

**ARTIGO DE REVISÃO**

**RECIFES ARTIFICIAIS MARINHOS: MODELOS E UTILIZAÇÕES NO BRASIL E NO MUNDO**

Douglas H. Cavalcanti dos Santos <sup>1</sup>  
José Zanon de Oliveira Passavante <sup>2</sup>

**RESUMO**

A prática de afundar estruturas sólidas em ambiente marinho para criação de recifes artificiais vem sendo desenvolvida em vários países do mundo visando, entre outros aspectos, à recuperação de áreas degradadas na zona costeira, incremento do turismo subaquático, possibilidade de suprir parte da perda dos estoques pesqueiros e desenvolvimento de pesquisas científicas. Este trabalho se propõe a analisar os diversos tipos de estruturas utilizadas atualmente na criação de recifes artificiais marinhos e seus distintos propósitos, enfocando aspectos de ordem ambiental, social e econômica. A bibliografia disponível sobre o assunto é avaliada, ao mesmo tempo em que se analisa o sucesso obtido quanto ao aumento da produtividade pesqueira nas localidades onde os recifes artificiais foram implantados.

**Palavras-chave:** recifes artificiais, modelos, material de construção, gerenciamento costeiro, plataforma continental.

**ABSTRACT**

**Marine artificial reefs: models and applications in Brazil  
and over the world**

Sinking solid structures in marine environment to build up artificial reefs has been developed in several countries of the world seeking, among several aspects, to recover man-impacted areas in coastal zones, to increase subaquatic recreatiçve activities, to enhance fisheries, and to develop scientific research. This work aims to analyze the several models of structures actually used in the construction of marine artificial reefs and their different purposes, focusing on environmental, social and economical aspects. The available literature on this subjetc is appraised and examples of success derived from the increasing yield in artificially-colonized fishing grounds are analyzed.

**Key words:** artificial reefs, models, construction material, coastal management, continental shelf.

---

<sup>1</sup>

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Oceanografia da UFPE

## INTRODUÇÃO

Os vastos oceanos que cobrem dois terços do planeta Terra contêm riquezas extraordinárias. Suas águas abrigam milhares de espécies de plantas e animais que, por sua vez, são fundamentais para o bem-estar da humanidade por produzirem alimentos de alta qualidade protéica. Além disso, apreciamos os oceanos por sua beleza e pelas oportunidades recreativas que proporcionam. Porém, hoje, em todo o mundo eles estão submetidos a fortes pressões pois, além de sustentar economias costeiras e proporcionar oportunidades recreativas e de transporte, suas águas estão cada vez mais poluídas e escassas de recursos pesqueiros. Nesse contexto, surgem os recifes artificiais como uma ferramenta para o manejo sustentável desse grandioso e tão importante ecossistema.

Qualquer pessoa, alguma vez, ao ver o mapa do mundo já se deve ter perguntado: por que o nosso planeta não se chama planeta Água? Cobrindo quase  $\frac{3}{4}$  da superfície terrestre, mais especificamente 70,8% da superfície ou  $362 \times 10^9 \text{ km}^2$  (SCHMIEGELOW, 2004), os oceanos e mares denominam um planeta azul que, graças à água, mantém uma infinidade de organismos vivos.

Há algumas centenas de anos, a humanidade, mesmo sem conhecer suas limitações, já se impressionava com a imensidão dos oceanos e seus recursos abundantes. Com espírito desbravador, o Homem construiu caravelas e percorreu mares desconhecidos em busca de novas terras, novas rotas e, acima de tudo, conheceu esse mundo de águas infinitas. Em seguida, vieram as descobertas científicas e as inovações tecnológicas ampliando-se os conhecimentos e facilitando a exploração das riquezas marinhas. O marco na história do estudo dos oceanos foi a década de 1870, quando a expedição britânica Challenger percorreu todos os oceanos, exceto o Ártico, analisando de forma sistemática os fenômenos físicos, químicos e biológicos que acontecem na massa líquida e salgada do planeta.

Atualmente, a Oceanografia, ramo da ciência responsável pelo estudo dos oceanos e mares, se utiliza de modernos equipamentos e métodos para coletar dados, interpretar e compreendê-los. Técnicas de sensoriamento remoto, por exemplo, associadas a recursos computacionais cada vez mais sofisticados, apresentam novas perspectivas para a descrição e o entendimento dos oceanos.

Nesse contexto, diversas pesquisas científicas realizadas ao longo desses anos nos dão um panorama geral da importância dos oceanos e mares para o planeta Terra. Segundo Corson (1996), dos 34 filões de vida animal existentes, 29 ocorrem no mar, sendo 14 somente nesse ambiente. As espécies marinhas representam um papel central nos ciclos

biológicos, químicos e físicos dos quais todas as formas de vida dependem.

Ormond et al. (1997) constataram que, além de servirem como habitat a uma vasta diversidade de plantas e animais, os oceanos também provêm acima de 40% da proteína animal que consome a população das nações em desenvolvimento. No entanto, a importância dos oceanos não se limita à biodiversidade e sua ação sobre os ciclos de nutrientes, ou seu potencial bioquímico e farmacológico. Todo o processo de regulação climática do planeta e os ciclos hidrológicos dependem da enorme massa d'água disponível e de sua capacidade de armazenar calor (apenas a camada superficial de 2–3 m é capaz de armazenar mais calor do que toda a atmosfera) e absorver cerca de  $2 \times 10^9 \text{ t}$  de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) por ano (JABLONSKI, 2003).

Além dos aspectos climático e meteorológico, os oceanos são fundamentais por outros motivos: o comércio internacional se utiliza muito da marinha mercante para transportar as mais variadas mercadorias, e programas de defesa nacional são cada vez mais dependentes de operações navais. Da mesma forma, os recursos minerais encontrados no fundo marinho, entre eles o petróleo e o gás natural, representam fonte de energia valiosa e propulsora da sociedade moderna, e sua extração transformou-se em um dos negócios mais lucrativos do planeta, gerando incalculáveis riquezas.

Estudos como o de Ryther (1969) demonstraram que, ao contrário do que se poderia imaginar, 90% da área do Oceano (mais da metade da superfície do globo) podem ser descritos como um deserto biológico, ficando apenas 10% de áreas bem mais produtivas que o mar aberto. As áreas costeiras e as plataformas continentais, que margeiam os oceanos e mares, são justamente as regiões que concentram a maioria das formas de vida marinha.

A importância produtiva das áreas costeiras pode ser entendida em razão dos elementos originários do continente e carregados por drenagem aos mares. As substâncias terrígenas, com seu poder fertilizador, são as principais responsáveis pelo elevado índice relativo de produção orgânica dos sistemas costeiros, capazes de permitir uma síntese primária 5 a 10 vezes mais alta do que nas regiões oceânicas (RYTHER, 1969).

Outro fator responsável pela alta produtividade da província nerítica é sua profundidade relativamente baixa, que permite uma maior penetração da luz solar, de modo que a produção primária poder ser elevada em praticamente toda a coluna d'água (SCHMIEGELOW, 2004). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), cerca de 90% da produção

pesqueira mundial é de peixes capturados nas plataformas continentais, o que corresponde a uma média histórica de 80 milhões de toneladas, no período de 1950 a 1999 (FAO, 2000).

Ao mesmo tempo em que é uma das mais ricas do ambiente marinho, a zona costeira sofre com a grande influência de impactos antrópicos, pois 40% da população do planeta vivem no âmbito da distância de 60 km até a linha de costa e 2/3 das cidades com mais de 2,5 milhões de habitantes estão localizados nessa área (TOMMASI, 1994). Vários estudos indicam que a degradação de ecossistemas e habitats costeiros (especialmente nas zonas Intertropical e Subtropical) é generalizada e extensa (WILKINSON, 2002); (COSTA et al., 2004). Estudando o impacto humano nessas regiões, Lindén (1990) confirma a hipótese de que as zonas costeiras vêm apresentando tendências decrescentes em sua produtividade e biodiversidade..

O Brasil, o segundo em maior extensão litorânea na América Latina, com 7.408 km de costa, concentra cerca de 70% da população em 75% dos principais centros urbanos dispostos ao longo do litoral, numa região que se estende por 17 estados e acomoda mais de 400 municípios (PROBIO, 1999). Esta abriga atividades humanas características de sua situação privilegiada: práticas de pesca comercial e esportiva, maricultura, transporte marítimo, esportes aquáticos, uso de terminais portuários, indústrias de pesca e turismo, entre outras (COMISSÃO NACIONAL INDEPENDENTE SOBRE OS OCEANOS, 1998).

O Brasil não é uma nação pesqueira por excelência, pois sua plataforma continental se caracteriza pela grande diversidade e pequena biomassa específica, e uma teia alimentar complexa que inclui um número de elos comparativamente maior que o observado nos sistemas de altas latitudes (JABLONSKI, 2003).

A explicação para a baixa produtividade das águas marinhas brasileiras está no fato das correntes oceânicas que atingem sua costa determinarem a ocorrência de baixos teores de nutrientes inorgânicos dissolvidos (LONGHURST; PAULY, 1987); (SAMPAIO, 1998). Suas águas quentes, de superfície, são menos densas e pobres em nutrientes, transportadas pela Corrente do Brasil desde a região Nordeste, e suas águas frias, mais densas e ricas em nutrientes, dominam o fundo da plataforma continental (BRANDINI et al., 1997). Devido à baixa produtividade pelágica e à quantidade limitada de estoques pesqueiros (LESSA; OLIVEIRA, 2002), a economia brasileira recebe pequenos aportes financeiros da atividade pesqueira, ao contrário dos países situados nas costas ocidentais dos continentes, banhadas por correntes frias ricas em nutrientes e de grande produtividade biológica.

Nesse sentido, estudos têm demonstrado que o uso de estruturas artificiais é indicado para incrementar sistemas marinhos, mesmo em áreas de baixa produtividade (WHITE et al., 1990), também utilizadas com a finalidade de criar áreas de maricultura (SEAMAN et al., 1989). A predominância de substratos arenosos é também uma das causas da baixa produtividade pesqueira. Portanto, com o intuito de minimizar essas deficiências, têm ocorrido incentivos crescentes para a colocação de estruturas no ambiente marinho que, por sua vez, fornecem substrato para a fixação dos organismos, além de aumentar a complexidade de habitats e a disponibilidade de espaços verticalmente definidos (MOTTET, 1986).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Histórico da Criação dos Recifes Artificiais*

Segundo a definição da FAO (1990), os recifes artificiais ou qualquer outro método de agregação, incluídas as instalações de maricultura, constituem um meio de atrair e concentrar diversos grupos de organismos com o objetivo de incrementar a produtividade pesqueira do ambiente marinho (ROGELIO, 1998). Uma definição generalista os define como sendo estruturas colocadas pelo homem no fundo marinho, ou em contato parcial com este, com o intuito de recuperar e aumentar a diversidade biológica em regiões costeiras impactadas, e azer benefícios socioeconômicos referentes à indústria da pesca e do turismo (DITTON; GRAEFE, 1978); (MCINTOSH, 1981); (RISK, 1981); (DUCLERC ; DURVAL; 1986); (MOTTET, 1986); (HUECKEL et al., 1989); (MONTEIRO; CARVALHO, 1989); (SEAMAN JR. et al., 1989).

No Brasil, refere-se aos recifes artificiais como estruturas rígidas de pequeno ou grande porte, normalmente em concreto ou em restos industriais (pneus, carcaças de navio, plataformas de petróleo desativadas etc.) que, ao serem submersas proposadamente ou por acidente no meio aquático marinho, servem de substrato para o desenvolvimento da fauna e flora típicas dos ambientes rochosos (BRANDINI, 2005)

Os primeiros registros da instalação de recifes artificiais em águas marinhas são do final do século XVIII e início do século XIX. Desenvolvidas por pescadores japoneses que se baseavam apenas em conhecimentos empíricos, as estruturas artificiais fabricadas com madeira ou bambu foram afundadas no litoral da cidade de Kobe, numa região onde existia um barco naufragado que sustentou produtividade pesqueira até se deteriorar (INO, 1974). Cabe especular, ainda, que esta atividade vem ocorrendo desde o Neolítico, quando povos africanos observaram que os peixes eram mais abundantes nas

proximidades de objetos flutuantes ou submersos (acumulação de folhas, troncos, etc.) e passaram a construir estruturas com a própria vegetação do litoral para a criação de novas áreas de pesca (STONE et al., 1991) – Figura 1.



Figura 1 – Estrutura confeccionada a partir de vegetação litorânea, com o propósito de agregar peixes e incrementar as pescarias.

A primeira referência bibliográfica sobre o uso de recifes artificiais data do século XVIII, descreve pescarias na Ásia e, mais tarde, na América do Norte, associadas ao uso de objetos submersos (LEWIS; MCKEE, 1989). Holbrook (1860 *apud* Seaman Jr. e Sprague, 1991) relatou a experiência pioneira do Estado da Carolina do Sul (EUA) onde, em 1830, foram agregadas estruturas de madeiras a fim de incrementar a pesca artesanal de alguns esparídeos (espécie de peixe comum em áreas recifais, ex. *Sparisoma axillare*). A partir da década de 1960, se generalizam as experiências de construção de recifes artificiais em todo o mundo, com diferentes objetivos (pesca profissional e esportiva, mergulho recreativo, restauração da costa) e materiais de construção (barcos obsoletos, concreto, pedras, pneus, estruturas metálicas e plataformas petrolíferas).

Outra tecnologia que começou a ser estudada mais profundamente no início dos anos sessenta foi a dos FADs (*Fish-Attracting Devices*). Os primeiros estudos começaram no Havaí e analisavam os mecanismos de atração dos objetos flutuantes. Posteriormente, os trabalhos de pesquisa se centraram em testar diferentes materiais e desenhos de objetos agregados a recifes artificiais para originar a concentração de peixes pelágicos migratórios, alvo de suas pescarias. Hoje em dia, o desenvolvimento tecnológico de recifes artificiais e FADs alcançou certa estabilidade quanto aos materiais e desenhos (SEAMAN JR.; SPRAGUE, 1991)..

Apesar de ter iniciado suas experiências com

recifes artificiais quase que simultaneamente com os EUA, o Japão é o país onde a criação e o desenvolvimento dessa tecnologia alcança o mais alto nível, chegando as estruturas a ocupar até 10% de sua plataforma continental (LEWIS; MCKEE, 1989), com investimento anual em torno de US\$ 60 milhões em programas de incremento pesqueiro (SIMARD, 1996).

Se no Japão é o Governo que dirige e impulsiona um programa nacional de desenvolvimento e consolidação de recifes artificiais voltados para a pesca comercial, nos EUA a iniciativa privada de clubes náuticos e esportivos é um dos principais propulsores dos múltiplos programas de construção de recifes. Jesen (1997) destaca a inversão de US\$ 1 milhão para o financiamento de 500 projetos ao longo da costa americana, a maioria no Estado da Flórida, onde o interesse pela criação de novos locais de pesca e conservação cresce a cada dia.

No Golfo do México, as plataformas de petróleo e gás natural, além de exercerem seu papel na extração desses recursos naturais não-renováveis, produzindo 25% do gás natural dos EUA e 13% do óleo, servem de recifes artificiais, atraindo uma vasta diversidade biológica nas imediações de suas estruturas metálicas, sendo considerado o maior complexo recifal do mundo (KASPRZAK, 1998); (STANLEY; WILSON, 2003). Por exemplo, das 3.000 plataformas pertencentes à Exxon Mobil, 40 são desativadas anualmente e, devido aos elevados custos de remoção, a companhia as desloca para áreas com profundidades de 30 metros e as afunda, garantindo novas áreas para pesca e turismo subaquático (PIZZATTO, 2004). Em virtude das experiências observadas em 1998, a Organização Marítima Internacional (IMO), através de regulamentação, passou a considerar a criação de recifes artificiais como uma alternativa para o plano de desativação das estruturas usadas na produção de petróleo e gás.

### Materiais de Construção

O concreto é considerado pela comunidade científica o material mais adequado para a construção de habitats artificiais. Ao contrário de restos industriais, compostos por metais, plásticos e borracha, que produzem estruturas pouco estáveis e prejudiciais ao meio ambiente, o concreto assemelha-se ao substrato rochoso natural, podendo ser moldado e adequado quimicamente de modo a atender as condições ideais para reconstruir ou aumentar habitats de importância ecológica (ECOPLAN, 1998).

Na categoria de recifes pré-moldados ou desenhados em concreto a partir de moldes de fibra de vidro, o *reef ball* é o mais difundido no mundo, com mais de 4.000 projetos em países que vão da

República Dominicana às Filipinas (HARRIS, 2003); (MUNRO; BALGOS, 1995), e mais de 500.000 estruturas afundadas (Figura 2). Sem dúvida, outras vantagens são seu custo reduzido, levando-se em consideração a tecnologia empregada e sua relativa facilidade para instalação até por barcos pesqueiros. A expectativa de vida também é uma das maiores entre os recifes artificiais, chegando a atingir 500 anos (BARBER, 2004).



Figura 2 – Reef balls feitos em concreto estão entre as categorias de recifes artificiais pré-moldados mais utilizados no mundo (Fonte: Reef Ball Foundation, Inc.).

Nos Estados Unidos, a recreação e o turismo litorâneo geram de 8 a 12 bilhões de dólares anualmente, e o número de pessoas que procuram essas áreas aumenta consideravelmente a cada ano. Atualmente, mais de 180 milhões de americanos visitam os oceanos, praias e estuários, o que tem contribuído substancialmente para garantir a crescente economia dessas áreas (NEP, 2004 *apud* MARCELINO et al., 2005).

Tanyeri-Abur e Jiang (1998), estudando o impacto econômico da indústria do mergulho numa comunidade costeira do Texas (EUA), concluíram que cada dólar gasto por um mergulhador-turista resulta, em média, num rendimento de U\$1,81 para a comunidade costeira, U\$0,75 para a renda per capita, e U\$1,15 em valor agregado para a economia estadual. Desse modo, para cada um milhão de dólares gasto são gerados, em média, 37 empregos.

Em quatro condados do sudeste da Flórida, os recursos advindos do mergulho em recifes naturais e artificiais, entre 2000 e 2001, ficaram entre U\$139 milhões e um bilhão de dólares, respectivamente. Além disso, as atividades de mergulho suportam entre 6.300 e 36 mil empregos por condado. Nos condados

de Palm Beach e Miami-Dade, por exemplo, os gastos relacionados aos recifes artificiais contribuem com cerca de 1/3 na economia relacionada ao sistema recifal, ficando os recifes naturais com 2/3. Já no condado de Broward, os gastos com atividades de mergulho recreativo nos recifes artificiais e naturais contribuem de forma equiparada. Em Monroe, o valor da contribuição dos recifes artificiais registra cerca de 25% na economia associada ao sistema recifal local (JOHNS et al., 2001).

Os efeitos da erosão da linha de costa, um problema registrado em grande parte das cidades litorâneas, têm sido atenuados através da construção de quebra-mares, espigões e piers utilizando-se rochas e granitos para conter o avanço do mar. Com o surgimento dos reef balls, os gestores costeiros vislumbraram a oportunidade de, além de resolver a questão da erosão marinha, potencializar os ganhos ambientais com a criação de novos habitats para o desenvolvimento biológico. Na costa sudeste da República Dominicana, um projeto utilizando 450 unidades de reef balls, dispostos em fila tripla e paralelos a costa, possibilitou um incremento de 13 m na linha de praia, atuando como um quebra-mar. Poucos meses após sua implantação, essa região foi atingida por dois furacões de categoria 3 e 5, mas nenhuma unidade deslocou-se ou foi prejudicada, comprovando sua eficácia como recife artificial (HARRIS, 2003).



Figura 3 – Comunidades pesqueiras, no Rio Grande do Norte, foram beneficiadas com projetos de recifes artificiais de pneus (Fonte: ADITAL).

Uma outra metodologia que ainda hoje gera discussões, principalmente entre ambientalistas mais radicais, é o uso de pneus para criação de recifes artificiais (Figura 3). Por se tratar de um resíduo – depois de usados para sua finalidade original – presente em todas as sociedades modernas, os pneus acabam se tornando um problema quanto a sua destinação final: ou largados em enormes pilhas, muitas vezes em locais inadequados, com riscos de incêndios, ou jogados no meio urbano/rural possibilitando a proliferação de mosquitos.

Alternativas de reciclagem, como no caso de insumo para a indústria de asfalto, ainda se mostram incipientes devido, principalmente, ao custo.

Em 1987, a Austrália realizou uma verdadeira operação militar para a criação de um complexo recifal com cerca de 34.000 pneus. Contando com a participação de mais de 50 soldados do exército australiano, cada módulo individual foi montado com 28 pneus unidos com fitas plásticas de alta resistência de modo a formar uma pirâmide de quatro lados. Para garantir a estabilidade das estruturas, concreto foi adicionado nas suas bases. Passados 12 meses de sua instalação, os novos recifes foram responsáveis pelo aumento de 16% no número de barcos a visitar a área, e cerca de 10% na economia local relacionada à prática de pesca esportiva (YOUNG, 1988).

Em contrapartida, um programa semelhante realizado, em 1972, na costa de Fort Lauderdale, Flórida, visando ao incremento da produção pesqueira não alcançou os resultados esperados. Havia uma expectativa de que os 2 milhões de pneus afundados numa área de 35 ha deviam estar repletos de vida marinha mas, na realidade, apenas poucos indivíduos utilizaram esses recifes para moradia e susprimento alimentar. Para agravar a situação, devido à degradação das amarras de náilon que mantinham os pneus unidos, as correntes fizeram com que muitos deles derivassem até a zona litorânea. No momento, o Departamento de Proteção ao Meio Ambiente da Flórida, sob pressão dos ambientalistas, está estudando alternativas de trazê-los de volta à superfície, mas a grande dificuldade está no custo da operação que, no total, pode chegar a mais de US\$ 40 milhões (FLESHLER, 2003).

Estudos recentes têm reportado que pneus liberam compostos químicos na água, mas não em concentrações tóxicas (NELSON et al., 1994). Gómez et al. (1982) observaram que algumas espécies de coral crescem mais rapidamente em pneus do que em substrato rochoso natural, mas Chua e Chou (1994) defendem que quando se deseja obter áreas para pesca, os recifes de concreto são mais indicados por apresentarem maior atrativo para a fixação da fauna.

Quanto o assunto é mergulho contemplativo, visitar navios naufragados tornou-se uma prática freqüente no turismo subaquático, pois suas estruturas que mergulhadores vistiem seus diversos compartimentos, adicionando um tom de desbravamento na aventura submarina. O incentivo à criação de recifes artificiais a partir de embarcações descomissionadas vem crescendo vertiginosamente à medida que a popularidade do esporte ganha mercados (Figura 4).

O primeiro registro sobre afundamento proposital de casco de navio para formação de recife artificial é de 1935, quando quatro carcaças foram

afundadas em Cape May, EUA (STONE, 1974). Resquícios da II Guerra Mundial, dezenas de navios se encontram naufragados nas águas continentais dos oceanos e mares do mundo, ainda provendo pescarias comercial e esportiva, e oportunidades de turismo por mais de 50 anos, como ocorre em algumas áreas costeiras (LUKENS, 1997).



Figura 4 – Cascos de embarcações utilizados como recifes artificiais viram pontos de turismo subaquático (Fonte: Douglas Santos).

No Canadá, a Artificial Reef Society of British Columbia utilizou os destroyers polares EX-HMV Mackenzie e EX-HMV Yukon, entre outros, em projetos de recifes artificiais para desenvolver o turismo subaquático e promover a conservação de áreas naturais marinhas. Os resultados podem ser observados em termos ecológicos, econômicos e sociais (San Diego Oceans Foundation, 2000). Somente o naufrágio do Ex-Mackenzie, gerou o equivalente a US\$ 3,5 milhões em operações turísticas de mergulho e pesca esportiva, além de ter contribuído para a conservação de áreas naturais que vinham sofrendo impactos de uso pelos mergulhadores e pescadores (MILON et al., 2000).

Do acima exposto, fica claro que a criação de recifes artificiais se baseia em métodos relativamente simples de recuperar e aumentar a diversidade biológica em regiões costeiras impactadas pela ação antrópica, trazendo os seguintes benefícios; (a) incremento da atividade pesqueira, enriquecendo a fauna e flora marinhas da região; (b) desenvolvimento socioeconômico em escala local, no que se refere à indústria do turismo (pesca esportiva, mergulho), aqüicultura, conservação ambiental e controle da erosão; (c) melhoria na qualidade de vida das comunidades de pescadores, criando áreas protegidas contra o arrasto e gerando novas áreas

para práticas pesqueiras mais seletivas, como a rede de espera e a linha de mão, artes características das comunidades tradicionais de pescadores).

Por fim, há de se destacar que, nos últimos anos, tem se realizado um esforço considerável para estudar os recifes artificiais através de diferentes pontos de vistas. Equipes multidisciplinares compostas por biólogos, oceanógrafos, químicos, engenheiros, economistas, sociólogos, gestores etc., têm se interessado nos diferentes aspectos deste “novo” campo da pesquisa científica.

### **Recifes Artificiais no Brasil e em Pernambuco**

No caso do Brasil, os primeiros recifes artificiais instalados em sua plataforma continental são da década de 1980, quando a extinta SUDEPE (Superintendência de Desenvolvimento da Pesca) afundou estruturas triangulares de concreto na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, com a intenção de criar obstáculos para evitar a pesca predatória com redes de arrasto utilizadas na captura do camarão branco, *Litopenaeus schmitti*. Porém, assim como em outras partes do mundo, o conhecimento empírico das populações costeiras já previa a utilização de estruturas como atratores de peixes, com registros históricos desta prática na costa brasileira que datam do século XVII. As marambaias (lugar de boa pesca”, na língua nativa) ainda hoje são utilizadas por comunidades pesqueiras tradicionais, sendo confeccionadas com galhos de mangue, folhas, bambus e pedras (CONCEIÇÃO et al., 1997).

A partir da década de 90, os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe, Espírito Santos, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, através de parcerias com universidades e organizações não-governamentais, passaram a implementar projetos para implementação de recifes artificiais em suas plataformas continentais, utilizando estruturas que vão de pneus a cascos de embarcações.

O Paraná é, provavelmente, o Estado brasileiro com o maior número de recifes artificiais implantados em sua plataforma continental. São mais de duas mil estruturas, em sua maioria feitas de concreto, além de alguns naufrágios afundados entre as ilhas Itacolomis e Currais. Chamado de Programa Recifes Artificiais Marinhos do Paraná (RAM/PR), suas atividades tiveram início em 1997 e, atualmente, contam com o apoio do Centro de Estudos do Mar, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), do IBAMA, além de organizações não-governamentais. Para beneficiar comunidades que vivem da pesca de subsistência, alguns desses “complexos de recifes artificiais” são, hoje, áreas de proteção ambiental – Reservas Extrativistas Marinhas – nas quais somente os pescadores locais possuem direitos de exploração.

No Rio de Janeiro, destacam-se o projeto da

Universidade Norte Fluminense, inicialmente utilizando pneus e, mais recentemente, estruturas pré-moldadas de concreto; o projeto de bioprodução da Petrobrás (Unidade Bacia de Campos) e Universidade Federal do Rio de Janeiro, com tubulação já sem uso na produção de petróleo; e, ainda, o projeto de afundamento do ex-navio hidrográfico Orion, implementado pela Petrobrás e Marinha do Brasil, o qual contribuiu para a conservação da biodiversidade marinha (SILVA et al., 2003).

No Ceará, o Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará criou o Grupo de Estudos de Recifes Artificiais e iniciou, há mais de uma década, um trabalho que, atualmente, beneficia várias comunidades de pescadores e é referência nacional. O projeto inicial envolveu o afundamento 700 pneus a 3 milhas da costa e foi proposto como uma medida alternativa para a destinação final de pneus velhos recolhidos na cidade de Fortaleza, onde se constituíam em focos de proliferação do mosquito transmissor da dengue.

A primeira etapa do projeto Recifes Artificiais Marinhos do Espírito Santo, realizada em parceria com Centro de Estudos do Mar, da UFPR, aconteceu com o naufrágio do navio Victory 8B, com o propósito de incentivar o turismo subaquático na região. Atualmente, pesquisas científicas vêm monitorando o recrutamento e a sucessão biológica no naufrágio, e a intenção é subsidiar novos afundamentos no litoral capixaba.

Na costa sergipana, a organização não-governamental PROCRIAR vem desenvolvendo projetos-pilotos de instalação de recifes artificiais, com a convicção de ser esta uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável da zona costeira local e que, em curto prazo, possa trazer benefícios sociais às comunidades pesqueiras. Inicialmente o projeto está sendo desenvolvido ao largo das praias da Caueira e Abaís e, dependendo dos resultados, se estenderá para outras localidades onde existem comunidades pesqueiras ou haja práticas de mergulho.

No Estado de São Paulo, município de Bertiooga, o projeto PROMAR (Proteção de Recursos Marinhos) foi desenvolvido através do Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro, com recursos do Ministério do Meio Ambiente, com objetivo de proteger áreas costeiras importantes para o ciclo de vida de espécies e recuperar os recursos pesqueiros da região, degradados pela pesca predatória de arrasto de fundo. No período de 1997 e 1998 foram instaladas 100 estruturas de concreto e 30 de aço, para recuperação do ecossistema costeiro e exclusão do arrasto de fundo. Em 2000, o projeto foi ampliado com recursos da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado, sendo colocadas mais 100 estruturas de concreto e 60 de aço (ALENCAR et al., 2003).

No Rio Grande do Norte, cinco comunidades da região do Pólo Petroquímico de Guamaré foram beneficiadas com a implantação de um grande recife artificial formado por 25 casulos de concreto, perfazendo uma área de 15.000 m<sup>2</sup> (ALENCAR et al., op cit.). Em 1999, a PETROBRÁS, em parceria com a Universidade Federal do Ceará, realizou o Projeto Marambaia na costa do estado, afundando contêineres de aço também com o intuito de estimular a pesca artesanal.

Em Pernambuco, a primeira experiência com a utilização de atratores artificiais de superfície foi desenvolvida, no período 1989-1991, pelo Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste (CEPENE), através do Projeto Tuna, obtendo-se resultados satisfatórios em relação à concentração de peixes pelágicos, com o acréscimo nos índices de captura por embarcação de 30 a 50% (CEPENE, 1992).

Em relação aos naufrágios, o início das atividades de afundamentos dos cascos descomissionados foi em 1998. Na oportunidade, um grupo ligado ao turismo no litoral sul de Pernambuco afundou um navio do tipo rebocador (Marte) na costa do município de Ipojuca, mas sem o devido processo junto às autoridades ambientais e portuárias. Embora o acontecimento tenha gerado polêmica, inclusive penalidades civis de ordem pecuniária, dois anos depois o mesmo grupo afundou outro rebocador (Gonçalo Coelho), com o mesmo fim de turismo subaquático, cujas coordenadas de localização ainda são mantidas em segredo.

Foi pensando no desenvolvimento do turismo subaquático que, em 2002, a operadora de mergulho Projeto Mar levou a pique, três rebocadores (Servemar-X, Minuando e Lupus), no litoral de Recife. O projeto, acompanhado por técnicos ambientais do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), da Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) e pesquisadores de instituições de ensino, teve repercussão nacional e abriu as portas para uma discussão mais aprofundada sobre o assunto. Para causar o mínimo de impacto negativo e potencializar a atração de fauna e flora marinhas, os rebocadores passaram por uma minuciosa limpeza de materiais poluidores como óleo, graxas, borrachas e fios, antes do afundamento. Hoje, além de servirem como habitat a uma grande diversidade de algas e animais, esses naufrágios atraem mergulhadores do mundo todo, contribuindo para que Recife seja conhecida como "A Capital dos Naufrágios". Acredita-se que ao todo, a costa pernambucana possui cerca de 70 embarcações naufragadas, sendo algumas datadas da época do Brasil Colônia, século XVIII.

Em 2004, outro rebocador (Servemar-I) foi

afundado na costa recifense sob a orientação das autoridades competentes, através de um projeto que criou oportunidades particularmente relevantes de estudos científicos, na medida em que garantiu a exclusividade de acesso a pesquisadores, sendo vetada a visitação por mergulhadores esportivos por um período de 12 meses (Figura 5).



Figura 5 – Pesquisadores da Universidade Federal Rural de Pernambuco realizando levantamento ictiofaunístico no naufrágio Servemar-I, na costa de Recife (Fonte: Douglas Santos).

Em maio de 2006, a Associação de Empresas de Mergulho de Pernambuco (AEMPE) criou mais três recifes artificiais a partir de rebocadores doados por uma empresa portuária, afundados em frente ao Porto de Recife a cerca de 13 km da costa (Figura 6). Este projeto também previu a exclusividade de um dos naufrágios para a realização de pesquisas científicas. Condensando todas as áreas a serem estudadas nos novos recifes artificiais, o Projeto Científico de Acompanhamento do Processo de Colonização e Ocupação Biológica dos Naufrágios Taurus, Saveiros e Mercurius envolve os seguintes estudos oceanográficos: química (hidrologia), geologia (morfologia e sedimentologia do fundo), biologia (processos de recrutamento e sucessão da ictiofauna; planctologia) e física (correntes).

Tendo mais uma vez como objetivo principal a ampliação das possibilidades do mergulho esportivo na região, os novos naufrágios alimentam uma indústria que conta, atualmente, com oito operadoras de mergulho. A partir dessas experiências, foram promovidos simpósios sobre recifes artificiais reunindo mergulhadores e especialistas nacionais no assunto. No âmbito dos naufrágios localizados na plataforma continental de Pernambuco (Figura 7), visando à proteção e preservação desses ambientes e de seus recursos naturais, em 03 de julho de 2001, foi

sancionado o Decreto Estadual nº 23.394 (PERNAMBUCO, 2001), proibindo a prática da pesca submarina e as pescarias com anzóis, nos seus arredores.



Figura 6 – ReboCADOR Mercurius sendo naufragado na costa pernambucana para criação de recife artificial marinho (Fonte: Douglas Santos).

### CONCLUSÃO

É verificado que os recifes artificiais criados em áreas de plataformas continentais se tornam, na maioria dos casos, habitats produtivos, e podem ter como princípio a criação de uma área ecológica voltada para a pesca artesanal (GROSSMAN et al., 1997); (BOHNSACK et al., 1997); (CLAUDET e PELLETIER, 2004). Vários estudos em recifes artificiais têm focado seus esforços no estudo da ictiofauna e da fauna incrustante (*fouling*), pois essas estruturas representam verdadeiros laboratórios *in situ*, onde vários dados podem ser analisados para melhor explicar os processos naturais (SEAMAN; SEAMAN JR., 2000). Nesse contexto, Alencar et al. (2003) acreditam que o desenvolvimento de recifes artificiais pode ser considerado um assunto estratégico para a gestão ambiental da costa brasileira.

Considerando que os recifes artificiais podem se constituir em instrumentos de ordenamento pesqueiro e tendo como embasamento o artigo 8º do Código de Conduta para a Pesca Responsável da FAO que recomenda aos estados elaborarem sistemas de ordenamento dos recifes artificiais no interesses dos pescadores artesanais e de subsistência, o IBAMA publicou a Instrução Normativa nº 125, de 18 de outubro de 2006, visando estabelecer os procedimentos para implantação de recifes artificiais no âmbito da gestão dos recursos pesqueiros, na costa brasileira.

Tal instrumento legal fixou diretrizes que vão dar suporte à execução de políticas setoriais como a Política Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) e a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM), além das próprias indicações sugeridas pelo Código de Conduta para a Pesca Responsável e pela Organização Marítima Internacional. Para a implementação dessas diretrizes, destacam-se as seguintes estratégias propostas pela PNRM (Decreto nº 5.377, de 23 de fevereiro de 2005):

“Fomentar no País a construção de embarcações, plataformas, bóias atratoras, recifes artificiais e outros meios flutuantes e submersos para o ensino, a pesquisa, a exploração e o aproveitamento sustentável dos recursos do mar”;



Figura 7 – Mapa ilustrativo da localização dos naufrágios visitados por turistas subaquáticos, na costa de Pernambuco

“Incentivar as iniciativas públicas e privadas referentes ao turismo e às atividades de esporte e recreio praticadas nas águas jurisdicionais brasileiras”.

Assim, como acredita Meier et al. (1989), os recifes artificiais, em sintonia com as estratégias de gerenciamento costeiro que enfatizam o uso combinado de técnicas, podem ser integrados a programas de gestão dos recursos pesqueiros envolvendo medidas de regulamentação como tamanho mínimo de captura, períodos de defeso e quotas de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, C.A.G.; SILVA, A.S.; CONCEIÇÃO R.N.L. **Texto básico de nivelamento técnico sobre recifes artificiais marinhos**. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP-PR), Brasília, 51 p., 2003.

BARBER, T.R. **Reef balls: how hotels, tourism associations, cruise liners and others use designed artificial reefs to enhance the environment, create beaches and create tourism assets**. Reef Ball Foundation, Athens, 2004.

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

BRANDINI, F.P. **Instalação de recifes artificiais na plataforma interna do Estado do Paraná: uma proposta de conservação da biodiversidade e desenvolvimento da pesca artesanal**. Internet. Disponível em: <<http://www.cem.ufpr.br/ram/rampage.htm>>, UFPR, 2001.>, Acesso em: 20/06/2005.

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H.L.; SASSI, R. **Planctonologia na plataforma continental do Brasil: diagnose e revisão bibliográfica**. [S.l.]: MMA/CIRM/FEMAR, 1997. 196 p. (Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE).

CEPENE. **Projeto Tuna (Brasil) – Curso de construção de atratores para pescadores**. IBAMA, Colaboração CIID, Tamandaré, 21 p., 1992.

CHUA, C.Y.Y.; CHOU, L.M. The use of artificial reefs in enhancing fish communities in Singapore. *Hydrobiologia*, v.285, p.177-187, 1994.

CLARK, S.; EDWARDS, A.J. An evaluation of artificial reef structures as tools for marine habitat rehabilitation in the Maldives. *Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystem*, v.9, p.5-21, 1999.

CLAUDET, J.; PELLETIER, D. Marine protected areas

and artificial reefs: a review of the interactions between management and scientific studies. *Aquat. Liv. Resour.*, v.17, p.129-138, 2004.

COMISSÃO NACIONAL INDEPENDENTE SOBRE OS OCEANOS. **Os usos dos oceanos no século XXI – A contribuição brasileira**. Relatório final à Comissão Mundial Independente Sobre os Oceanos. Editora 2, 133 p., 1998.

CONCEIÇÃO, R.N.L.; FRANKLIN-JUNIOR, W.; BRAGA, M.S.C. **Arrecifes artificiales para el incremento de la productividad en comunidades costeras del Nordeste de Brasil**. Pesca 97 – Evaluación y Manejo de los Recursos Pesqueros, **Ministério de la Industria Pesquera de Cuba**, Havana, 1997.

COSTA, M.F.; ARAÚJO, M.C.B.; CHAGAS, A.C.O.; SANT'ANNA JR., M.; SOUZA, S.T. Poluição marinha, p. 287-317 in Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M.F. (orgs.), **Oceanografia – um cenário tropical**. Bagaço, Recife, 2004.

CORSON, W.H.H. **Manual global de ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente**. Audustus, 2ª edição, 413 p., São Paulo, 1996.

DITTON, R.B.; GRAEFE, A.R. **Highlights: recreational fishing use of artificial reefs on the Texas coast**. Texas Coastal and Marine Council, Austin, 1978.

DUCLERC, J.; DUVAL, C. Les recifs artificiels en Méditerranée française. *Equinoxe*, v.11, p.27-31, 1986.

ECOPLAN. **Programa RAM recifes artificiais marinhos**. Internet, outubro, 1998. Disponível em: <<http://www.reefball.com/ecoplan>>. Acesso em: 20 de junho de 2005.

FAO. **Report of the Indo-Pacific Fisheries Commission Symposium on Artificial Reefs and FADs as Tools for the Management and Enhancement of Marine Resources**. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, 1990.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. United Nations Food and Agriculture Organization, 142 p., Rome, 2000.

FLESHLER, D. **Tire reef off Fort Lauderdale turns into ocean hazard**. The Sun-Sentinel, Fort Lauderdale, Florida, July 14., 2003.

- GÓMEZ, E.D.; ALCALA, A.C.; ALCALA, L.C. Growth of some corals in an artificial reef off Dumaguete. Central Visayas, Philippines. *Kalikasan. Philipp. J. Biol.*, v.11, p.148-157, 1982.
- GROSSMAN, G.D.; JONES, G.P.; SEAMAN JR., W. Do artificial reefs increase regional fish production? A review of existing data. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, v.22, n.4, p.17-23, 1997.
- HARRIS, L.E. Artificial reef structures for shoreline stabilization and habitat enhancement. **Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Surfing Reef Symposium**, Raglan, p.176-178, 2003.
- HUECKEL, G.J.; BUCKLEY, R.M.; BENSON, B.L. Mitigating rocky habitat loss using artificial reefs. *Bull. Mar. Scien.*, v.44, n.2, p.913-922, 1989.
- INO, T. Historical review of artificial reef activities in Japan, p. 21-23 *in* Colunga L.; Stone, R. (eds.), **Proceedings: Artificial Reef Conference**, Texas A & M University, 1974.
- JABLONSKI, S. **Mar-Oceanografia/Biologia Pesqueira**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Ministério da Ciência e Tecnologia, 25 p., Brasília, 2003.
- JENSEN, A.C. **European artificial reef research. Proceedings of the 1st EARRN Conference**, Ancona, 449 p., 1997.
- JOHNS, G.M.; VERNON, R.L.; FREDERICK, W.B.; MARK, A.B. **Socioeconomic study of reefs in Southeast Florida**. Florida State University, National Oceanic and Atmospheric Administration for Broward County, Fort. Lauderdale, 2001.
- KASPRZAK, R.A. Use of oil and gas platforms as habitat in Louisiana's artificial reef program. *Gulf Mexico Scien.*, v.1, p.37-45, 1998.
- LEWIS, R.D.; MCKEE, K. **A guide to the artificial reefs of Southern California**. The Resources Agency, Department of Fish and Game, 73 p., 1989.
- LESSA, R.P.; OLIVEIRA, J.L. (eds). **Dinâmica de populações, avaliação de estoques e estatística pesqueira**. Programa REVIZEE, Sub-Comitê Regional Nordeste (SCORE-NE), Relatório Síntese, 100 p., Recife, 2002.
- LINDÉN, O. Human impact on tropical coastal zones. *Nature & Resources*. v.26, p.3-11, 1990.
- LONGHURST, A.R.; PAULY, D. **Ecology of tropical oceans**. Academic Press., 407 p., San Diego, 1987.
- LUKENS, R.R. **Guidelines for marine artificial reef materials**. Gulf States Marine Fisheries Commission - TCC Artificial Reef Subcommittee, 123 p. 1997.
- MARCELINO, R.L.; SASSI, R.; CORDEIRO, T.A.; COSTA, C.F. Uma abordagem sócio-econômica e sócio-ambiental dos pescadores artesanais e outros usuários ribeirinhos do estuário do rio Paraíba do Norte, estado da Paraíba, Brasil. *Trop. Oceanogr.*, Recife, v.33, p.177-190, 2005.
- MCINTOSH, G.S.A concept for artificial reefs as fishery management tools in the United States. **Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium**, Manila, v.1, p.99-103, 1981.
- MEIER, M.H.; BUCKLEY, R.; POLOVINA, J.J. Debate on responsible artificial reef development. *Bull. Mar. Scien.*, v.44, n.2, p.1051-10-57, 1989.
- MILON, W.J.; HOLAND, S.M.S.; WHITMARSH, D.J. Social and economic evaluation methods, p.165-194 *in* Seaman, W. (ed.), **Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats**. CRC Press, Boca Raton, 2000.
- MINERAL MANAGEMENT SERVICE. **Outer continental shelf natural gas and oil resource management program: cumulative effects 1987-1991**. U.S. Department of the Interior, OCS Report MMS 95-0007, Herdon, 1995.
- MONTEIRO, C.C.; CARVALHO, M.P. **Os recifes artificiais como contributo fundamental para o ordenamento das pescarias litorais algarvias**. Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Relatório Técnico e Científico, 16 p., 1989.
- MOTTET, M.G. Enhancement of the marine environment for fisheries and aquaculture in Japan, *in* D'Itri, F.M. (ed.), **Artificial reefs**. Lewis Publ. Inc., 1986.
- MUNRO, J.L.; BALGOS, M.C. **Artificial reefs in the Philippines**. International Center for Living Aquatic Resources Management, Conference Proceedings, 56 p., 1995.
- NELSON, S.M.; MUELLER, G.; HEMPHILL, D.C. Identification of tire leachate toxicants and a risk assessment of water quality effects using tire reefs in canals. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, v.52. p.574-581, 1994.
- ORMOND, R.F.G.; GAGE, J.D.; ANGEL, M.V. **Marine**

- biodiversity: patterns and processes.** Cambridge University Press, 459 p., 1997.
- PERNAMBUCO. **Decreto Estadual nº 23.394, de 03 de julho de 2001.** Palácio do Campo das Princesas, Recife, 2001.
- PIZZATTO, R. **Avaliação dos impactos ambientais do programa recifes artificiais marinhos do Paraná – Programa RAM.** Monografia de Graduação, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 71 p., Curitiba, 2004.
- PROBIO. **Projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha.** BDT, Porto Seguro, 1999.
- RISK, M.J. Artificial Reefs in Discovery Bay, Jamaica. **Atoll Res. Bull.**, v.255, p.91-100, 1981.
- ROGELIO, H.P. **Dinámica de las comunidades bentónicas de los arrecifes artificiales de Arguineguín (Gran Canaria) y Lanzarote.** Tesis Doctoral. Departamento de Biología, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 355 P., 1998.
- RYTHER, J.H. Photosynthesis and fish production in the sea. **Science**, Washington, v.166, p.72-6, 1969.
- SAMPAIO, J.A.A. **Distribuição horizontal e vertical da clorofila-a fitoplancônica em águas da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste Brasileiro. Relatório Técnico**, 19 p., João Pessoa, 1998.
- SAN DIEGO OCEANS FOUNDATION. **Artificial Reef Conference: Converting Unused Ships and Structures to Enhance Oceans Environments.** San Diego, 260 p., 2000.
- SCHMIEGELOW, J.M.M. **O Planeta azul: uma introdução às ciências marinhas.** Interciência, 202 p., Rio de Janeiro, 2004.
- SEAMAN JR., W.; BUCKLEY, R.M.; POLOVINA, J.J. Advances in knowledge and priorities for research, technology and management related to artificial aquatic habitats. **Bull. Mar. Scien.**, v. 44, n. 2, p. 527-532, 1989.
- SEAMAN JR., W.; SPRAGUE, L.M. **Artificial habitats for marine and freshwater fisheries.** Academic Press, 284 p., San Diego, 1991.
- SEAMAN, W.; SEAMAN JR., W. **Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats.**, CRC Press, 264 p., Boca Raton, 2000.
- SILVA, A.S.; SANTOS P.; MAURO, J. **Uso de estruturas descomissionadas de grande porte como recifes artificiais: o caso do projeto Orion.** Sociedade Brasileira de Engenharia Naval, Rio de Janeiro, 2003.
- SIMARD, F. Socio-economic aspects of artificial reefs in Japan, p. 233-240 in **European artificial reefs research. Proceedings of the 1st EARRN Conference**, Ancona, Italy. , 1996.
- STANLEY, D.R.; WILSON, C.A. Seasonal and spatial variation in the biomass and size frequency distribution of fish associated with oil and gas platforms in the northern Gulf of Mexico, p.123-153 in Stanley, D.; Scarborough-Bull, A. (eds.), **Fisheries, reefs, and offshore development.** Symposium of the American Fisheries Society, 36, Bethesda, 2003.
- STONE, R.B. **A brief history of artificial reef activities in the United States. Proceedings of an international conference on artificial reefs**, Houston, p. 24-27, 1974.
- STONE, R.B. **National Artificial Reef Plan.** NOAA Technical Memorandum NMFS OF-6. NMFS, NOAA, Washington, D.C., 83 p., 1985.
- STONE, R.B; MCGURRIN, J.M; SPRAGUE, L.M.; SEAMAN JR., W. Artificial habitats of the world: synopsis and major trends, in Seaman Jr.; Sprague, I.M. (eds.), **Artificial habitats for marine and freshwater fisheries.** Academic Press, 1991.
- TANYERI-ABUR, A.L.J.; JIANG, H. **Economic impacts of recreational activities and commercial fishing on the Texas gulf coast.** Texas Water Development Board, **Executive Summary**, Austin, 1998.
- TOMMASI, L.R. O espaço marinho, p.185-221 in Magalhães, L.E. **A questão ambiental**, São Paulo, 1994.
- WHITE, A.T.; CHOU, L.M.; SILVA, M.W.R; GUARIN, F.Y. **Artificial reefs for marine habitat enhancement in Southeast Asia. ICLARM Educ. Ser.**, Manila, v.1, p.1-45, 1990.
- WILKINSON, C. **The status of the coral reefs of the world.** Australian Institute of Marine Science, The Global Coral Reef Monitoring Network, **378 p.**, Townsville, 2002.
- YOUNG, C. Instant reefs. **FINS**, v.21, n.2, 1988.