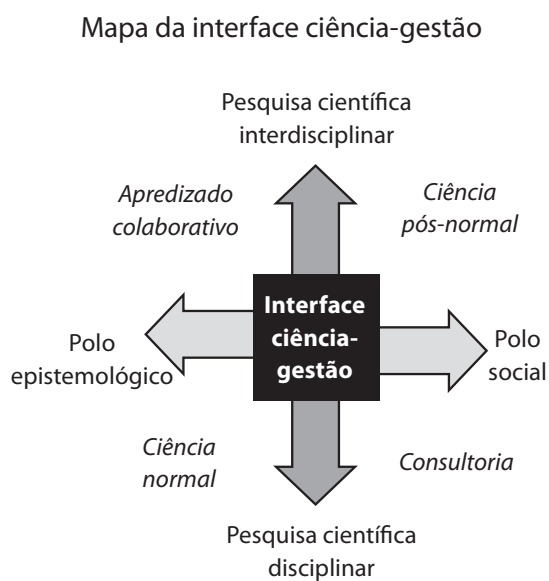
Os referenciais descritos refletem uma nova maneira de produzir ciência, entender os ecossistemas marinhos e praticar a gestão a partir de uma abordagem mais integrada, participativa e democrática. Apesar de ainda haver desafios a superar na busca pela sustentabilidade dos mares e oceanos, vários passos já foram dados em sua direção.

Os modelos de gestão estão postos e têm sido praticados em vários contextos ao redor do mundo, apesar das barreiras encontradas. No cenário nacional, uma das principais barreiras é o investimento na formação de recursos humanos e promoção da interdisciplinaridade na ciência, um ponto-chave para a implementação dos modelos de gestão dominantes.

A PCI, mesmo com todas as dificuldades inerentes à sua coordenação e demanda de tempo e recursos, vem sendo cada vez mais estimulada e desenvolvida (CFIR, 2005; Van Noorden, 2015). Apesar disso, ainda há um longo caminho entre gerar e aplicar o conhecimento. Esse caminho passará, necessariamente, por uma reforma dentro das universidades e instituições de fomento à pesquisa (Cicin-Sain & Knecht, 1998a; CFIR, 2005).

Como citado, estudos interdisciplinares são geralmente mais complexos e custosos, o que é ainda mais evidente nas regiões

**FIGURA 3**



A interface é mediada por duas escalas: grau de integração do conhecimento (eixo vertical) e os objetivos do emprego do conhecimento (eixo horizontal). O eixo vertical representa um contínuo com as diversas formas de integração do conhecimento, iniciando-se com a pesquisa disciplinar (restrita aos cientistas) e voltando-se para uma pesquisa interdisciplinar que agrega diferentes disciplinas e sistemas de conhecimento, incluindo a sua coprodução. O eixo horizontal varia do polo epistemológico, no qual se faz “ciência pela ciência”, ao polo social, no qual a pesquisa científica é contextualizada e produzida a serviço da sociedade. Combinações diferentes de integração e motivação da pesquisa resultam nas diferentes formas de se gerar o conhecimento: ciência normal, consultoria, aprendizado colaborativo ou ciência pós-normal. Fonte: adaptado de Blanchard & Bremer (2013a)

costeiras e oceânicas, que demandam equipamentos e técnicas específicas para a obtenção, processamento e compartilhamento dos dados (Curtin & Prellezo, 2010; Tallis et al., 2010; UN, 2016). Assim, é necessário atrelar o desenvolvimento da PCI oceanográfica a políticas que garantam seu financiamento a longo prazo e a mudanças nas agências de fomento à pesquisa que levem a um maior direcionamento ao desenvolvimento de PCI, com programas de formação mais interdisciplinares e propostas de novas métricas para seleção e avaliação de projetos integrados (CFIR, 2005; GRC, 2016; Lyall et al., 2013; Lyall & Meagher, 2007; Nightingale; Scott, 2007; Trevisol, Medeiros & Giannini, 2017).

Nesse sentido, entende-se que a busca da sustentabilidade dos oceanos passa necessariamente por uma evolução no sistema de ciência e tecnologia do país, de forma que as diferentes instituições e atores garantam as condições necessárias para a produção de conhecimento relevante para a tomada de decisão. Tanto aspectos relacionados ao

fomento à pesquisa quanto questões comportamentais necessitam adaptar-se às novas demandas da sociedade de forma a possibilitar a emergência de informações, conhecimentos e relações institucionais voltadas ao aprimoramento da tomada de decisão.

A importância da PCI remete a diferentes fases do processo de tomada de decisão, desde o planejamento até a implementação e avaliação de políticas, com base em indicadores desenvolvidos conjuntamente no processo de diálogo entre ciência e gestão. Em todas essas fases é evidente a necessidade de informações sobre o estado do ambiente, considerando os aspectos físico, biótico e socioeconômico, os quais devem representar séries temporais de longa duração. Essa é uma grande lacuna na pesquisa oceanográfica latino-americana (Turra et al., 2013), que depende de uma visão estruturada de políticas de Estado para zelar pela qualidade ao mesmo tempo em que permite uma exploração equilibrada dos bens e serviços providos pela zona costeira e pelos oceanos.

## BIBLIOGRAFIA

- AMBRIZZI, T.; LACERDA, C. B.; DUTRA, L. M. M. "Construção de Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar e o Exemplo Incline", in A. Phillip Jr.; V. Fernandes; R. C. S. Pacheco (eds.). *Ensino, Pesquisa e Inovação: Desenvolvendo a Interdisciplinaridade*. Barueri, Manole, 2017, pp. 517-32.
- ARKEMA, K. K.; ABRAMSON, S. C.; DEWSBURY, B. M. "Marine Ecosystem-Based Management: From Characterization to Implementation", in *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 4, n. 10, 2006, pp. 525-32.
- ASMUS, M. L. et al. "Gestão Costeira no Brasil: Instrumentos, Fragilidades e Potencialidades", in *Gestão Costeira Integrada*, v. 5, p. 52-7, 2006.



- ASWANI, S. et al. "The Way Forward with Ecosystem-Based Management in Tropical Contexts: Reconciling with Existing Management Systems", in *Marine Policy*, v. 36, n. 1, jan./2012, pp. 1-10.
- BARRAGÁN, J. M. *Políticas, Gestão e Litoral: Uma Nova Visão da Gestão Integrada de Áreas Litorais*. 1a ed. Madrid, Editorial Tebar Flores, 2016.
- BLANCHARD, A.; BREMER, S. "Reflexively Mapping the Science – Policy Interface for Coastal Zones", in E. Moksness; E. Dahl; J. Stottrup (eds.). *Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management*. 1a ed. John Wiley & Sons, 2013, pp. 206-17.
- BREMER, S. "Framing a Post-Normal Science-Policy Interface for Coastal Zone Management", in E. Moksness; E. Dahl; J. Stottrup (eds.). *Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management*. 1a ed. John Wiley & Sons, 2013, pp. 179-91.
- BREMER, S.; GLAVOVIC, B. "Mobilizing Knowledge for Coastal Governance: Re-Framing the Science-Policy Interface for Integrated Coastal Management", in *Coastal Management*, v. 41, n. 1, 2013a, pp. 39-56.
- \_\_\_\_\_. "Exploring the Science-Policy Interface for Integrated Coastal Management in New Zealand", in *Ocean & Coastal Management*, v. 84, nov./2013b, pp. 107-18.
- BREWER, G. D. "The Challenges of Interdisciplinarity", in *Policy Sciences*, v. 32, n. 4, 1999, pp. 327-37.
- CASH, D. W. et al. "Knowledge Systems for Sustainable Development", in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 100, n. 14, 2003, pp. 8.086-91.
- CHEONG, S.-M. "A New Direction in Coastal Management", in *Marine Policy*, v. 32, n. 6, nov./2008, pp. 1.090-3.
- CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R. W. *Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices*. Washington DC/Covelo/California, Island Press, 1998.
- COMMITTEE ON FACILITATING INTERDISCIPLINARY RESEARCH (CFIR). *Facilitating Interdisciplinary Research Public Policy*. Washington D.C., The National Academies Press, 2005.
- CURTIN, R.; PRELLEZO, R. "Understanding Marine Ecosystem Based Management: A Literature Review", in *Marine Policy*, v. 34, n. 5, set./2010, pp. 821-30.
- DEREYNIER, Y. L.; LEVIN, P. S.; SHOJI, N. L. "Bringing Stakeholders, Scientists, and Managers Together Through an Integrated Ecosystem Assessment Process", in *Marine Policy*, v. 34, n. 3, maio/2010, pp. 534-40.
- EHLER, C.; DOUVERE, F. *Marine Spatial Planning: A Step-by-Step Approach*. Intergover ed. Paris, Unesco, 2009.
- FORST, M. F. "The Convergence of Integrated Coastal Zone Management and the Ecosystems Approach", in *Ocean & Coastal Management*, v. 52, n. 6, jun./2009, pp. 294-306.
- FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R. "Science for the Post-Normal Age", in *Futures*, v. 25, n. 7, set./1993, pp. 739-55.
- \_\_\_\_\_. "Ciência Pós-Normal e Comunidades Ampliadas de Pares Face aos Desafios Ambientais", in *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 4, n. 2, 1997, pp. 219-30.
- GESAMP. *The Contribution of Science to Coastal Zone Management*. Rome, 1996.
- GIATTI, L. L. *O Paradigma da Ciência Pós-Normal: Participação Social na Produção de Saberes e na Governança Socioambiental e da Saúde*. São Paulo, Annablume, 2015.
- GRANEK, E. F. et al. "Ecosystem Services As a Common Language for Coastal Ecosystem-Based Management", in *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, v. 24, n. 1, 2010, pp. 207-16.

- GRC - GLOBAL RESEARCH COUNCIL. *Statement of Principles on Interdisciplinarity*, 2016.
- GRUMBINE, R. E. "What Is Ecosystem Management?", in *Conservation Biology*, v. 8, n. 1, 1994, pp. 27-38.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M. "Integrated Coastal Zone Management and the Ecosystem Approach", in *Deliverable D2.1, PEGASO Grant agreement no: 244170*, v. *CEM Workin*, n. 7, 2011, pp. 1-19.
- HALPERN, B. S. et al. "A Global Map of Human Impact on marine Ecosystems", in *Science, New Series*, v. 319, n. 5.865, 2008a, pp. 948-52.
- \_\_\_\_\_. "Managing for Cumulative Impacts in Ecosystem-Based Management Through Ocean Zoning", in *Ocean & Coastal Management*, v. 51, n. 3, 2008b, pp. 203-11.
- JAVIER, G. S. "The Scope of Marine Spatial Planning and Integrated Coastal Zone Management: New Challenges for the Future", in *Journal of Coastal Development*, v. 17, n. 2, 2014, p. e109.
- LEDFORD, B. Y. H. "Team Science", in *Nature*, v. 525, 2015, pp. 308-11.
- LESLIE, H. M.; MCLEOD, K. L. "Confronting the Challenges of Implementing Marine Ecosystem-Based Management", in *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 5, n. 10, 2007, pp. 540-8.
- LONG, R. D.; CHARLES, A.; STEPHENSON, R. L. "Key Principles of Marine Ecosystem-Based Management", in *Marine Policy*, v. 57, jul./2015, pp. 53-60.
- LYALL, C. et al. "The Role of Funding Agencies in Creating Interdisciplinary Knowledge", in *Science and Public Policy*, v. 40, 2013, pp. 62-71.
- LYALL, C.; MEAGHER, L. A. *Short Guide to Building and Managing Interdisciplinary Research Teams*. ISSTI Briefing Note, 3, 2007.
- MCFADDEN, L. "Governing Coastal Spaces: The Case of Disappearing Science in Integrated Coastal Zone Management", in *Coastal Management*, v. 35, n. 4, 2007, pp. 429-43.
- MCLEOD, K.; LESLIE, H. "Why Ecosystem-Based Management?", in K. L. Mcleod; H. M. Leslie (eds.). *Ecosystem Based Management for the Oceans*. Washington DC, Island Press, 2009, p. 392.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). "Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis", 2005, p. 155.
- MOKSNESS, E.; DAHL, E.; STOTTRUP, J. *Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management*. 1a ed. New Jersey, John Wiley & Sons, 2013.
- MOURA, G. G. M. *Avanços em Oceanografia Humana: O Socioambientalismo nas Ciências do Mar*. 1a ed. Jundiaí, Paco, 2017.
- NIGHTINGALE, P.; SCOTT, A. "Peer Review and the relevance Gap: Ten Suggestions for Policy-Makers", in *Science and Public Policy*, v. 34, n. 8, 2007, pp. 543-53.
- NURSEY-BRAY, M. J. et al. "Science Into Policy? Discourse, Coastal Management and Knowledge", in *Environmental Science & Policy*, v. 38, abr./2014, pp. 107-19.
- RAVETZ, J. R. "Post-Normal Science and the Complexity of Transitions Towards Sustainability", in *Ecological Complexity*, v. 3, 2006, pp. 275-84.
- ROSENBERG, A. A.; MCLEOD, K. L. "Implementing Ecosystem-Based Approaches to Management for the Conservation of Ecosystem Services", in H. I. Browman; K. I. Stergiou (eds.). *Politics and Socio-Economics of Ecosystem-Based Management of Marine Resources*, Marine Ecology Progress Series, v. 300, 2005, pp. 241-96.
- RYLANCE, R. "Global Funders to Focus on Interdisciplinarity", in *Nature*, v. 525, 2015, pp. 313-5.
- SANDERSEN, T. H. et al. "Knowledge Issues in ICZM and EBM Applied on Small Geographic Scales: Lessons from a Case Study in Risør, Norway", in E. Moksness;

- E. Dahl; J. Stottrup (eds.). *Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management*. 1a ed. New Jersey, John Wiley & Sons, 2013, pp. 127-44.
- SCOTT, A. "Peer Review and the Relevance of Science", in *Futures*, v. 39, 2007, pp. 827-45.
- TAIT, J.; LYALL, C. "Short Guide to Developing Interdisciplinary Research Proposals", in *Futures ISSTI Briefing Note*, v. 36, n. 1, 2007.
- TALLIS, H. et al. "The Many Faces of Ecosystem-Based Management: Making the Process Work Today in Real Places", in *Marine Policy*, v. 34, n. 2, mar./2010, pp. 340-8.
- TREVISOL, J. V.; MEDEIROS, I. A. DE; GIANNINI, M. J. "A Interdisciplinaridade na Agenda Institucional do Fórum de Pró-Reitores de Pós-Graduação e Pesquisa", in A. Phillip Jr.; V. Fernandes; R. C. S. Pacheco (eds.). *Ensino, Pesquisa e Inovação: Desenvolvendo a Interdisciplinaridade*. Barueri, Manole, 2017, pp. 120-33.
- TURNER, R. K. "Integrating Natural and Socio-Economic Science in Coastal Management", in *Journal of Marine Systems*, v. 25, 2000, pp. 447-60.
- TURRA, A. "Conservação Marinha – Histórico, Bases Conceituais e Estratégias", in R. C. Pereira; A. S. Gomes (eds.). *Ecologia Marinha*. 1a ed. Rio de Janeiro, Interciência, s.d.
- TURRA, A. et al. "Global Environmental Changes: Setting Priorities for Latin American Coastal Habitats", in *Global Change Biology*, v. 19, 2013, pp. 1.965-9.
- UDOVYK, O.; GILEK, M. "Participation and Post-Normal Science in Practice? Reality Check for Hazardous Chemicals Management in the European Marine Environment", in *Futures*, v. 63, 2014, pp. 15-25.
- UNITED NATIONS (UN). "Summary of the First Global Integrated Marine Assessment". [s.l: s.n.].
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). "Rio Declaration on Environment and Development", 1992.
- UNITED NATIONS WORLD OCEAN ASSESSMENT (UNWOA). "Regular Process for Global Reporting and Assessment of the State of the Marine Environment Including Socioeconomic Aspects". Disponível em: <http://www.worldoceanassessment.org/>. Acesso em: 9/1/2016.
- VAN DEN HOVE, S. "A Rationale for Science-Policy Interfaces", in *Futures*, v. 39, n. 7, 2007, pp. 807-26.
- VAN KONINGSVELD, M.; DAVIDSON, M. A.; HUNTLEY, D. A. "Matching Science with Coastal Management Needs: The Search for Appropriate Coastal State Indicators", in *Journal of Coastal Research*, v. 21, n. 3, 2005, pp. 399-411.
- VAN NOORDEN, R. "Interdisciplinary Research by the Numbers: An Analysis Reveals the Extent and Impact of Research That Bridges Disciplines", in *Nature*, v. 525, 2015, pp. 306-7.
- WOLTERS, E. A. et al. "What is the Best Available Science? A Comparison of Marine Scientists, Managers, and Interest Groups in the United States", in *Ocean & Coastal Management*, v. 122, mar./2016, pp. 95-102.