

Recifes artificiais: “Atração versus Produção”

Artificial reefs: “Attraction versus Production”

Eduardo Barros Fagundes Netto*

Ilana Rosental Zalmon**

A produção de peixes é a motivação mais comum para a construção e instalação de um recife artificial. Mais recentemente, os interesses ambientais e a conservação de recursos biológicos têm sido instrumentos para a formulação de novos objetivos das pesquisas. Uma das questões a serem resolvidas é a função biológica da “atração vs. produção” como consequência da utilização dos recifes artificiais. A incerteza quanto à resposta a essa questão, se os recifes artificiais irão ou não beneficiar o desenvolvimento dos estoques pesqueiros, pode ser resolvida se os recifes artificiais forem manejados como áreas marinhas protegidas.

The production of fish is the most common reason for the construction and installation of an artificial reef. More recently, environmental concerns and conservation of biological resources have been instrumental to the formulation of new goals of the research. One of the issues to be resolved is the biological function of “attraction vs. production” as a result of the use of artificial reefs. The uncertainty as to the answer to the question whether the artificial reefs will or not benefit the development of fish stocks could be solved if the artificial reefs would be managed as marine protected areas.

Palavras-chave: Recifes artificiais. Atração. Produção. Manejo.

Keywords: Artificial reefs. Attraction. Production. Management.

A utilização preferencial de locais de pesca em fundos consolidados naturais é amplamente conhecida em países costeiros (BUCKLEY, 1985). Segundo Witman e Dayton (2001), a ocorrência de algumas espécies de organismos marinhos está intimamente associada à presença de fundos consolidados utilizados como habitats em diferentes fases de seus ciclos de vida. Estruturas artificiais projetadas têm como objetivo imitar os ambientes naturais e/ou modificar processos ecológicos com finalidades sócio-econômicas (SEAMAN; JENSEN, 2000).

Recasens *et al.* (2006), comparando a distribuição das espécies em afloramentos rochosos naturais com artificiais, observaram valores superiores, mas não significativamente diferentes de riqueza e diversidade nos afloramentos rochosos

* Doutor em Ecologia e Recursos Naturais (UENF), Encarregado da Divisão de Recursos Vivos, Depto. de Oceanografia do IEAPM.

** Doutora em Ciências Biológicas, Professora da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (PPG-ERN / UENF) com ênfase em Recursos Pesqueiros e Comunidade Bêntica.

naturais, e concluíram que tal comparação permitiu mostrar que os recifes artificiais tendem a ser ou mesmo a se tornar habitats similares às áreas naturais.

Recifes artificiais são instalados nos ambientes aquáticos de acordo com uma série de situações e interesses técnicos com objetivos que visam desde o aumento da produção de organismos marinhos à criação de sistemas para pesquisas ecológicas. As mais antigas práticas nesse campo, que persistiram durante séculos, eram baseadas na observação do efeito de atração que os objetos naturais exerciam sobre os peixes (POLOVINA, 1991; CHOU, 1997). O objetivo histórico de um aumento da pesca de subsistência vem crescendo nos tempos modernos a partir de propostas com fins comerciais, recreacionais e ambientais, e os habitats artificiais vêm sendo criados em lagos, rios, estuários e oceanos em diferentes regiões por todo o mundo (SEAMAN, 1997).

Os estudos de recifes artificiais constituem um campo de pesquisa aplicada em que a prioridade para estudos básicos é mínima. Apesar da implantação de um recife constituir um campo para manipulação/experimentação, que pode ser utilizado para esclarecer processos ecológicos, como o assentamento e a sucessão, uma grande quantidade dos trabalhos existentes é apenas observacional (MILLER, 1999). A produção de peixes é a motivação mais comum para a construção e instalação de um recife artificial. Mais recentemente, os interesses ambientais e na conservação têm sido instrumentos para a formulação de novos objetivos das pesquisas. A questão da “atração *vs.* produção” (*vs.* = *versus*) tem gerado interesse para a pesquisa aplicada relacionada à produção pesqueira em recifes artificiais (MILLER, 1999).

Recifes artificiais são empregados na melhoria das pescarias, na redução de conflitos por uso de áreas, na economia de tempo e combustível durante as pescarias, para reduzir o esforço de pesca, facilitar a localização de cardumes, assegurar a acessibilidade e a segurança nos portos e aumentar a abundância de peixes nos locais onde são assentados a partir da atração de peixes e do aumento de produção de biomassa (BOHNSACK, 1989; BOHNSACK *et al.*, 1997; CHOU, 1997).

Ecologicamente, os recifes artificiais podem influenciar tanto no comportamento dos organismos, particularmente de espécies de peixes *vágeis*¹, atraídas para as estruturas ou ainda devido a algum aspecto do ciclo de vida da espécie, modificando uma variável ambiental que possa ser limitante para ela, como, por exemplo, oferta de abrigo e/ou alimento. O assentamento dessas estruturas tem sido utilizado para aumentar o sucesso das pescarias sobre as espécies que ficam agregadas nesses locais, além de propiciar uma base consolidada para o aumento da biomassa de plantas, invertebrados e peixes. O incremento da biomassa ocorre quando o ambiente artificial realmente imita a estrutura ecológica e a função do ambiente natural (SEAMAN, 1997).

¹ *Vágil* [Pl.: *vágeis*] = Organismo que se desloca no ambiente por seus próprios meios. In: *Glossário de Ecologia*, CNPq, 1987.

Segundo Seaman e Jensen (2000), os recifes têm sido utilizados para aumentar as capturas de pescado de duas maneiras. Primeiro quase imediatamente após o seu assentamento, quando as espécies vageis são atraídas para a estrutura, antecipando as pescarias devido a interesses que visam ao aumento das capturas ou de sua eficiência. Em segundo lugar, a partir da expectativa de que ecologicamente, a longo prazo, o recife se tornará parecido ou excederá aos ambientes naturais com organismos associados à sua superfície, estrutura e coluna d'água que podem aumentar a biomassa local.

Uma das questões a serem resolvidas é a função biológica da "atração vs. produção" como consequência da utilização dos recifes artificiais, uma vez que os dados existentes ainda não são suficientes para caracterizar essa função (SEAMAN, 1997).

De acordo com Steimle e Meier (1997), os gerentes dos projetos de recifes artificiais precisam de informações específicas referentes à pesca. Por exemplo, a função "atração vs. produção" para os recursos pesqueiros é uma questão ecológica relevante para os objetivos dos projetos, que deve ser mais estudada na biologia pesqueira.

O desafio de entender a questão da "atração vs. produção" existe há muito tempo para os pesquisadores que estudam os benefícios dos recifes artificiais. Ninguém discorda que os peixes são encontrados junto a estruturas artificiais assentadas propositalmente ou acidentalmente no fundo do mar. Porém, se os peixes forem simplesmente atraídos de outras áreas para os recifes, isso não é considerado benéfico para as populações, uma vez que pode facilitar um aumento das capturas a partir das pescarias. Por outro lado, se o recife produzir peixes, será benéfico, contribuindo para um aumento das populações (CARE, 2007).

Uma análise completa da questão "atração vs. produção" vai requerer não apenas um estudo rigoroso, o que já vem acontecendo, mas também um interesse maior das partes envolvidas para obter uma resposta adequada (LINDBERG, 1997).

A maioria das pesquisas tem sido direcionada para a produção pesqueira (WHITE *et al.*, 1990; WHITMARSH *et al.*, 2008). Uma questão importante é determinar se os recifes artificiais são mais atraentes para os peixes do que os recifes naturais (ARENA *et al.*, 2007; PAGE *et al.*, 2007; RILOV; BENAYAHU, 2000; SANTOS; MONTEIRO, 1998; SIMON, 2010). Essa pergunta está diretamente relacionada ao desafio que originou a questão da "atração vs. produção". Nenhum experimento apropriado para testar a produção de peixes, incluindo a sobrevivência, no que diz respeito à reprodução das populações ou estoques pesqueiros foi ainda realizado. Por outro lado, testes indiretos, a partir do conhecimento empírico, constituem o único caminho a seguir, orientado por uma sequência de perguntas comumente utilizadas: 1) Por quais mecanismos ou processos os recifes artificiais podem aumentar a produção pesqueira, por exemplo, reduzindo a limitação de hábitat no assentamento larval, aliviando os "gargalos" demográficos pós-assentamento, aumentando a produção de níveis inferiores nos recifes, ou facilitando as ligações tróficas para a produção fora do recife? Essas são alternativas, mas não hipóteses, mutuamente exclusivas. 2) Alguns

desses processos ou mecanismos são ou não afetados pelas características do recife artificial, por exemplo, complexidade estrutural, localização, tamanho ou densidade? 3) Tais processos podem ser modificados favoravelmente em relação às condições iniciais? Estas questões requerem uma avaliação comparativa com a produtividade em habitats naturais. 4) Se as respostas às perguntas 2 e 3 forem afirmativas, será, então, o ganho em produtividade ou produção suficiente para compensar a mortalidade? Por fim, uma questão importante para a pesca sustentável nos recifes artificiais é definir se os recifes são atratores ou produtores de peixes (LINDBERG, 1997).

Muitos recifes artificiais são ferramentas para a pesca em que o ambiente aliado à própria isca são utilizados para atrair os peixes. Tal atração não constitui um fator negativo, contanto que as espécies-alvo não estejam sobre-explotadas. Para estas populações, é improvável que a adição de habitats aumente a biomassa de peixes, podendo inclusive acarretar em uma depleção do estoque, a partir da concentração dos peixes remanescentes, deixando-os ainda mais vulneráveis à pesca. Presumivelmente, se as populações naturais estiverem sendo reduzidas, a oferta de habitats e de recursos alimentares estaria mais disponível nos recifes artificiais inclusive para os recrutas (BOHNSACK *et al.*, 1997).

Grossman *et al.* (1997) realizaram uma revisão dos dados existentes para determinar se recifes artificiais aumentam a produção regional de peixes marinhos e concluíram que se uma espécie é limitada pela disponibilidade de abrigo, o assentamento de recifes com refúgios apropriados pode resultar em um aumento de produção regional com o subsequente incremento de rendimento. Por outro lado, um efeito indesejável seria a criação de uma área restrita para a pesca de espécies associadas a substratos complexos em uma grande área caracterizada por um ambiente de fundo de areia e/ou lama. Se as espécies estiverem sendo atraídas de outros locais, ao invés de produzidas no novo recife, isso aumentaria a probabilidade de sobre-exploração.

Para melhorar a eficiência das pescarias de lagosta no Caribe, estruturas artificiais (casitas) foram utilizadas para aumentar a concentração de indivíduos (CRUZ *et al.*, 1986; TANGLEY, 1987). Embora essa prática aumente a pressão pesqueira sobre os estoques, as estruturas artificiais comumente utilizadas também reduzem a predação natural sobre sub-adultos e adultos, favorecendo a sustentabilidade das populações de lagostas. Contudo, existe pouca evidência de que essas estruturas aumentem o recrutamento a partir da atração dos recrutas ou por reduzir a mortalidade dos juvenis após o assentamento (HERRNKIND *et al.*, 1997). A lagosta do Caribe é uma espécie que permite o manejo dos abrigos e da densidade de assentamento a longo prazo, permitindo inferências sobre a questão da “atração *vs.* produção” e dos processos ecológicos envolvidos (HERRNKIND *et al.*, 1997).

A comparação dos agrupamentos ou assembleias de peixes existentes em recifes naturais e artificiais é fundamental para o entendimento da questão da “atração *vs.* produção”. Embora difícil de quantificar, a atração é um conceito direto definido como

o movimento dos indivíduos de um ambiente natural para um artificial (WILSON *et al.*, 2001; RECASENS *et al.*, 2006). O conceito de produção é mais complexo, melhor definido como uma mudança na biomassa durante um período de tempo, integrando o número e o peso dos indivíduos, natalidade, imigração, crescimento, mortalidade e emigração. Estudos como os de Polovina e Sakai (1989) e DeMartini *et al.* (1989) examinaram a produção local de peixes em recifes artificiais. Contudo, devido ao potencial de dispersão das larvas pelágicas da maioria das espécies recifais e da mobilidade dos juvenis bentônicos e adultos, o destino e o desempenho dos peixes nos habitats naturais e artificiais é difícil de ser avaliado, assim como a contribuição dos recifes artificiais na produção (CARR; HIXON, 1997).

Ao investigar os resultados de 10 anos do programa de recifes artificiais japonês, incluindo a dinâmica das populações envolvidas e as relações entre a produção pesqueira e o habitat para várias espécies, Polovina (1989a) considerou que os recifes artificiais são apenas estruturas que agregam ou atraem peixes bentônicos. De acordo com as suas conclusões, o benefício real dos recifes artificiais é a concentração de uma grande variedade de espécies próxima da costa, o que beneficia as capturas com pequenas embarcações e mantém a frota viável economicamente. Entretanto, os recifes artificiais podem ser até 10 vezes mais produtivos do que habitats naturais desprovidos de recifes naturais ou áreas improdutivas. Estudos no entorno dos recifes artificiais japoneses demonstraram que as estruturas atraem algumas espécies e afastam outras, e que a efetividade dos recifes pode ser negativa, dependendo das espécies atraídas e/ou repelidas (BRICKHILL *et al.*, 2005).

Os recifes artificiais são frequentemente apontados como a solução para os problemas de sobrepesca, mesmo não sendo eficientes quando esta ocorre sobre recrutas ou espécies em crescimento. A atração ou a agregação de peixes adultos aumenta a captura e a mortalidade por pesca, o que provavelmente reduz a biomassa do estoque de peixes em idade reprodutiva (POLOVINA, 1989b; WATANUKI; GONZALES, 2006).

Sempere *et al.* (2001) realizaram uma análise do efeito "atração *vs.* produção" exercida por recifes artificiais, a partir do estudo da distribuição das classes de tamanho das espécies de peixes, estimadas a partir do censo visual. Os resultados indicaram uma baixa contribuição dos peixes das menores classes de tamanho, considerados subadultos, sugerindo que as estruturas funcionavam como atratores que favorecem a concentração de peixes adultos vindos de áreas vizinhas. Tais resultados sugeriram ainda que a utilização dessa área para a pesca comercial deve ser discutida.

Embora alguns estudos tenham demonstrado a capacidade dos recifes artificiais aumentarem a produção, outros, por motivos que podem estar associados ao seu desenho e complexidade discordam. Pickering e Whitmarsh (1997) afirmam que o desenho adequado é indispensável para maximizar o potencial produtivo, porém associado a uma estratégia de manejo adequada, controlando o aumento da pressão pesqueira que

alguns recifes podem sofrer.

Na hipótese da “atração”, os recifes artificiais apenas redistribuem os peixes, sem aumentar a sua produção e a densidade de peixes está associada à atração oriunda de recifes naturais vizinhos. Esses peixes sobrevivem e crescem como nos recifes naturais. Logo, se o tamanho do recife artificial aumenta, a sua “produção” associada também irá aumentar, uma vez que mais peixes serão atraídos de áreas próximas. Por outro lado, a produção associada ao recife natural diminui uma vez que os peixes abandonam o mesmo. Embora haja uma mudança na distribuição espacial das espécies, a produção total associada com o recife natural e o artificial permanece constante (OSENBERG *et al.*, 2002).

Na hipótese da “produção”, os recifes artificiais aumentam a produção de peixes, propiciando um novo hábitat em relação a um ambiente demersal saturado. A partir daí, as larvas que antes não encontravam um ambiente favorável para o recrutamento podem assentar e sobreviver nos recifes artificiais. Logo, se os recifes artificiais produzem uma “nova” biomassa de peixes, em vez de redistribuí-los, a produção associada aos recifes artificiais aumentará com o incremento do tamanho dos recifes. No entanto, a produção associada aos recifes naturais permanecerá constante, havendo, portanto um aumento líquido na produção total do sistema recifal (BRICKHILL *et al.*, 2005; OSENBERG *et al.*, 2002; WILSON *et al.*, 2001).

A partir dos resultados do programa de recifes artificiais na costa norte do estado do Rio de Janeiro, Zalmon *et al.* (2002) verificaram que, embora as maiores capturas por unidade de esforço (CPUEs) nos recifes sugerissem aumento no estoque de peixes que poderia estar relacionado a uma maior diversidade na colonização epibêntica, as diferenças encontradas não foram significativas.

Segundo Pitcher e Seaman (2000), a incerteza quanto à questão da “atração *vs.* produção” pode ser resolvida se os recifes artificiais forem manejados como áreas marinhas protegidas. Conservacionistas como Polovina (1989a, b) e Romero (1996) sugerem que recifes artificiais sejam estruturas que simplesmente atraem ou agregam peixes e que aceleram a depleção dos grandes exemplares. Por outro lado, tais estruturas podem ser vistas como reestruturadoras de hábitats degradados, permitindo a fixação e o crescimento de organismos e, conseqüentemente, garantindo alimento para produção dos peixes recifais. Essa dicotomia caracteriza o debate; “atração *vs.* produção”.

As plataformas de petróleo apresentam as mesmas funções dos recifes naturais em relação às populações de peixes, embora em escalas diferentes (LOVE *et al.*, 2006). Tanto as plataformas quanto os recifes naturais abrigam peixes adultos em idade de reprodução que produzem ovos e larvas de peixes que são carregadas pelas correntes para outras áreas, agindo como elemento de “produção” de peixes. Quando as larvas atingem uma área de recife, elas se instalam iniciando o processo de “recrutamento”. Segundo Love *et al.* (2003), os recrutamentos ocorrem tanto nas plataformas quanto nos recifes naturais onde, nesse caso ambos agem como “atratores” de peixes.

Estudos realizados em plataformas de petróleo e gás (EMERY *et al.*, 2006; LOVE *et al.*, 2003; 2005; 2006; 2009), concluíram que tais estruturas atraem e produzem peixes, da mesma forma que os recifes naturais em áreas próximas.

Trabalhos realizados por Love *et al.* (2005) e Yoklavich *et al.* (2000) demonstraram a importância das plataformas de petróleo para a produção de larvas de duas espécies de peixes em relação a afloramentos rochosos e habitats artificiais.

Como a pressão por pesca nas áreas das plataformas é reduzida, quando comparada com áreas de recifes naturais, tais estruturas de grande porte podem fornecer quase todo o estoque adulto de alguma espécie-alvo das capturas, contribuindo grandemente para a produção larval dessa espécie (LOVE *et al.*, 2003).

Após mais de uma década de estudos envolvendo a questão da "atração *vs.* produção", pescadores, construtores de recifes e gerentes de projetos ainda não possuem por parte dos pesquisadores uma resposta adequada e conclusiva para o assunto (LINDBERG, 1997). Entretanto, dentre os avanços obtidos Hixon e Beets (1993), Bohnsack *et al.* (1994) e Ecklund (1996) constataram que a densidade e a sobrevivência de peixes juvenis variam com o tamanho do recife e a sua complexidade estrutural. Estes estudos demonstraram, por exemplo, que recifes artificiais pequenos e complexos suportam altas densidades de peixes juvenis.

Polovina (1989a, b) considera que os recifes podem ser danosos para a pesca e para os estoques pesqueiros, pois permitem aos administradores adiar decisões rigorosas, como, por exemplo, fixar o tamanho mínimo para as capturas ou reduzir o esforço de pesca.

Não se pode assumir que mais recifes produzirão mais peixes, contudo, o foco em sua construção/implantação deve continuar sendo a imitação dos recifes naturais próximos, de modo a oferecer um ambiente adequado para toda a cadeia alimentar do recife (BOHNSACK *et al.*, 1997; PERKOL-FINKEL *et al.*, 2006).

O grau de atração ou produção subsequente à implantação de recifes artificiais depende das características dos ambientes próximos, particularmente em termos da heterogeneidade espacial e da disponibilidade de nutrientes. A atração será mais provável quando um recife for introduzido em um ambiente oligotrófico, e a produção a partir da adição de mais recifes ou de estruturas mais complexas (BRICKHILL *et al.*, 2005).

De maneira geral, os estudos de comunidades de peixes em recifes artificiais tanto com propostas mitigadoras quanto para examinar a questão da "atração *vs.* produção" serão beneficiados a partir de comparações detalhadas com os recifes naturais. Tais estudos deverão incluir escalas espaciais, locais e regionais (CARR; HIXON, 1997). Além disso, a falta de desenhos experimentais incorporando a coleta de longas séries de dados temporais para avaliar tendências na abundância das espécies continua sendo um problema para as pesquisas em recifes artificiais (BOHNSACK; SUTHERLAND, 1985; PICKERING; WHITMARSH, 1997; SEAMAN, 2008).

Lindberg (1997) ressalta que os recifes artificiais têm potencial para se tornarem ferramentas muito úteis no manejo de recursos pesqueiros costeiros quando utilizados em conjunto com outras práticas de manejo.

Outras funções dos recifes artificiais aliadas à sua atração e/ou produção incluem a possibilidade de sua utilização como reservas marinhas para incremento de áreas impróprias para a pesca, ou ainda para amenizar os impactos sociais causados pelo fechamento de tais áreas para a pesca ou ainda na recuperação de ecossistemas (BOHNSACK *et al.*, 1997; CLAUDET; PELLETIER, 2004; PITCHER; SEAMAN, 2000; PRATT, 1994; WILSON *et al.*, 2002).

Conclusões

A bibliografia consultada considera que tanto os recifes artificiais, quanto as plataformas e os recifes naturais exercem efeitos tanto de atração quanto de produção sobre as populações de peixes, dependendo da espécie, do local, da época do ano e das condições oceanográficas.

Por fim, se os recifes artificiais irão beneficiar os estoques, isso dependerá de como serão manejados.

Referências

ARENA, P. T.; JORDAN, L. K. B.; SPIELER, R. E. Fish assemblages on sunken vessels and natural reefs in southeast Florida, USA. *Hydrobiologia*, v.580, p. 157-171, 2007.

BOHNSACK, J. A. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference? *Bulletin of Marine Science*, v.44, n. 2, p. 631-645, 1989.

BOHNSACK, J. A.; ECKLUND, A-M.; SZMANT, A. L. Artificial reef research: Is there more than the attraction-production issue? *Fisheries*, v.22, n. 4, p. 14-16, 1997.

BOHNSACK, J. A.; HARPER, D. E.; McCLELLAN, D. B.; HULSBECK, M. Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off southeastern Florida, U.S.A. *Bulletin of Marine Science*, v.55, p. 796-823, 1994.

BOHNSACK, J. A.; SUTHERLAND, D. L. Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bulletin of Marine Science*, v.37, p. 11-39, 1985.

BRICKHILL, J. M.; LEE, S. Y.; CONNOLLY, R. M. Fishes associated with artificial reefs: attributing changes to attraction or production using novel approaches. *Journal of Fish Biology*, v.67, n.B, p. 53-71, 2005.

BUCKLEY, R. M. Habitat enhancement and urban recreational fishing. *In*: ITRI, F.M.D. (Ed.). *Artificial reefs: marine and freshwater applications*. Michigan: Lewis Publishers, Inc., 1985.p. 365-382.

CARE. California Artificial Reef Enhancement Program, 2007. Disponível em: <<http://www.calreefs.org/research/index>>. Acesso em: 29 jun. 2009.

CARR, M. H.; HIXON, M. A. Artificial reefs: the importance of comparisons with natural reefs. Special issue on artificial reef management. *Fisheries*, v.22, n.4, p. 28-33, 1997.

CHOU, L. M. Artificial reefs of southeast Ásia – do they enhance or degrade the marine environment? *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 44, p. 45-52, 1997.

CLAUDET, J.; PELLETIER, D. Marine protected areas and artificial reefs: a review of the interactions between management and scientific studies. *Aquatic Living Resources*, v.17, p. 129-138, 2004.

CRUZ, R.; BRITO, R; DIAZ, E.; LALANA, R. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la isla de la Juventud. I. colonización de arrecifes artificiales. *Revista de Investigaciones Marinas*, v.8, p. 3-17, 1986.

DeMARTINI, E. E.; ROBERTS, D. A.; ANDERSON, T. W. Contrasting patterns of fish density and abundance at an artificial rock reef and a cobble-bottom kelp forest. *Bulletin of Marine Science*, v.44, p. 881-892, 1989.

ECKLUND, A. M. *The effects of post-settlement predation and resource limitation on reef fish assemblages*. Dissertation (Doctoral) - University of Miami, Coral Gables, Florida, 1996.

EMERY, B. M.; WASHBURN, L.; LOVE, M. S.; NISHIMOTO, M. M.; OHLMANN, J. C. Do oil and gas platforms off California reduce recruitment of bocaccio (*Sebastes paucispinis*) to natural habitat? An analysis based on trajectories derived from high-frequency radar. *Fishery Bulletin*, v.104, p. 391-400, 2006.

GROSSMAN, G. D.; JONES, G. P.; SEAMAN, W. Jr. Do artificial reefs increase regional fish production? A review of existing data. Special issue on artificial reef management. *Fisheries*, v. 22, n.4, p. 17-23, 1997.

HERRNKIND, W. F.; BUTLER IV, M. J.; HUNT, J. H. Can artificial habitats that mimic natural structures enhance recruitment of Caribbean spiny lobster. Special issue on artificial reef management. *Fisheries*, v.22, n.4, p. 24-27, 1997.

HIXON, M. A.; BEETS, J. P. Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fish assemblages. *Ecological Monographs*, v.63, p.77-101, 1993.

LINDBERG, W. J. Can science resolve the attraction-production issue? Special issue on artificial reef management. *Fisheries*, v.22, n.4, p. 10-33, 1997.

LOVE, M. S.; SCHROEDER, D. M.; LENARZ, W. Distribution of bocaccio (*Sebastes paucispinis*) and cowcod (*Sebastes levis*) around oil platforms and natural outcrops off California with implications for larval production. *Bulletin of Marine Science*, v.77, n.3, p. 397-408, 2005.

LOVE, M. S.; SCHROEDER, D. M.; LENARZ, W.; MacCALL, A.; BULL, A. S.; THORSTEINSON, L. Potential use of offshore marine structures in rebuilding an overfished rockfish species, bocaccio (*Sebastes paucispinis*). *Fishery Bulletin*, v.104, p. 383-390, 2006.

LOVE, M. S.; SCHROEDER, D. M.; NISHIMOTO, M. M. *The ecological role of oil and gas production platforms and natural outcrops on fishes in southern and central California: a synthesis of information*. Seattle, Washington, 98104, OCS Study: U. S. Department of the Interior, U. S. Geological Survey, Biological Resources Division, 2003.

LOVE, M. S.; YOKLAVICH, M.; SCHROEDER, D. M. Demersal fish assemblages in the Southern California Bight based on visual surveys in deep water. *Environmental Biology of Fish*, v.84, p. 55-68, 2009.

MILLER, M. W. Using "Natural" reef ecology in artificial reef research: advancing artificial reef goals through better understanding of ecological processes. In: PROCEEDINGS INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL REEFS, 17., (7th CARAH), 1999. p. 37-44.

LOSENBERG, C. W.; MARY, C. M. St.; WILSON, J. A.; LINDBERG, W. J. A quantitative framework to evaluate the attraction-production controversy. *ICES Journal of Marine Science*, v.59, p. 214-221, 2002.

PAGE, H. M.; DUGAN, J. E.; SCHROEDER, D. M.; NISHIMOTO, M. M.; LOVE, M. S.; HOESTEREY, J. C. Trophic links and condition of a temperate reef fish: comparisons among offshore oil platform and natural reef habitats *Marine Ecology Progress Series*, v.344, p. 245-256, 2007.

PERKOL-FINKEL, S.; SHASHAR, N.; BENAYAHU, Y. Can artificial reefs mimic natural reef communities? The roles of structural features and age. *Marine Environmental Research*, v.61, p. 121-135, 2006.

PICKERING, H.; WHITMARSH, D. Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the "attraction versus production" debate, the influence of design and its significance for policy. *Fisheries Research*, v.31, p.39-59, 1997.

PITCHER, J. J.; SEAMAN, W. Jr. Petrarch's Principle: how protected human-made reefs can help the reconstruction of fisheries and marine ecosystems. *Fish and Fisheries*, v.1, p. 73-81, 2000.

POLOVINA, J. J. Artificial reefs: nothing more than benthic fish aggregators. Calif. Coop. *Oceanic Fisheries Invest. Rep.*, v. 30, p. 37-39, 1989a.

POLOVINA, J. J. Should anyone built artificial reefs? *Bulletin of Marine Science*, v.44, p. 1056-1057, 1989b.

POLOVINA, J. J. Fisheries applications and biological impacts of artificial habitats. In: SEAMAN, W.Jr.; SPRAGUE, L.M. (Eds.) *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. San Diego: Academic Press, 1991. p. 153-176.

- POLOVINA, J. J.; SAKAI, I. Impacts of artificial reefs on fishery production in Shimamaki, Japan. *Bulletin of Marine Science*, v.44, p. 997-1003, 1989.
- PRATT, J. R. Artificial habitats and ecosystem restoration: Managing for future. *Bulletin of Marine Science*, v.55, n. 2-3, p. 268-275, 1994.
- RECASENS, L.; LOMBARTE, A.; SÁNCHEZ, P. Teleostean fish assemblages in an artificial reef and natural rocky area in Catalonia (Northwestern Mediterranean): an ecomorphological approach. *Bulletin of Marine Science*, v.78, n.1, p. 71-82, 2006.
- RILOV, G., BENAYAHU, Y. Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. *Marine Biology*, v.136, p. 931-942, 2000.
- ROMERO, F. G. Artificial reefs: bane or boon to Philippine fisheries. *Marine Life*, v. 2, n.2, p. 4-7, 1996.
- SANTOS, M. N.; MONTEIRO, C. C. Comparison of the catch and fishing yield from an artificial reef system and neighboring areas off Faro (Algarve, south Portugal). *Fisheries Research*, v.39, p. 55-65, 1998.
- SEAMAN, W. What if everyone thought about reefs? Special issue on artificial reef management. *Fisheries*, v.22, n.4, p.5, 1997.
- SEAMAN, W. Coastal artificial habitats for fishery and environmental management and scientific advancement. in: Tsukamoto, K., Kawamura, T., Takeuchi, T., Beard, T.D.Jr., Kaiser, M.J. (Eds.) FISHERIES FOR GLOBAL WELFARE AND ENVIRONMENT, WORLD FISHERIES CONGRESS, 5., 2008. p.335-349.
- SEAMAN, W.; JENSEN, A. C. Purposes and practices of artificial reef evaluation. In: SEAMAN, William (Ed.). *Artificial Reef Evaluation: With Application to Natural Marine Habitats*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2000. p.1-20.
- SEMPERE, J. T. B.; ESPLÁ, A. A. R.; PALAZÓN, J. A. Análisis del efecto producción-atracción sobre la ictiofauna litoral de um arrecife artificial alveolar en la reserva marina de Tabarca (Alicante). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, v.17, n.1-2, p. 73-85, 2001.
- SIMON, T. E. *Peixes recifais: Comparação entre ambientes artificiais e naturais*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Oceanografia e Ecologia, Vitória, 2010.
- STEIMLE, F. W.; MEIER, M. H. What information do artificial reef managers really want from fishery science? Special issue on artificial reef management. *Fisheries*, v.22, n.4, p. 6-8, 1997.
- TANGLEY, L. Enhancing coastal production: Do artificial shelters help or hurt Mexico's valuable spiny lobster fishery? *BioScience*, v.37, p. 309-312, 1987.
- YOKLAVICH, M. M.; GREENE, H. G.; CAILLIET, G. M.; SULLIVAN, D. E.; LEA, R. N.; LOVE, M. S. Habitat associations of deep-water rockfishes in a submarine canyon: an example of a natural refuge. *Fishery Bulletin*, v.98, p. 625-641, 2000.
- WATANUKI, N.; GONZALES, B. J. The potential of artificial reefs as fisheries

management tools in developing countries. *Bulletin of Marine Science*, v.78, n.1, p. 9-19, 2006.

WHITE, A. T.; LOKE, C. M.; De SILVA, M. W. R. N.; GUARIN, F. Y. Artificial reefs for marine habitat enhancement in Southeast Asia, Manila, Philippines. *ICLARM Educational Series*, v.11, 45 p., 1990.

WHITMARSH, D.; SANTOS, M. N.; RAMOS, J.; MONTEIRO, C. C. Marine habitat modification through artificial reefs off the Algarve (southern Portugal): An economic analysis of the fisheries and the prospects for management. *Ocean and Coastal Management*, v.51, p. 463-468, 2008.

WILSON, J.; OSENBERG, C. W.; MARY, C. M. ST.; WATSON, C. A.; LINDBERG, W. J. Artificial reefs, the attraction-production issue, and density dependence in marine ornamental fishes. *Aquarium Sciences and Conservation*, v.3, p. 95-105, 2001.

WILSON, K. D. P., LEUNG, A. W. Y., KENNISH, R. Restoration of Hong Kong fisheries through development of artificial reefs in marine protected areas. *ICES Journal of Marine Science*, v.59, p.157-163, 2002.

WITMAN, J. D.; DAYTON, P. K. Rocky Subtidal Communities. In: BERTNESS, M.D.; GAINES, S.D.; HAYY, M.E. (Eds.). *Marine Community Ecology*. Massachusetts: Sunderland, 2001. p.339-361

ZALMON, I. R.; NOVELLI, R.; GOMES, M. P.; FARIA, V. V. Experimental results of an artificial reef program on the Brazilian coast north of Rio de Janeiro. *ICES, Journal of Marine Science*, v.59, p.883-887, 2002.

Artigo recebido em: 19 jan. 2011

Aceito em: 7 abr. 2011