

A SITUAÇÃO ATUAL DOS RECIFES ARTIFICIAIS INSTALADOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

The state of art of the artificial reefs installed on Ceará State's continental shelf (Brazil)

Raimundo Nonato de Lima Conceição¹, Wilson Franklin-Júnior²

RESUMO

O emprego dos recifes artificiais, como instrumento de manejo dos recursos pesqueiros, vem sendo uma alternativa para aumentar a produtividade em países onde a pesca marítima representa grande fonte de alimento e renda. Registros indicam o início dessa atividade há mais de 300 anos. Nos Estados Unidos, seu uso teve início por volta de 1830 e, na Austrália e França, datam de 1960. Nos anos 50, Cuba começou a utilizar recifes artificiais para ordenar as pescarias de lagostas por meio de estruturas feitas com troncos de palmeiras, pneus velhos e estruturas pré-fabricadas de concreto. Nos EUA, amplo programa de criação de recifes artificiais vem empregando estruturas desativadas de plataformas de petróleo. Na região Nordeste do Brasil, relatos indicam a tradição de construir estes pesqueiros como uma prática que vem sendo mantida há gerações por pescadores artesanais. Em algumas comunidades é comum a utilização de madeira, enquanto que em outras usam-se sucatas de automóveis e eletrodomésticos. Comparados a outros materiais, os pneus apresentam os menores custos de instalação e tempo de vida praticamente indefinido. O objetivo deste trabalho é fazer um diagnóstico da situação atual dos recifes artificiais instalados no Estado do Ceará, no sentido de descrever os principais materiais utilizados em sua construção, estimar as áreas ocupadas por suas estruturas nos locais de instalação e fornecer dados biológicos sobre as principais espécies encontradas em sua área de influência.

Palavras-chaves: recifes artificiais, produtividade biológica, biocenose, Estado do Ceará.

ABSTRACT

The use of artificial reefs as an instrument of fishing resources management has been seen as another alternative for the enhancement of marine fisheries in countries where fish production represents a great source of food and income. The first reports of the use of artificial reefs by man date over 300 years. In the United States it started around 1830, and in Australia and France in 1960s. In the 1950s Cuba started to use artificial reefs as a way to manage the lobster fishery by using structures made of palm tree trunks, old automobile tires and concrete pre-manufactured structures. In the United States a broad program of artificial reefs installation has been using obsolete structures once meant for oil exploitation. In the Northeast region of Brazil, reports indicate a certain tradition, among the artisanal fishermen population, to build a type of FAD (fishing aggregating device) as a practice that has been maintained and transmitted throughout fishermen's generations. In some fishing communities is very common the use of wood, while in others the usual items used are old cars and electric appliances. Compared to other items used in artificial reef construction, old automobile tires present not only the lowest installation costs but also the longest time duration. The present paper aims to evaluate, up to the present time, the situation of artificial reefs installed in Ceará State, as well as to identify their sites, describe the main materials that have been used and estimate the actual areas corresponding to these artificial reef structures.

Key words: artificial reefs, biological productivity, biocenosis, Ceará State, Brazil.

¹ Pesquisador-bolsista da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) no Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Av. da Abolição, 3207, Fortaleza, CE 60165-081, Brasil.

² Pesquisador do no Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Av. da Abolição, 3207, Fortaleza, CE 60165-081, Brasil.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os recifes artificiais representam um tema que vem sendo bastante discutido nas comunidades pesqueiras e no meio acadêmico do Estado do Ceará. Entre os pescadores, a questão principal são os trâmites legais para a viabilização de um projeto que venha a atender a maior parte possível dos pescadores locais, enquanto no âmbito acadêmico, as discussões referem-se aos aspectos ecológicos da ação de recifes artificiais em uma determinada área costeira. No Brasil, há décadas o assunto é comum entre os nativos das comunidades litorâneas, que ainda mantêm a tradição de instalar galhos de árvores amarrados em fardos no fundo do mar para provocar a agregação de cardumes de peixes com a oferta de refúgio e alimentação.

Em uma definição ampla dos recifes artificiais (RA), pode-se considerar que são estruturas criadas pelo homem e instaladas no fundo do mar com o objetivo principal de promover o incremento da produtividade pesqueira. O emprego dos recifes artificiais como um instrumento de manejo dos recursos pesqueiros vem sendo uma alternativa freqüente nos países onde a pesca marítima tem relevância como fonte de alimento e renda. Em geral, os RA são empregados por comunidades de pescadores artesanais pois, como as capturas nestes pesqueiros variam com a época do ano, torna-se pouco viável o envolvimento do setor industrial.

Registros indicam que os orientais iniciaram essa atividade há mais de 300 anos. Nos Estados Unidos, onde os RA tinham caráter principalmente recreativo, seu uso para fins comerciais teve início por volta de 1830 e, na Austrália e França, esta prática é mais recente, com iniciativas datando de 1960 (Meier, 1989). Na década de 50, Cuba começou a utilizar RA como uma ferramenta para ordenar as pescarias de lagostas, por meio de estruturas feitas a partir de troncos de palmeiras e pneus velhos (Claro & García-Arteaga, 1991), e estruturas pré-fabricadas de concreto, também empregadas na Austrália e Estados Unidos com o mesmo objetivo (Davis, 1985). Atualmente, nos EUA, um amplo programa de criação de RA vem empregando estruturas desativadas de plataformas de petróleo no ordenamento da pesca (Kasprzak, 1998).

O impacto da construção de recifes artificiais pode repercutir no ambiente de duas maneiras: (a) segundo a *teoria do incremento da produtividade*, que determina a verdadeira formação de biomassa a partir da colonização das estruturas submersas; (b) de acordo com a *teoria da simples agregação dos cardumes*, segundo a qual, em um primeiro momento, o efeito da

aglomeração de cardumes reflete um incremento na produtividade, mas em seguida mostra um decréscimo irreparável devido a sobrepesca (Polovina, 1991).

Em uma zona considerada despovoada, o aparecimento de peixes e crustáceos seguido da instalação de um RA indica a promoção de condições ambientais adequadas para alimentação e refúgio, com o estabelecimento de uma sucessão originada pelo acúmulo de nutrientes nas estruturas e, em seguida, das microalgas e larvas de pequenos organismos que servem de base aos consumidores primários e peixes carnívoros. Cook & Henschel (1984) mostraram a importância da primeira película formada por microrganismos para o estabelecimento de uma comunidade sobre estruturas de um recife.

No Brasil, várias pesquisas vêm gerando informações sobre a instalação de RA para auxílio à pesca e na conservação dos recursos pesqueiros da plataforma costeira. Na região Nordeste, relatos indicam a tradição de construir pequenos pesqueiros particulares (*marambais, pesqueiros ou caiçaras*), como uma prática que vem sendo mantida há várias gerações por pescadores artesanais através da aglomeração de diversos materiais lançados sobre o fundo marinho (Conceição *et al.*, 1997). Nas comunidades mais distantes dos centros urbanos é comum a utilização de madeira-de-mangue para a formação de novos pesqueiros no mar, enquanto que nas localidades mais habitadas, são usados os *materiais de oportunidade*, tais como sucatas de automóveis, eletrodomésticos e pneus velhos. Outros trabalhos destacam-se na pesquisa sobre o uso de recifes artificiais, como os publicados pelo IBAMA (1994) e por Lin *et al.* (1998) sobre atratores de superfície, e os estudos sobre estruturas submarinas de concreto de diferentes formas (Athiê, 1999; SUPERINTERESSANTE, 1999).

Vários estudos relatam o emprego de pneus como RA em diferentes quantidades e distintas formas de arranjo, como os modelos descritos por Parker *et al.* (1974) nos Estados Unidos; Pollard (1989) na Austrália; Tizol (1989) e Claro & Garcia-Arteaga (1991) em Cuba, e Chou (1991) no Japão. Os primeiros autores compararam dados de recifes artificiais construídos com diferentes materiais, e mostraram que os pneus representam os menores custos de instalação e tempo de utilidade praticamente indefinido.

Com relação ao uso desses materiais alternativos no Brasil, pneus velhos vêm sendo amplamente utilizados no Estado do Ceará na construção de RA visando o incremento da produtividade. O uso de pneus oferece um destino definitivo a esse material, evitando a disposição inadequada e conseqüente proliferação de doenças como o dengue, leptospirose e malária. Além disso, a incineração de pneus velhos

nos aterros sanitários que, apesar de ser proibida, é freqüentemente praticada, compromete a qualidade do ar nas grandes cidades devido à produção do composto cancerígeno dioxina.

A partir de um projeto piloto desenvolvido no litoral do Município de Fortaleza, em 1993, por técnicos do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (LABOMAR), foi criado o Grupo de Estudos de Recifes Artificiais (GERA), que passou a elaborar e coordenar projetos de instalação de RA no Estado do Ceará. Em geral, as iniciativas são oriundas de Associações e Colônias de pescadores ou Prefeituras de municípios costeiros, que buscam orientação técnica e apoio econômico para viabilizar a implantação de RA para a pesca artesanal.

O objetivo deste trabalho é fazer um diagnóstico da situação atual dos recifes artificiais instalados no Estado do Ceará, no sentido de descrever os principais materiais utilizados em sua construção, estimar as áreas ocupadas por suas estruturas nos locais de instalação e fornecer dados biológicos sobre as principais espécies encontradas em sua área de influência.

O "PROJETO RECIFES ARTIFICIAIS" NO CEARÁ

De acordo com os dados do Projeto Recifes Artificiais, até o momento foram implantados 30 recifes artificiais ao longo da costa do Ceará. Talvez devido uma maior articulação entre as Associações de pescadores a as Prefeituras Municipais, as localidades do litoral leste do Estado tiveram um maior número de RA implantados do que as do litoral oeste, como se pode ver na Figura 1.

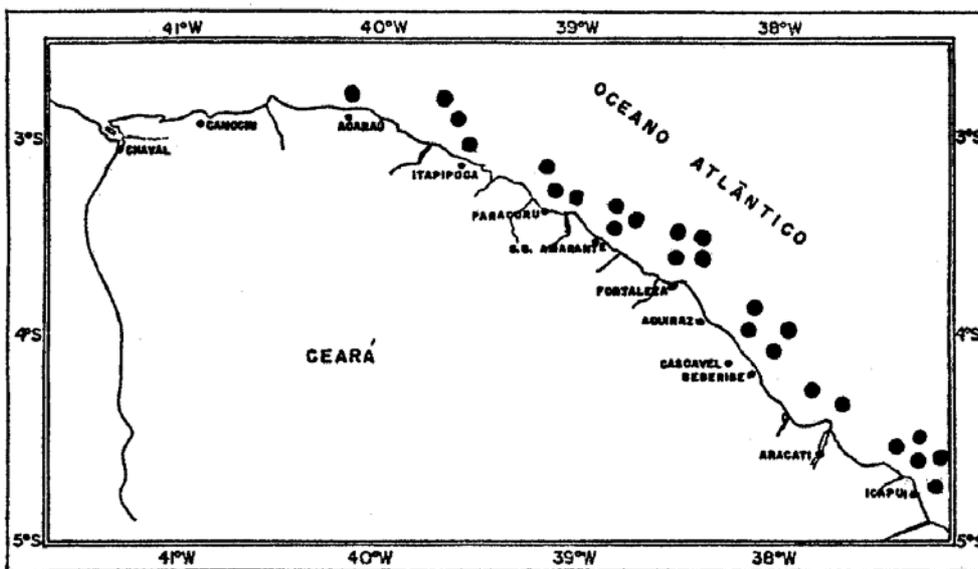


Figura 1 - Mapa do litoral do Estado do Ceará, mostrando as localidades de atuação do Projeto Recifes Artificiais no Ceará.

Um interessante trabalho realizado pela Secretaria da Agricultura e Reforma Agrária e a Cooperação Técnica Brasil-Alemanha através do Projeto Prorenda Rural diagnosticou os aspectos da pesca artesanal no litoral oeste do Estado. Entre os itens pesquisados, a utilização de RA (*marambais*) foi citada como um significativo instrumento de geração de emprego e renda para os pescadores artesanais naquelas localidades (Tahim *et al.*, 1996).

Outras atividades correlatas aos RA, ainda que de menor volume financeiro, foram os treinamentos realizados sobre o tema através Programa Estadual de Qualificação (PEQ) com os recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT). Um treinamento de 40 horas-aula foi elaborado com o objetivo principal de esclarecer a dinâmica da administração de um recife artificial no que se refere à escolha do local de sua implantação, as recomendações concernentes ao material a ser usado e, quais os aparelhos de pesca mais adequados para serem usados. O treinamento também incluía a preparação do material e instalação de um RA de pequeno porte na localidade assistida pelo curso.

Os principais materiais

O material que vem sendo mais utilizado na construção de RA no Ceará são pneus velhos de automóveis, com grande destaque durante a grande epidemia de dengue do Estado do Ceará, ocorrida entre os anos de 1993 e 1994, com o recolhimento de milhares de pneus através da campanha dirigida pela Fundação Nacional de Saúde (FNS). Após a divulgação do Projeto Recifes Artificiais, diversas instituições

buscaram orientação técnica para proporcionar novos locais de pesca com a utilização de material alternativo. A primeira grande demanda para instalação de RA partiu da prefeitura do Município de Itapipoca, através da qual foram instalados na Praia da Baleia em torno de 6.000 pneus distribuídos em três grandes estruturas modulares.

Em seguida, o GERA recebeu representação da Associação Comunitária da Barra da Sucatinga, Municí-

pio de Beberibe, que havia sido contemplada com um projeto associativo através do qual foram também instalados 6.000 pneus distribuídos em duas grandes estruturas. Também através de projetos associativos, os pescadores do Município de Icapuí mostraram interesse na capacitação de pessoal e na instalação de RA em sua zona costeira, mas adotando um modelo diferenciado pois, como o principal recurso pesqueiro daquela região é a lagosta, o objetivo desta medida foi criar um tipo específico de refúgio para crustáceos. No atendimento destas demandas, a capacitação de pescadores foi realizada através dos treinamentos do FAT/ PEQ, sendo executados pelo Centro de Treinamento e Desenvolvimento (CETREDE), enquanto que a instalação dos RA ficou a cargo dos projetos conduzidos pela Colônia de Pesca, chegando a serem implantados 10 pequenos recifes, cada um com aproximadamente 500 pneus.

A participação de empresas em atividades de instalação de RA pode ser exemplificada pelo apoio oferecido pela PETROBRÁS às solicitações da Prefeitura Municipal de Paracuru. A empresa cedeu aos membros da Associação de Pescadores da localidade de Barra um material classificado como sucata ferrosa, oriundo das atividades de reforma de plataformas de petróleo. O material era composto por estruturas metálicas tubulares e lastros de concreto em desuso, empregados para a fixação de bóias sinalizadoras. Ainda com o apoio da estatal, foi elaborado um vídeo de curta duração, onde é mostrada a história da construção de RA no Ceará, desde a retirada de madeira no mangue (simbolizando uma atividade do passado) até o recolhimento de pneus e construção das estruturas modulares que vêm sendo amplamente usadas nos dias de hoje.

O uso de embarcações desativadas na implantação de recifes artificiais tem despertando o interesse de algumas empresas, mas até o momento esta possibilidade não foi cogitada pelo GERA, pois o emprego desse tipo de material necessita de amplo planejamento dos pontos de vista legal e operacional. No âmbito legal, surgem as questões sobre a propriedade de possíveis embarcações abandonadas nas praias, que iriam provavelmente acarretar custos com indenizações para a viabilização de um projeto. No caso das manobras de retirada da praia e transporte de embarcações para um local escolhido, estas devem contar com meios adequados para oferecer segurança e o cumprimento das metas. Tentativas de afundamento de embarcações para a formação de pesqueiros representaram atividades de alto risco à navegação, devido à inadequação da metodologia empregada e falta de definição formal do local escolhido com esse objetivo.

RESULTADOS

O processo de colonização dos recifes

O processo de colonização dos RA vem sendo objeto de estudos específicos de vários autores, sendo que alguns dirigem seus estudos para o aspecto microscópico, com especial atenção à chamada comunidade inicial que se forma sobre diferentes substratos (Chalain & Cook, 1979; Henschel *et al*, 1990a/b), enquanto outros descrevem a colonização das estruturas dos RA a partir das espécies de valor comercial, como Pollard (1989), que comentam amplamente o uso de diversos materiais na Austrália, e Conceição (1997a), que apresentou o incremento da diversidade em RA de pneus no Estado do Ceará.

Nos RA formados por pneus no Ceará, o processo de colonização iniciou-se com a formação de pequenas concreções calcárias sobre as quais fixaram-se tufo de macroalgas, principalmente rodofíceas, e colônias de hidrozoários. Estudos da endofauna revelaram a presença de poliquetos e anfípodos, estes últimos associados às algas (Figura 2).



Figura 2 – Pneus instalados na costa da Barra da Sucatinga, Município de Beberibe (Ceará), mostrando a cobertura de algas e corais formada após 18 meses no fundo do mar.

Entre setembro de 1993 e março de 2001, foram instalados 30 recifes artificiais em diferentes municípios costeiros do Estado do Ceará, dentre os quais os recifes da Praia da Baleia (Itapipoca) e da Barra da Sucatinga (Beberibe) foram monitorados sistematicamente quanto à produtividade e à diversidade das espécies através do controle do desembarque pesqueiro. Os demais vêm sendo administrados diretamente pelas Colônias de Pesca ou Associações de pescadores.

Em termos de aumento da riqueza específica (S) os resultados do monitoramento da colonização dos RA da Praia da Baleia indicaram um incremento de 4 para 27 de espécies em um período de 19 meses.

Principais espécies

Como espécies predominantes foram consideradas aquelas que aparecem em um maior período de tempo durante o ano, como é o caso de ariacó, cavala, garajuba e biquara. Algumas outras espécies, porém, mesmo ocorrendo em um curto período no ano, não são menos importantes pois, além de cumprir seu papel na cadeia alimentar estabelecida no RA, também são destaque devido à grande importância comercial que representam para a região, como é o caso do camurupim, garoupa e sirigado. A partir da estimação da média aritmética (peso total dividido pelo número de peixes amostrados), pode-se observar um aumento do peso médio de algumas espécies ao longo do período em que os desembarques dos RA foram monitorados (Tabela I).

Tabela I – Número de indivíduos (n) e peso médio (kg) das espécies capturadas em recife artificial instalado na Praia da Baleia, Município de Itapipoca, Estado do Ceará, no período fevereiro/1995-julho/1996.

Espécies	Fev/95		Mai/95		Ago/95		Nov/95		Fev/96		Jul/96	
	n	kg	n	kg	n	kg	n	kg	n	kg	n	kg
Ariacó	41	0,22	149	0,44	209	1,05	429	1,09	736	1,07	486	0,45
Arraia	-	-	4	21,25	13	20,11	18	20,11	26	33,15	15	28,27
Beijupirá	15	7,67	19	6,03	33	6,76	38	9,82	64	10,30	53	12,74
Biquara	-	-	9	0,11	81	0,31	62	0,25	147	0,22	85	0,17
Camurupim	-	-	1	15,00	6	50,67	-	-	2	66,00	2	49,00
Canguito	-	-	16	0,13	-	36	0,17	6	0,15	70	0,24	0,24
Cangulo	-	-	-	28	0,36	37	0,38	4	1,00	65	0,38	0,38
Cavala	-	-	12	2,00	62	5,21	167	4,04	148	4,07	350	2,86
Cioba	-	-	-	6	2,42	1	3,08	-	-	-	-	-
Dentão	-	-	-	10	4,20	25	4,64	18	4,61	24	4,88	-
Galo	-	-	3	2,00	-	-	-	1	1,96	-	-	-
Garajuba	-	-	1	3,00	51	0,68	54	0,78	102	1,22	219	0,82
Garaximobra	-	-	-	55	2,44	-	-	-	-	-	-	-
Garoupa	-	-	-	2	5,25	-	-	-	-	-	-	-
Guaiúba	-	-	-	35	1,07	-	-	8	0,50	6	0,25	0,25
Lagosta	-	-	-	-	-	787	0,09	12	0,17	607	0,11	0,11
Macassa	-	-	-	16	0,13	46	0,16	21	0,17	59	0,14	0,14
Moreia	-	-	-	17	1,15	25	1,40	9	1,28	32	1,16	1,16
Pampo	-	-	10	0,50	-	-	-	-	-	2	0,45	0,45
Pargo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2,50	2,50
Paru	1	0,60	12	0,58	41	0,95	43	1,37	18	1,11	163	0,69
Polvo	-	-	-	3	0,90	-	-	-	-	-	-	-
Sardinha	-	-	-	-	-	200	0,13	115	0,10	575	0,12	0,12
Sirigado	-	-	-	1	7,00	-	-	-	-	-	-	-
Serra	-	-	-	14	0,86	-	-	-	-	-	-	-
Xaréu	-	-	-	4	8,00	9	6,72	8	11,75	14	5,79	5,79
Xira	20	0,08	79	0,15	75	0,11	80	0,19	38	0,18	172	0,10

Pode ser surpreendente, mas a ocorrência de lagostas é muito baixa devido ao hábito migratório desses crustáceos e, nas poucas vezes em que foram encontradas em RA, apresentavam-se no estágio juvenil, provavelmente em trânsito para outras regiões de crescimento.

O glossário das espécies identificadas nos recifes artificiais instalados pelo GERA, distribuídas entre as diversas famílias, se encontra na Tabela II.

DISCUSSÃO

Seguindo sugestões apresentadas em estudos anteriores (Betancourt *et al.*, 1984), os locais escolhidos para a instalação dos recifes artificiais sempre

Tabela II – Glossário das principais espécies encontradas nos recifes artificiais instalados no litoral do Estado do Ceará, segundo Lima (1969) e Lima & Oliveira (1978).

Família	Nome científico	Nome vulgar
Dasyatidae	<i>Gymnura micrura</i>	Arraia
Megalopidae	<i>Tarpon atlanticus</i>	Camurupim
Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i>	Sardinha
Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Serra
	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Cavala
Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	Garajuba
	<i>Caranx hippos</i>	Xaréu
	<i>Caranx latus</i>	Garaximborá
	<i>Selene vomer</i>	Galo
	<i>Trachinotus glaucus</i>	Pampo
Pomadasyidae	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Xira
	<i>Haemulon plumieri</i>	Biquara
	<i>Haemulon steindachneri</i>	Macassa
	<i>Ortopristis ruber</i>	Canguito
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	Cioba
	<i>Lutjanus jocu</i>	Dentão
	<i>Lutjanus purpureus</i>	Pargo
	<i>Lutjanus sinagris</i>	Ariacó
	<i>Lutjanus chrysurus</i>	Guaiúba
Serranidae	<i>Epinephelus morio</i>	Garoupa
	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Serigado
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	Paru
Balistidae	<i>Balistes vetula</i>	Cangulo
Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	Barbudo
Rachycentridae	<i>Rachycentron canadus</i>	Beijupirá
Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i>	Moréia
Palinuridae	<i>Panulirus argus</i>	Lagosta-vermelha
	<i>Panulirus laevicauda</i>	Lagosta-verde

foram áreas comprovadamente pobres em espécies de valor comercial, isto é, de muito baixa produtividade. Esta condição justifica o objetivo do projeto de criar novas áreas de pesca, induzindo a uma redistribuição da biomassa a partir da existente em lugares de pesca já conhecidos tradicionalmente e comprometidos pelo esforço de pesca desordenado. Chou (1991) comenta que “devido à competição das estruturas artificiais com as formações naturais, a colocação de recifes artificiais em bancos onde já existe uma riqueza biológica, causa mais danos ao ambiente do que sua instalação em lugares pobres”.

Mesmo atuando como *atratores artificiais*, de onde se esperam abundantes capturas, estes novos recifes são destinados a uma reduzida quantidade de beneficiários em cada comunidade. Para evitar a situação de sobrepesca dos estoques, o projeto estabelece a criação de vários outros pequenos recifes que atendam a diferentes grupos numa mesma comunidade.

O tamanho das áreas formadas pela distribuição dos módulos dos RA formados por pneus foi estimado através de coordenadas geográficas obtidas com o auxílio de um aparelho GPS. Mesmo considerando-as relativamente pequenas, em tais estruturas foram observados grandes cardumes de peixes que se

estendiam além de suas estruturas físicas. Myatt (1982, *in* Meier, 1989) comenta que a influência de um atrator artificial do tipo FAD pode chegar a um raio de até três milhas, enquanto a de uma plataforma de petróleo atinge apenas 10-18 m, apesar de sua grande extensão (Stanley & Wilson, 1998). No caso das estruturas de pneus, deve-se considerar que um RA apresenta maiores oportunidades de refúgio e alimentação, gerando maior produtividade biológica que em áreas naturais do fundo marinho com substrato arenoso e baixa diversidade específica. Deve-se também ressaltar a ocorrência de variações na abundância inicial decorrente da instalação de diferentes conjuntos de RA, de modo que a produtividade individual por embarcação não chega a ser incrementada de maneira espetacular. Esta afirmação é apresentada para deixar claro que os RA somente são efetivos quando explorados por pequenos grupos de beneficiários, daí a justificativa de que é mais viável implantar pequenas estruturas modulares em vez de realizar um grande esforço econômico para construir e administrar um RA de grandes proporções (Conceição *et al.*, 1997b).

No que se refere ao tempo de vida dos recifes de pneus instalados no mar, este material resiste por um período indeterminado no meio aquático. Ampla bibliografia foi consultada durante o planejamento deste projeto, onde foram encontradas referências de verdadeiros programas de construção de recifes artificiais com a utilização de pneus usados. Em países onde as leis que administram a pesca são bastante rigorosas como Austrália, Cuba, Estados Unidos e Japão, há vários anos vêm sendo desenvolvidos programas para a instalação de parques submarinos, com a realização de estudos sobre os aspectos ecológicos e econômicos envolvidos na implantação de RA.

A hipótese de contaminação a partir dos pneus é descartada por Pollard (1989) e Tizol (1989) pois, enquanto sua degradação leva dezenas de anos, a cobertura pelos organismos incrustantes ocorre muito mais rapidamente. Entre as características que estimulam o uso de pneus como recifes artificiais, a principal é que este material está disponível em grandes quantidades nos centros urbanos sem um destino final a curto prazo, com a vantagem de que pode ser adquirido quase sempre a custo muito baixo.

Outros materiais, como o concreto e estruturas de ferro na forma de sucatas, realmente parecem ser mais eficazes na atração de peixes que pneus velhos, mas representam custos bastante elevados, além de que a distribuição de grandes estruturas no fundo do mar não garante grandes concentrações de espécies (Brock & Norris, 1989; Chua & Chou, 1994).

Kasprzak (1998) descreve o uso de estruturas de plataformas de petróleo na construção de recifes

artificiais nos Estados Unidos e mostra que, há pouco mais de 20 anos, foram criados formalmente programas de instalação de RA com o emprego de sucatas da indústria petrolífera e navios desativados. Com referência ao uso de embarcações sucateadas na construção de RA, Pollard (1989) confirma a preocupação anteriormente mencionada, quando comenta que esta prática é comum na Austrália, onde os barcos em desuso são facilmente rebocados desde o porto até o ponto escolhido para afundamento, mas ressalta que se deve retirar completamente os resquícios de óleo bem como acessórios ou compartimentos que possam fazer o casco flutuar, evitando um risco ao meio ambiente e à navegação.

Em relação ao número de espécies comerciais encontradas, os resultados deste trabalho se equiparam aos obtidos em diversas pesquisas realizadas em outros países, onde também foram utilizados pneus agrupados em várias outras formas geométricas. Enquanto que em um período de 19 meses de monitoramento dos RA instalados pelo GERA foram encontradas 27 espécies de pescado, Brock & Norris (1989), nos Estados Unidos, citam a agregação de 28 espécies (± 9) como uma média entre 11 recifes de pneus construídos ao longo de 12 anos. Da mesma forma, Chua & Chou (1994) mostram graficamente um total de 32 espécies registradas em 1,5 ano em recifes de pneus instalados em Singapura. Em comparação com a eficiência de recifes de concreto, a maior ocorrência de indivíduos de pequeno porte (juvenis e subadultos) em recifes de pneus é um processo importante para o estabelecimento de uma nova comunidade na área, pois os juvenis sobreviventes da seleção natural formarão um estoque próprio do recife artificial, como base da cadeia predatória. Stone *et al.* (1979) sugerem que a ocorrência de espécies transitórias pode indicar a função de berçários para espécies pelágicas na dinâmica dos recifes artificiais. Betancourt *et al.* (1984) consideram que os recifes de pneus reduzem a mortalidade natural e estimulam o recrutamento por juvenis que não encontram disponibilidade de alimento ou proteção nos recifes naturais e que, por isso, estão em excesso com relação à sua capacidade de auto-manutenção.

Estudando a colonização de recifes artificiais, Bortone *et al.* (1997) relacionaram este processo com o tipo de material empregado na construção dos RA e os fatores ambientais registrados nos novos pesqueiros formados através de uma análise de correspondência canônica. Distância da costa e profundidade são aqueles que mais influenciam na distribuição e abundância das espécies, motivo por que vêm sendo considerados pelo GERA como os principais parâmetros no processo decisório para a instalação de RA no Ceará.

A ocorrência de espécies de peixes de pequeno porte e de baixo valor comercial como xira, parú, cangulo, macassa e canguito, reflete a restrição do espaço físico disponível a indivíduos maiores nas estruturas dos pneus. O aparecimento estacional de beijupirá, camurupim, garajuba e xaréu é atribuído ao hábito pelágico destas espécies, que nadam na coluna d'água acima dos recifes em busca de peixes menores como alimento.

Ao questionar a ocorrência de cardumes, Bohnsack (1989) propõe cinco mecanismos que explicam o aumento da produção de biomassa total após a instalação de RA em uma determinada área: (1) promoção de alimento adicional; (2) aumento da eficiência alimentar; (3) promoção de substrato para predação; (4) promoção de habitat para recrutamento; (5) aumento da produção de ambientes de recifes naturais. De uma maneira mais ampla, Polovina (1991) relata que situações distintas podem ocorrer na forma de impacto após a instalação de recifes artificiais numa determinada área: (1) antes da implantação do recife artificial, a captura tem a mesma proporção que o esforço, representando em torno de 1/3 da biomassa total; (2) quando os recifes artificiais apenas redistribuem a biomassa explorada tornando mais fácil as capturas; assim, as mesmas capturas podem ser obtidas com menor nível de esforço; (3) quando os recifes artificiais incrementam a biomassa explorável, mas mantêm a biomassa total; maiores capturas podem ser obtidas com maiores níveis de esforço, sem a redução da taxa de capturas, considerando-se que não ocorra sobrepesca do recrutamento; (4) quando os recifes artificiais incrementam a biomassa total os níveis de todas as variáveis aumentam, exceto em (1).

Nos países onde a atividade pesqueira em recifes artificiais é programada, estas distintas situações devem ser acompanhadas e analisadas por especialistas (administradores de pesca), que devem saber como tomar decisões e aplicar medidas para manter a viabilidade destes empreendimentos.

CONCLUSÕES

Tendo-se como base o período de oito anos desde a criação do GERA (1993-2001) e referindo-se aos RA que foram instalados pelo grupo de trabalho seguindo sempre a mesma metodologia, as seguintes conclusões podem contribuir para orientar as futuras atividades do projeto:

1. Uma demanda para a criação de novos pesqueiros com recifes artificiais deve ser discutida em todos

os seus aspectos na comunidade, com apresentação detalhada da metodologia a ser seguida, pelos técnicos responsáveis, indicando a importância de cada etapa e o papel de cada um na execução do projeto. Nestas reuniões é importante fazer os participantes entenderem que esta iniciativa somente terá sucesso se for vista como um investimento de caráter comunitário.

2. É interessante realizar atividades de capacitação sobre os fundamentos técnicos, ecológicos, econômicos e sociais dos recifes artificiais, apresentando os motivos da escolha adequada do local de instalação, as relações dos organismos colonizadores dos RA com os antigos habitantes do local escolhido, os processos de pesca nestes novos pesqueiros, o processo de comercialização e o gerenciamento da produção de pescado.
3. É importante reiterar à comunidade a importância de um programa de monitoramento dos RA ao longo de um certo período pois, apesar de esta ser uma atividade de caráter técnico, os membros da comunidade podem participar em seu acompanhamento.

Agradecimentos - O autor apresenta seus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e diretamente agradece aos pesquisadores Francisco Pereira da Costa, pela tradução do resumo, e Norma Pinheiro Dantas, pelas atividades de identificação das espécies de algas, e aos membros da tripulação do B. Pq. *Prof. Martins Filho*, que participaram ativamente do Projeto Recifes Artificiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Athiê, A. A. R. Colonização de peixes em recifes artificiais na enseada do Saco Grande, canal de São Sebastião, litoral norte do estado de São Paulo. Informativo CIRM, v.11, n.1, p. 14, Brasília, 1999.
- Bailey-Brock, J.H. Epifaunal colonization and community development on an artificial reef in Hawaiian waters. *Bull. Mar. Sci.*, v. 41, n.2, p. 633-643, 1987.
- Betancourt, C. A.; Sansón, G. G. & Montes, C. A. Primeras etapas en la colonización de refugios artificiales. I - Composición y conducta de las comunidades de peces. *Rev. Invest. Mar.*, v.5, n.3, p. 77-89, 1984.
- Bohnsack, J. A. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference? *Bull. Mar. Sci.*, v.44, n.2, p. 631-645, 1989.

- Bombace, G. Artificial reefs in the Mediterranean Sea. *Bull. Mar. Sci.*, v.44, n.2, p. 1023-1032, 1989.
- Bortone, S. A.; Turpin, R. K.; Cody, R. C.; Bundrick, C. M. & Hill, R. B. Factors associated with artificial-reef fish assemblages. *Gulf Mex. Sci.*, v.1, p.17-34, 1997.
- Brock, R. E. & Norris, J. E. An analysis of the efficacy of four artificial reef designs in tropical waters. *Bull. Mar. Sci.*, v. 44, n. 2, p. 934-941, 1989.
- Buickley, R. A debate on responsible artificial reef development. Part II - Artificial reefs should only be built by fishery managers and researchers? *Bull. Mar. Sci.*, v.44, n.2, p. 1054-1056, 1989.
- Chua, C. Y. Y. & Chou, L. M. The use of artificial reefs in enhancing fish communities in Singapore. *Hydrobiologia*, n. 285, p. 177-187, 1994.
- Chou, L. M. Some guidelines in the establishment of artificial reefs. *Trop. Coast. Area Manag.*, p. 4-5, 1991.
- Claro, R. & García-Arteaga, J. P. *Perspectivas para un programa de hábitats artificiales para peces en la plataforma cubana*. Editorial Academia, 43 p., Havana, 1991.
- Cook, P. A. & Henschel, J. R. *The importance of a primary film of microorganisms on the subsequent establishment of a macrofouling community*. 6th International Congress on Marine Corrosion and Fouling, 1984.
- Conceição, R. N. L. *Arrecifes artificiais para a agregação de peixes e invertebrados de valor comercial*. Resumos do 5º Congresso Nordeste de Zoologia, Natal, 1993.
- Conceição, R. N. L.; Marinho, R. A. & Franklin-Júnior, W. *Arrecifes artificiais: un incremento en la producción en comunidades pesqueras del Estado de Ceará (Brasil)*. V Congreso de Ciencias del Mar, Mar del Plata, 1995.
- Conceição, R. N. L.; Franklin-Júnior, W. & Braga, M.S.C. *Recifes artificiais: um incremento na produtividade em comunidades costeiras do Estado do Ceará*, p. 99-112 in Fonteles-Filho, A.A. (ed.), *Anais do Workshop Internacional sobre a Pesca Artesanal*, 170 p., Fortaleza, 1997a.
- Conceição, R. N. L.; Franklin-Júnior, W. & Braga, M. S. C. *Arrecifes artificiais 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, 1997b.
- Conceição, R. N. L. & Monteiro-Neto, C. Recifes artificiais marinhos. *Rev. Biotec. Ciên. Desen.*, n.6, p. 14-17, 1998.
- Conceição, R. N. L.; Franklin Jr., W. & Braga, M. S. C. *Recifes artificiais: uma alternativa para a administração da pesca artesanal*. I Conferencia Internacional de Ministros da Pesca de Países de Língua Portuguesa, Ministério da Agricultura, Salvador, 1998.
- Chalain, T. M. B. & Cook, P. The initial stages of biological settlement on artificial substances in the sea. *Proc. Elec. Micr. Soc. South. Africa*, v.9, p. 21-22, 1979.
- Christian, R.; Steimle, F. & Stone, R. Evolution of marine artificial reef development: a philosophical review of management strategies. *Gulf Mex. Sci.*, n.1, p. 32-36, 1998.
- Cruz, R.; Brito, R.; Díaz, E. & Lalana, R. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. I - Colonización de arrecifes artificiales. *Rev. Invest. Mar.*, Havana, v. 7, n.3, p. 3-17, 1986.
- Davis, G. E. Artificial structures to mitigate marina construction impacts on spiny lobster, *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci.*, v. 37, n.1, p. 151-156, 1985.
- Henschel, J. R.; Cook, P. A. & Branch, G. M. The colonization of artificial substrata by marine sessile organisms in False Bay. 1. Community development. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, n. 9, p. 289-297, 1990a .
- Henschel, J. R.; Branch, G. M. & Cook, P. A. The colonization of artificial substrata by marine sessile organisms in False Bay. 2- Substratal material. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, n. 9, p. 299-307, 1990b .
- IBAMA/CEPENE - Atradores artificiais na Paraíba. *Inf. CEPENE*, Tamandaré, n.11, 1994.
- Kasprzak, R.A. Use of oil and gas platforms as habitat in Louisiana's Artificial Reef Program. *Gulf Mex. Sci.*, n.1, p. 37-45, 1998.
- Lima, H. H. Primeira contribuição ao conhecimento de nomes vulgares de peixes marinhos do Nordeste brasileiro. *Bol. Ciên. Mar*, Fortaleza, n. 21, p. 1-21, Fortaleza, 1969.
- Lima, H. H. & Oliveira, A. M. E. Segunda contribuição ao conhecimento dos nomes vulgares de peixes marinhos do Nordeste brasileiro. *Bol. Ciên. Mar*, Fortaleza, n.29, p. 1-26, Fortaleza, 1978.
- Lin, C. F.; Albanez, F. F. & Peruzzo, A. Atradores artificiais para a pesca pelágica. *Infor. CIRM*, Brasília, v. 10, n.2, p. 1-16, 1998.
- Meier, M. H. A debate on responsible artificial reef development. Part I. In support of public and private sector artificial reef building. *Bull. Mar. Sci.*, v.44, n.2, p. 1051-1054, 1989.

- Nelson, J. S. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons, Inc.. 3rd edition, 601 p., New York, 1994.
- Parker Jr, R. O.; Stone, R. B.; Buchanan, C. C. & Steimle Jr., F. W. How to build marine artificial reefs? *Fishery Facts*, n.10, p. 1-35, 1974.
- Pollard, D. Artificial habitats for fisheries enhancement in the Australian region. *Mar. Fish. Rev.*, v.51, n.4, p. 11-26, 1989.
- Polovina, J. J. Fisheries applications and biological impacts of artificial habitats, p. 153-176, in *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*, Academic Press, 1991.
- Stanley, D. R. & Wilson, C. A. Spatial variation in fish density at three petroleum platforms as measured with dual-beam hydroacoustics. *Gulf Mex. Sci.*, n.1, p. 73-82, 1998.
- SUPERINTERESSANTE. Condomínios para peixes, p. 37-41, 1999.
- Stone, R. B.; Pratt, H. L.; Parker Jr., P. O. & Davis, G. F. A comparasion of fish population on an artificial and natural reef in the Florida Keys. *Mar Fish. Rev.*, n. 41, p. 1-11, 1979.
- Tahim, E. F.; Damaceno, M. N. & Heimpel, C. *Perfil da pesca artesanal no litoral oeste do Estado do Ceará. Diagnóstico, problemas e saídas*. Governo do Estado do Ceará, Prorenda Rural – CE, 149 p., Fortaleza, 1996.
- Tizol, R. Manual de arrecifes artificiales de neumáticos. *Rep. Téc. Centr. Invest. Pesq.*, Havana, n. 8, p. 1-27, 1989.
- Turner, C. H.; Ebert, E. E. & Given, R. G. Man-made reef ecology. *Fish. Bull.*, Sacramento, n. 146, p. 1-221, 1969.