



A Importância da Abordagem Experimental para o Progresso da Gestão Costeira Integrada*

The Importance of the Experimental Approach to the Advance of Integrated Coastal Management

Walter Martin Widmer¹

Resumo

O presente artigo argumenta que a gestão costeira integrada deve fazer amplo uso da metodologia experimental como um dos instrumentos necessários para avaliar o sucesso de hipóteses gerenciais. Para fundamentar tal argumentação, o trabalho inicialmente discute a diferença entre o objetivo das investigações científicas e o das atividades gerenciais. Em seguida, destaca o avanço que a ecologia costeira obteve nas últimas décadas ao aderir explicitamente ao método experimental. Por último, discute o conceito de gestão costeira adaptativa que, apesar de pouco presente no Brasil, considera toda decisão gerencial como um experimento, possibilitando a aprendizagem institucional sobre a qualidade das decisões tomadas a respeito da zona costeira brasileira.

Palavras-chave: ciência; conhecimento imperfeito; decisão; hipótese; incerteza; manejo; surpresa.

Abstract

This paper argues that integrated coastal management should make wide use of the experimental approach to test management predictions. To support such proposal, the paper initially discusses the difference between objectives of scientific investigations and those of management. Using examples from the academic literature, it is argued that the aim of coastal science is to increase knowledge about coastal systems, while management is focused on making good decisions about people's use of these systems. The concept of integration is briefly discussed, highlighting the need of integration between science and management. Then, the text highlights the progress achieved in the recent past by scientific studies in coastal ecology, which explicitly used experimental methods. An adequate use of controls, replication and randomization allowed experimental

¹ walterw@ufpr.br, Universidade Federal do Paraná, Rua Jaguariaíva, 512 Matinhos/PR, CEP 83260-000 - Brasil

ecology to test clear predictions about patterns and processes in coastal ecosystems. Lastly, the concept of adaptive coastal management is presented. This is a type of management that clearly states what is expected to happen as a consequence of management decisions. These managerial predictions permit the test of the effectiveness of those decisions. Despite its importance, adaptive management is not widely practiced in Brazil. Therefore, Brazilian coastal managers are invited to state what they expect to happen when management action is taken, in order to allow the proposition of adaptations that may contribute to the advance of integrated coastal management in Brazil.

Keywords: decision, hypothesis, imperfect knowledge, management, prediction, science, surprise, uncertainty.

Zona costeira: pesquisa científica e gestão

A zona costeira pode ser definida como a zona de interface dinâmica onde ocorre o encontro da atmosfera, da terra e do mar (Viles & Spencer, 1995). A conectividade entre bacias de drenagem e as águas marinhas costeiras é um dos elementos centrais nesse conceito (Clark, 1996). Sítio de ocorrência de habitats como manguezais, praias arenosas e recifes de coral, entre outros, a zona costeira é também o local preferido para assentamentos humanos. De acordo com Vitousek et al. (1997), mais da metade da população mundial vive a menos de 100 Km da costa, aglomerando-se em grandes cidades. Adicionalmente, regimes de propriedade e interesses governamentais variados contribuem para que a zona costeira seja palco de inúmeros conflitos, envolvendo os diversos atores sociais que atuam nessa região (Andrighetto Filho, 2004). No Brasil, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC II) estabelece a zona costeira brasileira como sendo aquela formada, em terra, pelo território dos municípios costeiros e no mar, pelas primeiras 12 milhas náuticas do oceano Atlântico.

Devido às suas peculiaridades físico-naturais, sócio-econômicas e administrativas, a gestão ambiental das zonas costeiras vem sendo desenvolvida nas últimas décadas como uma forma específica de gestão ambiental (Clark, 1996; Cicin-Sain & Knecht, 1998; Kay & Alder, 1999; Vallega, 1999). Atualmente, ela recebe a denominação de gestão costeira integrada (GCI) e foi definida como sendo um “processo contínuo e dinâmico no qual decisões são tomadas visando o uso sustentável, desenvolvimento e proteção de áreas e recursos marinhos e costeiros” (Cicin-Sain & Knecht, 1998) e também como um esforço de agregação visando um sistema unificado das várias iniciativas de

planejamento e de administração das atividades cotidianas que ocorrem em águas e terras costeiras (Kay & Alder, 1999).

O adjetivo “integrado” confere à gestão costeira um caráter mais amplo e complexo (Kenchington & Crawford, 1993), na medida em que se reconhece a necessidade de acomodamento de diversas atividades (pesca, turismo, portos, mineração, entre outros) e a existência de diferentes perspectivas de gestão associadas aos variados níveis de governo que, no Brasil, são representados pelos níveis federal, estadual e municipal. Foram propostas cinco dimensões do conceito de integração no contexto da gestão costeira (Cicin-Sain & Knecht, 1998), sendo que uma dessas dimensões se refere à integração entre a gestão e a ciência. Embora um dos princípios fundamentais da GCI seja o de que o processo de decisão deva ser baseado no uso da melhor ciência disponível, existem diferenças fundamentais entre essas duas atividades humanas – investigar e gerenciar a costa – que merecem ser detalhadas.

São diversos os entendimentos do que seja ciência, mas na maioria deles está presente a idéia de que ela se constitui numa forma regrada, sistemática e objetiva de obtenção de conhecimentos sobre o mundo que nos cerca, em suas mais variadas perspectivas. A ciência busca ser aberta às críticas, se afastando de julgamentos ideológicos e do dogmatismo (Demo, 2000; Marconi & Lakatos, 2006).

As ciências costeiras abordam os fenômenos naturais e sócio-econômicos que se desenvolvem na interface entre continentes e oceanos. A título de exemplo, pode-se mencionar que a variabilidade morfodinâmica das praias arenosas foi estudada, entre muitos outros, por Wright & Short (1984), as relações ecológicas e físicas que influenciam os padrões de distribuição e abundância de cirripédios nos costões

rochosos escoceses foram estudados por Connell (1961), o grau de participação dos cidadãos nos processos decisórios foi estudado por Arnstein (1969) e a importância da cooperação entre atores sociais costeiros foi analisada por Davos (1998). Em qualquer um desses exemplos, a atividade científica teve como objetivo a obtenção de novos conhecimentos a respeito da realidade costeira, dentro da especificidade de cada tema estudado.

Por outro lado, a GCI está diretamente preocupada em solucionar problemas e, para tanto, precisa tomar decisões. É pertinente aqui se referir ao termo inglês "management", que tem como origem a palavra latina "manus", isto é, mão. Assim, a ação de gerenciar algo implica uma ação humana, associada à idéia de manejar algo. Exemplos de ações de gestão costeira incluem a situação na qual, confrontados com o problema da erosão costeira, a maioria dos órgãos municipais do litoral catarinense optou nas últimas décadas por soluções consideradas paliativas, como o enrocamento da linha de praia e a construção de muros de alvenaria (Klein et al., 2006). Frente ao cenário de sobreexploração dos recursos pesqueiros na costa do Rio Grande do Sul, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) decidiu, com a participação dos pescadores profissionais artesanais, pela elaboração de áreas marinhas protegidas como instrumento de gestão pesqueira (Peres et al., 2007). Frente às pressões de outros países europeus e de entidades ambientalistas, as autoridades do Reino Unido decidiram, em 1998, interromper o lançamento no mar de 30% da produção nacional do lodo resultante do tratamento de esgotos, uma prática realizada por duas décadas e que era baseada na crença de que tal lançamento causaria apenas efeitos transitórios na qualidade da água e impactos reversíveis nas comunidades bentônicas (Glegg, 2000).

Os exemplos acima servem para ilustrar um ponto importante: embora ciência e gestão ambiental sejam atividades distintas (enquanto a ciência amplia o conhecimento, a gestão toma decisões), elas se relacionam, ou deveriam se relacionar, de forma íntima. A grande expansão da ciência durante e após a Segunda Guerra Mundial foi baseada em um contrato social através do qual o financiamento público para as pesquisas era justificado pela expectativa de que a ciência

ajudasse a sociedade a atingir suas metas: ganhar guerras, controlar doenças e dinamizar a economia (Lubchenco, 1998). Dessa forma, é recente o papel do conhecimento científico como suporte às políticas públicas. A atividade científica, por ser considerada nas sociedades contemporâneas ocidentais uma forma robusta de obtenção de conhecimentos válidos a respeito da realidade, se gabarita a ser a principal fornecedora de informações confiáveis, visando fundamentar as decisões gerenciais. Contudo, cientistas e gerentes costeiros possuem culturas diferenciadas (Tab. 1). Ao mesmo tempo em que se aceita que o processo decisório seja - e deva ser - influenciado por questões que avançam para além dos limites da ciência, tais como considerações éticas, políticas e culturais, existe hoje também o entendimento de que o conhecimento científico deva ser um dos principais alicerces para a tomada de boas decisões relativas à zona costeira. Lee (1993) propôs que a ciência e a democracia sejam os dois pilares das políticas públicas voltadas para a sustentabilidade. Segundo esse autor, a ciência deve contribuir com informações confiáveis e o caráter democrático deve ser garantido através da participação pública no processo de tomada de decisão, visando manter o desenvolvimento num rumo que seja socialmente aceitável.

A ciência ecológica e o avanço do método experimental

Um dos fundamentos da atividade científica é o teste experimental de hipóteses. Segundo Huxham & Sumner (2000), o experimento é "o mais importante meio pelo qual cientistas podem testar as hipóteses (previsões) oriundas de teorias".

É a partir da análise das evidências obtidas de testes experimentais que muitos pesquisadores inferem a validade (provisória) ou refutam hipóteses propostas para explicar observações iniciais. O teste experimental de hipóteses segue a seqüência lógica apresentada na Fig. 1, que ilustra, de maneira simplificada, o método de falseamento de hipóteses proposto por Popper (1969) e que é citado por diversos autores, entre eles Underwood (1997) e Marconi & Lakatos (2006). Essa concepção da ciência não é, contudo, hegemônica. Existem outros entendimentos a respeito do processo de evolução

da ciência, como a teoria anarquista de Feyerabend (1975). Contudo, o método popperiano é amplamente utilizado em diversas áreas da ciência. A explicitação da hipótese permite que o delineamento amostral seja

experimentação na ecologia pode ser aferida por publicações como o livro intitulado “Ecologia – a análise experimental da abundância e distribuição” (Krebs, 2001). Embora o método experimental já

Tabela 1: Exemplos de diferenças entre a ciência e a gestão costeira.

Table 1: Examples of differences between science and coastal management.

FATOR	CIENTISTAS	GERENTES COSTEIROS
Objetivo	Aumentar o conhecimento através do teste de hipóteses	Manejar problemas
Horizonte de tempo	Variável, mais frequentemente de médio e longo prazo	Mais frequentemente de curto prazo
Expectativas	Corroborar ou refutar teorias. O conhecimento é incompleto	Esperam respostas claras dos cientistas

Fonte: Baseado em NRC 1995, apud Cicin-Sain & Knecht 1998.

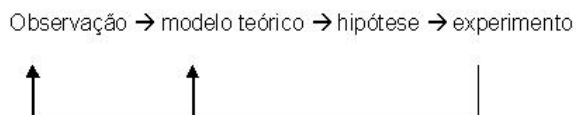


Figura 1: Modelo simplificado de um programa de pesquisa científica.

Figure 1: Simplified model of a scientific research program.

mais bem planejado, com os devidos cuidados de replicação e controles (Ruxton & Colegrave, 2006; Selltiz et al., 1987), visando aumentar a confiabilidade dos resultados da pesquisa.

É comum a discussão sobre o desenvolvimento sustentável da zona costeira envolver questões ou dimensões ecológicas. Embora não haja consenso a respeito da definição da ciência ecológica, uma vez que existem entendimentos mais amplos e complexos dessa ciência, aqui ela é vista como uma atividade interessada no estudo científico da distribuição e abundância de organismos e das interações que determinam a sua distribuição e a abundância (Begon, Townsend & Harper, 2006). A importância da

viesses sendo adotado pela ecologia marinha anglo-saxã desde o final da década de 50, a obra crítica de Peters (1991) estimulou ainda mais a franca utilização do teste experimental de hipóteses como um dos métodos mais adequados para que essa ciência ampliasse sua capacidade de previsão. Atualmente, são diversos os artigos publicados em revistas internacionais com alto fator de impacto que abordam a ecologia costeira através de técnicas experimentais.

Segundo Underwood (1997), os experimentos ecológicos são testes formais de hipóteses derivadas de modelos teóricos alternativos que tentam explicar observações iniciais. Dessa forma, se um ou mais pesquisadores fizeram a observação inicial de que a abundância de camarões é menor em locais onde a abundância de peixes é alta, uma das possíveis explicações seria a de que são os peixes os responsáveis pela menor abundância de camarões, devido à predação. Desse modelo teórico advém a hipótese de que, se o contato físico entre camarões e peixes for evitado (através, por exemplo, de gaiolas submersas que impeçam o acesso dos peixes a trechos do habitat dos camarões), seria lógico esperar um

aumento da abundância dos camarões nas áreas em que o predador foi excluído experimentalmente (Tab. 2a). A análise dos dados obtidos através desse experimento manipulativo deve permitir apenas duas conclusões lógicas sobre a predação: ou ela não é capaz de explicar satisfatoriamente a situação observada ou ela é (provisoriamente) aceita como uma explicação válida.

Existem diversos exemplos da utilização de técnicas experimentais em estudos de ecologia costeira. Tais exemplos incluem o trabalho de Schiel & Taylor (1999), que pisotearam experimentalmente trechos situados na zona entremarés das plataformas rochosas da Nova Zelândia para testar hipóteses a respeito do impacto causado sobre a assembléia de algas. Essa manipulação demonstrou que a recuperação da área depende da interação de fatores como a intensidade do pisoteamento, a localização da área impactada e a estação do ano, entre outros. Num estudo de quatro anos, Cervin et al. (2004) testaram hipóteses simulando o distúrbio causado pelo gelo sobre a comunidade biológica dos costões rochosos suecos, através da manipulação experimental da cobertura de uma alga e da abundância de um gastrópode herbívoro. Tal experimento permitiu aos autores concluir que ambos os fatores tem efeitos no curto e no longo prazo, embora a redução da herbivoria apenas cause um efeito sobre aquela comunidade quando em combinação com a remoção da alga.

A Gestão Costeira Adaptativa

A gestão adaptativa parte da premissa de que a tomada de decisão é fundamentada nas experiências anteriores. Segundo Holling (1978), trata-se de “um processo sistemático de melhoramento contínuo das políticas e práticas gerenciais através do aprendizado dos resultados de programas operacionais”. Parma et al. (1998) definiram a gestão adaptativa como aquela que é executada “(...) de acordo com um plano no qual decisões são tomadas e modificadas em função do que é conhecido e aprendido sobre o sistema, incluindo a informação sobre os efeitos de ações gerenciais prévias”. Se referindo ao Parque Marinho da Grande Barreira de Corais, Day (2008) argumenta que a gestão adaptativa é um dos componentes fundamentais para a gestão efetiva de ambientes marinhos.

Aplicando o conceito de gestão adaptativa à restauração dos banhados salgados na Flórida (EUA), Davis & Ogden (1994) propuseram que a restauração daquele ecossistema no longo prazo deve se traduzir num processo continuado e sequencial de decisões, cada uma delas embasada em um acervo crescente de informação científica, em medições atualizadas das respostas ecossistêmicas e na avaliação do grau do progresso obtido rumo ao atendimento de objetivos que foram definidos como indicadores da vitalidade do ecossistema manejado.

A gestão adaptativa permite que as instituições aprendam com os erros e acertos do passado, ao mesmo tempo em que se reconhece que o processo de tomada de decisão ocorre num ambiente em que o conhecimento dos tomadores de decisão a respeito do funcionamento dos ecossistemas é limitado, assim como é limitada a capacidade de antever as conseqüências ecossistêmicas da exploração dos recursos naturais pelas populações humanas.

Ao reconhecer que em toda decisão gerencial está implícita uma previsão de como o sistema costeiro se comportará quando aquela decisão for implementada, a gestão adaptativa propõe então que tal previsão seja tratada como uma hipótese gerencial a ser testada experimentalmente.

Peterson et al. (2006) testaram a previsão de que a ação gerencial do engordamento de praia afetaria a macrofauna bentônica daquele ambiente. Comparando dados obtidos em áreas que receberam o tratamento de engorda, com praias que não passaram por esse processo (áreas controle), os autores identificaram nas praias engordadas uma dramática supressão de diversos macroinvertebrados, afetando a cadeia trófica até as aves costeiras.

Com a finalidade de promover a melhoria de habitat para aves, gestores costeiros decidiram elevar o nível da água em áreas úmidas na Austrália, com a expectativa de que essa elevação resultasse no aumento da abundância de animais bentônicos. Lindegarth & Chapman (2001) testaram essa previsão gerencial e concluíram que nas áreas manipuladas ocorreu a diminuição da fauna bentônica, e conseqüentemente, da qualidade daquele habitat para as aves, em oposição ao que fora previsto.

É possível imaginar a situação na qual uma comunidade pesqueira é confrontada com o declínio

da pesca do camarão e que, visando solucionar esse problema, a instituição que gerencia essa atividade tenha se decidido pelo estabelecimento de um tamanho mínimo para a captura desse crustáceo, em detrimento de alternativas gerenciais como a criação de unidades de conservação. Está implícita nessa decisão a idéia de que foi a sobrepesca a responsável pela redução atual do desembarque dos camarões, por ter implicado a redução da população daquela espécie, e não a carência de habitat. O que a gestão costeira adaptativa propõe é que, nesse exemplo, onexo causal entre sobrepesca e redução do desembarque seja testado experimentalmente através da manipulação do sistema causada pela própria ação gerencial. Em outras palavras: no momento em que ocorre a intervenção no ecossistema através da implementação da decisão gerencial de se estabelecer um tamanho mínimo de captura, deve-se então coletar dados que permitam inferir se essa interferência (manipulação) gerou o resultado esperado: o aumento do desembarque do pescado (Tab. 2b), comparando esses resultados com dados de outras áreas costeiras onde a regra do tamanho mínimo não foi aplicada (áreas controle). Existe a possibilidade de que o desembarque continue baixo, mesmo após a restrição de captura de indivíduos pequenos, o que indicaria que talvez outros fatores (tais como a baixa disponibilidade de habitat ou poluição) sejam os responsáveis pela baixa captura inicialmente observada. Ou ainda é possível que o desembarque dos camarões aumente tanto na área onde se aplicou a regra do tamanho mínimo como nas áreas controle, sugerindo que o aumento do desembarque do crustáceo se deveu a outros fatores que não sejam relacionados com a ação gerencial de limitar o tamanho de captura daquele recurso pesqueiro.

De maneira similar, quando se propõe a recuperação de dunas frontais como solução para o problema da erosão costeira, está implícita a idéia de que a erosão ocorre devido à ausência das dunas frontais, e não devido a outros fatores, tais como o aumento da frequência de marés meteorológicas. Também nesse exemplo a gestão costeira adaptativa propõe a elaboração de um protocolo cuidadoso de coleta de dados tendo por objetivo a verificação quantitativa do sucesso da hipótese gerencial – isto é, visando verificar se a redução prevista da taxa de

erosão foi de fato observada. Apesar disso, a maioria dos projetos de recuperação de áreas degradadas apresentados ao Ministério Público Federal no estado de Santa Catarina não explicitaram suas previsões, dificultando assim a avaliação do eventual sucesso da tentativa de recuperação ambiental (Widmer, 2007).

Um aspecto fundamental da gestão costeira adaptativa é a necessidade da explicitação do que os gestores costeiros esperam que aconteça como consequência de suas ações gerenciais. Com o conhecimento dessa previsão, é muitas vezes possível estabelecer a adequada replicação e controles para o teste formal dessa previsão (Underwood, 1998). Sem essa avaliação formal do sucesso ou do fracasso da ação gerencial, não é possível fazer as adaptações nas políticas públicas necessárias para a melhoria da gestão costeira. Tais adaptações, fundamentadas no teste das hipóteses gerenciais, constituem um alicerce da gestão costeira adaptativa (Walters, 1986; Walters & Holling, 1990).

Obviamente, existem limitações à experimentação gerencial. Para avaliar o impacto ecológico causado por marinas para embarcações recreativas, a execução de um experimento balanceado implicaria a coleta de dados em um número igual de áreas controle e de áreas tratamento, o que exigiria a construção de diversas marinas! Em situações como essa, o delineamento amostral assimétrico é recomendado (Glasby, 1997). A abordagem experimental na gestão costeira também se defronta com outros desafios. Atores costeiros podem não compreender ou não concordar com a experimentação. Essa situação ocorreu na Austrália, em um experimento gerencial que buscava avaliar os efeitos da pesca com linha e anzol e com arpão (Mapstone et al., 1996). Nesse experimento, era prevista a comparação de dados obtidos em um grupo de recifes de coral previamente fechados à pesca, que continuaram fechados (controle), com dados obtidos em um grupo de recifes previamente fechados, que foram liberados para essas modalidades de pesca (tratamento). Grupos ambientalistas foram contrários a essa liberação experimental da pesca, sob o argumento de que a conservação biológica é mais importante do que o conhecimento que poderia ser gerado por tal experimento. Adicionalmente, a realização de grandes experimentos gerenciais é cara e pode contrariar a

racionalidade burocrática e política estabelecida, na qual a inércia é frequentemente vista como a melhor decisão a ser tomada. Mesmo com essas limitações, Walters (1997) entende que a abordagem adaptativa é uma estratégia importante para a gestão ambiental.

Apesar dos argumentos favoráveis à aplicação da abordagem adaptativa na gestão ambiental, sua utilização pelos atores sociais envolvidos com a gestão da zona costeira brasileira parece ser ainda incipiente. Uma rápida análise nos anais de dois eventos recentemente realizados no Brasil (XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – COLACMAR e III Congresso Brasileiro de Oceanografia) revela que ainda é baixa a abordagem experimental entre os vinte e quatro artigos que fizeram uso do termo “gestão” ou “gerenciamento” no título do trabalho publicado.

As estratégias adaptativas apresentadas acima diferem do tradicional monitoramento, devido à importância que é dada aqui à definição clara da hipótese gerencial. Com a explicitação do que se espera que aconteça como resultado de ações

gerenciais torna-se possível a elaboração de protocolos amostrais que incorporem os cuidados típicos da atividade de experimentação, tais como replicação, aleatorização e controles, visando o aumento da confiabilidade das conclusões a respeito do modelo teórico que gerou aquela hipótese gerencial. São frequentes os trabalhos de monitoramento nos quais a previsão e seu modelo teórico associado não foram claramente definidos, dificultando a elaboração de delineamentos amostrais adequados que permitam conclusões lógicas sobre os dados coletados.

Uma forma de aumentar a utilidade gerencial dos programas de monitoramento é o estabelecimento de limites críticos, que servem como um sistema de alerta para os casos nos quais a variável monitorada ultrapassa tais valores, quando então medidas corretivas devem ser tomadas. Por exemplo, se a densidade de uma espécie de molusco ultrapassar um valor crítico mínimo, pode-se então decidir pela proibição temporária da coleta daquele organismo, até que sua densidade retorne a níveis aceitáveis. É

Tabela 2: Comparação entre exemplos hipotéticos de um programa de pesquisa científica (A); e de uma ação de gestão costeira adaptativa (B).

Table 2: Comparison between hypothetical examples of a scientific research program (A); and an action of adaptive coastal management (B).

A	Observação	Modelo Teórico Proposto	Hipótese Científica	Experimento
	Baixa abundância de camarões em locais com alta abundância de peixes	O processo responsável pelo padrão observado é a predação	Se o contato entre peixes e camarões for impedido, espera-se o aumento da abundância do crustáceo nesses locais	Efetivação da situação elaborada na hipótese, através, por exemplo, da instalação de gaiolas submersas para a exclusão de predadores e a quantificação da abundância dos camarões, com os devidos cuidados de replicação e controles experimentais
B	Problema	Modelo Teórico Proposto	Hipótese Gerencial	Decisão Gerencial
	Redução no desembarque de camarões em uma localidade costeira	A pesca excessiva desse recurso foi a causadora do padrão observado	Se a pesca dos indivíduos com maior vigor reprodutivo for reduzida, espera-se que a população desse recurso aumente	Imposição de regra que estabelece um tamanho mínimo para a pesca daquela espécie de camarão, e a coleta de dados sobre o desembarque desse pescado, com os cuidados relativos à replicação e controles experimentais

um procedimento que busca, portanto, testar a previsão de que a variável monitorada se situará dentro de limites máximos e mínimos. A técnica de somas cumulativas ou “cusums” permite a interpretação gráfica desse teste, embora sua utilização não seja freqüente em programas de monitoramento (Kingsford, 1998).

Com o teste formal das hipóteses gerenciais, a gestão costeira adaptativa permite que os sucessos e os fracassos das ações de manejo sejam conhecidos e documentados, permitindo que ocorra o aprendizado da instituição que gerencia o meio ambiente costeiro, possibilitando decisões futuras com maiores chances de acerto (Santos & Câmara, 2002).

A gestão ambiental adaptativa parte da premissa de que é preferível saber que uma determinada ação gerencial fracassou do que não saber se ela surtiu o efeito desejável, na medida em que existe mais informação disponível no primeiro caso. De acordo com Parma et al. (1998), intervenções gerenciais são experimentos e, portanto, gestão e experimentação podem ser mescladas. Assim, sugere-se que os gerentes costeiros explicitem progressivamente suas hipóteses gerenciais, para que as mesmas possam ser experimentalmente testadas, de maneira a permitir a proposição de adaptações que contribuam para o avanço da gestão costeira integrada no Brasil.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece os revisores e o editor da revista pelos comentários, sugestões e críticas apresentadas, que contribuíram substancialmente para o aprimoramento deste artigo.

BIBLIOGRAFIA

- Andrighetto Filho, J. M. (2004) - Das “dinâmicas naturais” aos “usos e conflitos”: uma reflexão sobre a evolução epistemológica da linha do “costeiro”. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 10:189-192. (<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/made/article/viewPDFInterstitial/3108/2489>)
- Arnstein, S. (1969) - A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4):216-224. (disponível em <http://lithgow-schmidt.dk/sherry-arnstein/ladder-of-citizen-participation.pdf>)
- Begon, M., Townsend, C. & Harper, J. (2006) - *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, 4ª. Ed., 738p., Malden, MA, USA. (ISBN 1-4051-1117-8)
- Clark, J. R. (1996) - *Coastal zone management handbook*. CRC Press, 694p., Boca Raton. (ISBN:1566700922).
- Cervin, G., Lindegarth, M., Viejo R. & Åberg, P. (2004). Effects of small-scale disturbances of canopy and grazing on intertidal assemblages on the Swedish west coast. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 302 (1), 35-49. (doi:10.1016/j.jembe.2003.09.022)
- Cicin-Sain, B. & Knecht, R. W. (1998) - *Integrated coastal and ocean management - concepts and practices*. Island Press. 543p., Washington, D.C., USA. (ISBN-13: 9781559636049)
- Connell, J. H. (1961) - The influence of interespecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology*, 42(4):710-723.
- Davis, S. M. & Ogden, J. C. (1994) - Toward ecosystem restoration. In: Davis, S. M. & Ogden, J. C. (eds.), “*Everglades: The Ecosystem and its Restoration*”, pp.769-796, CRC Press. (ISBN-13: 978-0963403025)
- Davos, C. A. (1998) - Sustaining co-operation for coastal sustainability. *Journal of Environmental Management*, 52(4):379-387. (doi:10.1006/jema.1998.0186)
- Day, J. (2008) - The need and practice of monitoring, evaluating and adapting marine planning and management – lessons from the Great Barrier Reef. *Marine Policy*, 32(5):823-831. (doi:10.1016/j.marpol.2008.03.023)
- Demo, P. (2000). *Metodologia do conhecimento científico*. Editora Atlas, 216p., São Paulo, SP, Brasil. (ISBN: 8522426473)
- Feyerabend, P. K. (1975). *Against method: Outline of an anarchistic theory of knowledge*. New Left Books, 339p., London, UK. (ISBN-13: 978-0902308916)
- Glasby, T.M. (1997) - Analysing data from post-impact studies using asymmetrical analysis of variance: a case study of epibiota on marinas. *Austral Ecology*, 22(4):448-459. (doi: 10.1111/j.1442-9993.1997.tb00696.x)
- Glegg, G. (2000) - The sea dumping debate. In: Huxham, M. e Sumner, D. (eds). *Science and*

- Environmental Decision Making, pp.193-214. Prentice Hall - Pearson Educational Ltd. Upper Saddle River, NJ, USA. (ISBN-13: 9780582414464)
- Santos, T. C. & Câmara, J. B. (orgs.) (2002) - Geo Brazil 2002 – Environment Outlook in Brazil. Edições IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 440p., Brasília, DF, Brasil. (ISBN: 8573001445)
- Holling, C.S. (1978) - Adaptive environmental assessment and management. John Wiley & Sons, 398p., New York, USA. (ISBN: 0471996327)
- Huxham, M. & Sumner, D. (eds.) (2000) - Science and Environmental Decision Making. Harlow, Pearson Educational Ltd., 288p. (ISBN 0582414466)
- Kay, R. & J. Alder (1999) - Coastal planning and management. E&FN Spon, 375p., London / New York. (ISBN 0-419-24340-2)
- Kenchington, R. & Crawford, D. (1993) - On the meaning of integration in coastal zone management. *Ocean & Coastal Management*, 21:109-127.
- Kingsford, M. (1998) - Analytical aspects of sampling design. In: Kingsford, M. e Battershill, C. (eds). *Studying temperate marine environments – A handbook for ecologists*, pp.49-83. Canterbury University Press, Christchurch, New Zealand. (ISBN-13: 978-0908812547).
- Klein, A., Menezes, J., Diehl, F., Abreu, J., Polette, M., Sperb, R M., Sperb, R. C. & Horn, N. (2006) - Santa Catarina. In: Muehe, D. (org.). *Erosão e progradação do litoral brasileiro*, pp.401-436. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil (ISBN: 8577380289)
- Krebs, C. (2001) - *Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance: Hands-on Field Package*. 5º ed., Addison-Wesley, 680p., San Francisco. (ISBN-13: 9780321068798)
- Lee, K. N. (1993) - *Compass and gyroscope – integrating science and politics for the environment*. Island Press, 255p., Washington, D.C., USA. (ISBN-13: 9781559631976)
- Lindgarth, M. & Chapman, M. G. (2001) - Testing hypotheses about management to enhance habitat for feeding birds in a freshwater wetland. *Journal of Environmental Management*, 62(4):375-388. (doi:10.1006/jema.2001.0441)
- Lubchenco, J. (1998) - Entering the century of the environment: a new social contract for science. *Science*, 279(5350):491-497. (doi: 10.1126/science.279.5350.491)
- Mapstone, B. D., Campbell, R. A. & Smith, A. D. M. (1996) - Design of experimental investigations of the effects of line and spear fishing on the Great Barrier Reef. Technical Report nº 7, Townsville, Queensland, Australia. CRC Reef Research Center. 52p.
- Marconi, M. A. & Lakatos, E. M. (2006) - *Fundamentos de metodologia científica*. Editora Atlas, 6ª ed., 320p., São Paulo, SP, Brasil. (ISBN-13: 9788522440153)
- Parma, A. & NCEAS Working Group on Population Management (1998) - What can adaptive management do for our fish, forests, food and biodiversity? *Integrative Biology*, 1(1):16-26.
- Peres, M., Klippel, S. & Vianna, M. (2007) - Áreas de exclusão da pesca propostas no processo de gestão participativa da pesca artesanal no litoral norte do Rio Grande do Sul: um relato experiência. In: Prates, A. & Blanc, D. (org.). *Áreas aquáticas protegidas como instrumento de gestão pesqueira*, pp.141-157, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil. (ISBN:9788577380770)
- Peters, R. (1991) - *A critique for ecology*. Cambridge, Cambridge University Press, 384p., Cambridge, UK. (ISBN-13: 978-0521395885)
- Peterson, C. H., Bishop, M. J., Johnson, G. A., D'Anna, L.M. & Manning, L. M. (2006) - Exploiting beach filling as an unaffordable experiment: Benthic intertidal impacts propagating upwards to shorebirds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 338(2):205-221. (doi:10.1016/j.jembe.2006.06.021)
- Popper, K. (1969) - *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. 3ª ed., Routledge & K. Paul, 439p., London, UK. (ISBN-13: 978-0710065087)
- Ruxton, G. & Colegrave, N. (eds.) (2006) - *Experimental design for the life sciences*. 2ª ed., 184p., Oxford, Oxford University Press, Oxford. UK. (ISBN-13: 978-0-19-928511-2)
- Schiel, D. R & Taylor, D. I. (1999) - Effects of trampling on a rocky intertidal algal assemblage in southern New Zealand. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 235(2):213-235. (doi:10.1016/S0022-0981(98)00170-1)
- Selltiz, C., Wrightsman, L & Cook, S. (1987) - *Métodos*

- de pesquisa nas relações sociais – Delineamentos de pesquisa (vol. 1). 2ª ed., Trad: Maria M. H. d'Oliveira, Miriam M. Del Rey, EPU - Editora Pedagógica e Universitária, 136p. São Paulo, SP, Brasil. (ISBN: 978-85-12-60400-8)
- Vallega, A. (1999) - Fundamentals of integrated coastal management. Kluwer Academic Press, 288p., Norwell, MA, USA. (ISBN-13: 9780792358756)
- Viles, H. & Spencer, T. (1995) - Coastal problems: geomorphology, ecology and society at the coast. Hodder Arnold Publ., 360p., London, UK. Arnold. (ISBN-13: 978-0340531976)
- Vitousek, P., Mooney, H., Lubchenco, J. & Melillo, J. (1997) - Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325):494-499. (doi: 10.1126/science.277.5325.494)
- Underwood, A. J. (1997) - Experiments in ecology - their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press, 524p., Cambridge, UK. (ISBN-13: 978-0521553292)
- Underwood, A. J. (1998). Relationships between ecological research and environmental management. *Landscape and Urban Planning* 40(1-3):123-130. (doi:10.1016/S0169-2046(97)00104-7)
- Walters, C. J. (1986) Adaptive management of renewable resources. Collier Mcmillan Publ., 300p., London, UK. (ISBN-13: 9780029479704)
- Walters, C. J. (1997). Challenges in adaptive management of riparian and coastal ecosystems. *Conservation Ecology* [online], 1(2):1. (<http://www.consecol.org/vol1/iss2/art1>) (acessado em Set2008).
- Walters, C. J. & Holling, C. S. (1990). Large-scale management experiments and learning by doing. *Ecology*, 71(6):2060-2068. (doi: 10.2307/1938620)
- Widmer, W. M. (2007). Uma análise crítica dos projetos de recuperação de áreas costeiras degradadas apresentados ao Ministério Público Federal em Santa Catarina. Anais do XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – XII COLACMAR, Florianópolis, SC, Brasil.
- Wright, L. D. & Short, A. D. (1984). Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56(1-4):93-118. (doi:10.1016/0025-3227(84)90008-2)