



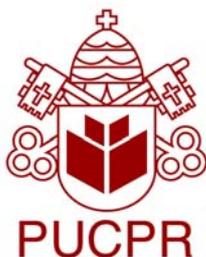
**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ**  
**Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia**  
**Curso de Engenharia Ambiental**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO  
PROGRAMA RECIFES ARTIFICIAIS MARINHOS DO  
PARANÁ – PROGRAMA RAM**

**RAQUEL PIZZATTO**

**CURITIBA, PR**

Junho/ 2004



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Curso de Engenharia Ambiental

# **AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO PROGRAMA RECIFES ARTIFICIAIS MARINHOS DO PARANÁ – PROGRAMA RAM**

**RAQUEL PIZZATTO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de  
Engenharia Ambiental do Centro de  
Ciências Exatas e de Tecnologia da  
Pontifícia Universidade Católica do  
Paraná, sob orientação do **Prof.  
Adalberto Egg Passos.**

**CURITIBA, PR**

Junho/ 2004

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	IV
<b>RESUMO</b> .....	V
<b>ABSTRACT</b> .....	VI
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	VII
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	VIII
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVO</b> .....	7
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	8
3.1 Fundamentação teórica .....	8
3.2 Localização do empreendimento no litoral do estado do Paraná .....	17
3.3 Produção / Implantação de estruturas .....	19
3.4 Caracterização da área de implantação .....	32
<b>4 MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	45
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	48
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	57

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho representa o esforço do nosso curso de Engenharia Ambiental, onde o agradecimento deve ser registrado para todos os que conseguiram concretizá-lo, desde o corpo docente e discente, até a equipe de trabalho que mantém a PUC e sua estrutura de funcionamento. Em especial, para este TCC, quero registrar meu agradecimento à equipe do Instituto ECOPLAN, através do seu superintendente Fabiano P. Brusamolin, não só por terem aberto a instituição e seu conhecimento a meu trabalho, mas também por terem realizado um dos projetos mais amplos e magníficos do setor ambiental na atualidade, com muito esforço e dedicação da equipe. Um agradecimento a meus colegas de classe, em especial a Thaís Proença que sempre esteve ao meu lado. Aos professores, o agradecimento pela compreensão e dedicação.

## RESUMO

O Programa de Recifes Artificiais Marinhos do Paraná – Programa RAM, é o maior programa de recifes artificiais da América Latina, e hoje conta com mais de 2.000 estruturas de concreto instaladas entre as ilhas de Currais e Itacolomis. Estes substratos submersos artificialmente no ambiente marinho são rapidamente colonizados por uma comunidade de algas e animais sendo semelhante ou até mais rica em biodiversidade do que os substratos naturais rochosos adjacentes, promovendo a conservação de espécies marinhas e vegetais da região costeira. O Brasil tem condições adequadas para estes assentamentos de recifes artificiais em sua plataforma da qual falta substratos adequados para a fixação de algas e a criação de pastagens naturais, bem como ambientes de proteção e nichos específicos para a atração de organismos bentônicos e pelágicos normalmente só encontrados nos substratos rochosos costeiros, que são gerados através do Programa RAM / PR. Objetivo: Avaliando os sistemas recifais já implantados no litoral paranaense, que se transformaram em áreas de proteção para espécies ameaçadas, como o Mero (*Epinephelus itajara*), este trabalho pretende consolidar informações, permitindo maior compreensão do Programa, aliando a possibilidade de aprofundar sua utilização e/ ou ajustar metodologias e procedimentos e ainda avaliar seus impactos negativos e/ ou positivos. Metodologia: O Programa RAM já possui imenso material de pesquisa e dados disponíveis, o que necessitou uma sistematização destes dados para a avaliação de impactos que foram avaliados através do Método de GUT (gravidade, urgência e tendência). Resultados: os impactos avaliados se encontram nas operações de construção e instalação dos RAM's, e não indicam restrições ou tendência para aplicação dos Princípios da Prevenção ou da Precaução. Conclusão: Através de uma avaliação de impactos ambientais, pudemos comprovar que o Programa é uma tecnologia e atividade sustentável por ser ecologicamente equilibrada, economicamente viável e socialmente justa.

## ABSTRACT

The program of Artificial Ocean Reefs of Paraná – RAM – is the biggest program of artificial reefs of Latin America, and today it embraces more than 2.000 concrete structures installed between the Currais and Itacolomi Islands. Those substratum artificially immersed in the sea environment are quickly colonized by a community of algae and other animals being similar or even richer in biodiversity than the adjoining natural rocky substratum, thus promoting the sea species preservation, animals and vegetals, of the coastal region. Brazil has the adequate conditions to install those artificial reefs in its platform that lacks adequate substratum to hold algae and to provide natural pasture as well as protection environment and specific niches that could attract benthonic and oceanic organisms that usually are only found in the rocky coastal substratum that can be generated through AOR Program. Objective: Through the evaluation of the reef systems already set up in the Paraná coast that became protection areas for the species in danger, such as the big jewfish (*Epinephelus itajara*), this report intend to consolidate informations, allowing to a better understanding of the program, offering the possibility of making a deep study of its employment and/or adjust the methodologies and proceedings and even evaluate its negative and/or positive impacts. Methodology: The Program RAM having a great amount of research and data already available obliged its systematization to evaluate their impacts by using the methods of GUT (Gravity, Urgency, Tendency). Results: the evaluated impacts through the construction and installation operations of the RAM's indicate no restriction or drift for the use of Prevention or Precaution Principles. Conclusion: Through the evaluation of environment impacts, we could prove that the program is featured by sustainable technology and activity because they are ecologically balanced, economically feasible and socially fair.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Recifes Artificiais Marinhos .....	01
<b>Figura 1.2</b> Mero abrigado no Recife Artificial do Programa RAM .....	03
<b>Figura 2.1</b> Mero na área do Recife Artificial do Programa RAM .....	07
<b>Figura 3.1.1</b> Planta 3D da área de localização dos Recifes .....	13
<b>Figura 3.1.2</b> Rede de arrasto presa nos Recifes .....	14
<b>Figura 3.2.1</b> Carta Náutica com a localização do polígono entre as ilhas de Currais e Itacolomis .....	18
<b>Figura 3.2.2</b> Planta 3D (croqui de instalação dos grupos recifais) .....	18
<b>Figura 3.3.1</b> Modelo Reef Ball .....	19
<b>Figura 3.3.2</b> Molde de fibra de vidro .....	20
<b>Figura 3.3.3</b> Modelo Quadrilátero .....	21
<b>Figura 3.3.4</b> Modelo Tronco de cone .....	21
<b>Figura 3.3.5</b> Aspecto da área de armazenamento e cura de recifes artificiais à céu aberto .....	23
<b>Figura 3.3.6</b> Ilustração do esquema de distribuição das estruturas na balsa de transporte .....	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 5.1.</b> Priorização do Método de GUT .....	49
<b>Tabela 5.2.</b> identificação e valoração dos impactos do RAM / Método GUT	50
<b>Tabela 5.3.</b> identificação e valoração dos impactos do RAM / Método GUT (Meio Físico) .....	51
<b>Tabela 5.4.</b> identificação e valoração dos impactos do RAM / Método GUT (Meio Biológico) .....	52
<b>Tabela 5.5.</b> identificação e valoração dos impactos do RAM / Método GUT (Meio Antrópico) .....	53
<b>Tabela 5.6.</b> identificação e valoração dos impactos do RAM / Método GUT	54



## 1. INTRODUÇÃO

Recifes Artificiais Marinhos (figura 1.1) são estruturas rígidas de grande porte, normalmente concreto ou materiais obsoletos de indústrias (carcaças de navio, plataformas de petróleo desativadas, pneus, etc.), que quando submersas propositalmente ou por acidente no meio aquático marinho servem de substrato para o desenvolvimento da fauna e flora típicas dos ambientes rochosos.



**Figura 1.1.** Recifes Artificiais Marinhos.  
Fonte: ECOPLAN (Ong paranaense), 2002.

Do ponto de vista estrutural, o termo "recife" é impróprio tendo em vista a natureza não biológica do substrato. Entretanto, desde que tenham tamanho e forma adequados e estejam submetidas a condições ambientais que não restrinjam o crescimento dos organismos, o resultado final da colonização biológica de estruturas submersas artificialmente, assemelha-se às comunidades encontradas em recifes naturais, costões rochosos do infralitoral, parcéis e lajes submersas.

Substratos rígidos submersos em ambientes marinhos são rapidamente colonizados por uma comunidade de algas e animais. A comunidade biológica que coloniza estruturas submersas artificialmente, tais como pilares de piers, colunas e fundações de plataforma de petróleo, carcaças de navios afundados, etc. é

semelhante ou mesmo mais rica em biodiversidade do que os substratos naturais rochosos adjacentes.

Espécies marinhas animais e vegetais da região costeira ficam mais protegidas nas estruturas de RAM's do impacto do homem em especial, mais protegidos contra a pressão de pesca, especialmente a pesca de arrasto, executada no Paraná por embarcações pesqueiras industriais de outros estados, de maneira indiscriminada e sem sustentabilidade.

Tendo em vista a crescente preocupação com o declínio sofrido na população de varias espécies de peixes e outros organismos marinhos, e de espécies raras como os Meros *Epinephelus itajara*, está sendo implantado no Paraná o Programa RAM – Recifes Artificiais Marinho, pela ONG Instituto ECOPLAN, em cooperação com entidades de ensino, pesquisa, empresas e demais interessados.

Este programa utiliza técnicas indicadas como as mais adequadas através do uso de estruturas de concreto devidamente estabilizado, e já é reconhecido por seus resultados, sendo fundamental avaliar seu efetivo impacto ambiental.

Considerando-se as inúmeras espécies afetadas, neste trabalho será dado ênfase aos Meros, por sua importância como bioindicador, ao longo de toda sua distribuição, um peixe que atinge as maiores proporções dentro das espécies da família Serranidae (ex. garoupa, badejo, cherne) podendo chegar a mais de 300Kg de peso total. Este fator, acrescido ao crescimento lento, hermafroditismo protogínico (nascem fêmeas e sofrem transformação posterior), formação de agregados reprodutivos e idade de primeira maturação elevada, destacam a espécie como altamente susceptível a sobrepesca. Aliado aos fatores preocupantes de sua biologia está o alto valor de mercado por espécies da família Serranidae, que causa uma grande procura por estes peixes. Encontrando-se incluída na Lista Vermelha como Espécie Ameaçada de Extinção também na categoria de "Criticamente em Perigo". O Mero é hoje, o primeiro peixe da biodiversidade marinha brasileira a receber um mecanismo nacional legal de proteção. Os recifes artificiais servem para criar artificialmente ecossistemas adequados a sobrevivência desta espécie tornando-se uma excelente área residencial para os Meros (figura 1.2).



**Figura 1.2.** Mero abrigado no Recife Artificial do Programa RAM.

Fonte: ECOPLAN, 2003.

O Programa de Recifes Artificiais Marinhos do Paraná – Programa RAM, é o maior programa de recifes artificiais da América Latina, e hoje conta com mais de 2.000 estruturas de concreto instaladas entre as ilhas Itacolomis e Currais, além dos dois únicos naufrágios controlados executados de maneira ambientalmente correta no Brasil, e as varias coletas de dados e informações disponíveis permitem a avaliação pretendida neste TCC.

A *médio prazo*, o projeto trouxe os seguintes benefícios ecológicos e sócio-econômicos:

- Aumento e conservação da biodiversidade marinha;
- Aumento da Biomassa Pesqueira;
- Controle da pesca predatória e criação de corredores de pesca;
- Pesca desportiva;
- Turismo ecológico e paisagismo submarino;
- Aquacultura em condições naturais;
- Pesquisa científica;

Sendo:

**- Aumento e conservação da biodiversidade marinha;**

Espécies marinhas animais e vegetais da região costeira ficam permanentemente conservadas em áreas dos RAM's protegidas do impacto do homem.

**- Aumento da biomassa pesqueira;**

O aumento de ambientes de proteção e de nichos ecológicos específicos resultantes da implantação desses atratores artificiais, trouxe benefícios, a *curto prazo*, para a atividade pesqueira local, devido ao aumento da biomassa de organismos de importância comercial que encontram nessas estruturas condições de abrigo contra predadores e alimento abundante devido ao acréscimo de algas e outros organismos.

**- Controle da pesca predatória e criação de corredores de pesca;**

O arrasto para pesca de fundo será evitado ao redor dos recifes, pois os mesmos danificam as redes. A pesca é viabilizada nos "corredores de pesca" inter-recifais, com melhor rendimento devido ao aumento da produção biológica nesses setores, em decorrência da proximidade dos recifes submersos. Os corredores de pesca foram implantados no sentido paralelo à costa, sendo liberados em rodízio, permitindo a recuperação dos estoques de fundo naqueles já explorados anteriormente.

**- Pesca desportiva;**

Atividade intensamente praticada em nossa costa, porém com resultados piores a cada dia, obrigando os proprietários de barcos a se deslocarem até mesmo para outros estados em busca de melhor sorte. Com a implantação dos recifes artificiais, aumentou a *curto prazo* a captura de peixes, em volume e qualidade, tornando a pesca desportiva muito mais produtiva, estimulando o aumento de embarcações e atividades correlatas.

**- Turismo ecológico e paisagismo submarino;**

Em áreas afastadas da costa, onde a transparência da água mantém-se em níveis satisfatórios para o mergulho autônomo durante todo o ano, cria-se a possibilidade de se mergulhar em ambientes protegidos e biologicamente ricos, como é o caso de estruturas submersas naturais, o que é muito atraente para a indústria do ecoturismo. A decoração de um fundo submarino, visualmente desértico como na plataforma arenosa, através do posicionamento estratégico das estruturas de concreto, pode ser utilizada como ferramenta útil para a criação de trilhas e paisagens submarinas a serem exploradas com grande visibilidade e segurança durante o mergulho autônomo.

**- Aquacultura em condições naturais;**

Além da atração de peixes de várias espécies, diversas práticas de cultivo “in situ” de organismos de valor comercial poderão ser implementadas com o assentamento das estruturas de concreto, tais como a criação de moluscos e crustáceos.

## 2. OBJETIVO

O presente TCC, trabalho de conclusão do curso, tem a função de apresentar resultados positivos e/ou negativos através da avaliação dos impactos ambientais dos recifes artificiais marinhos

Avaliando os sistemas recifais já implantados no litoral paranaense que se transformaram em áreas de proteção para espécies ameaçadas, como os Meros (Figura 2.1), este trabalho pretende consolidar informações, permitindo maior compreensão do programa, aliando ainda a possibilidade de aprofundar sua utilização e/ou ajustar metodologias e procedimentos e ainda avaliar seus impactos negativos e/ou positivos.



**Figura 2.1.** Mero na área do Recife Artificial do Programa RAM.  
Fonte: ECOPLAN, 1999.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

##### Plataforma brasileira

A plataforma brasileira é dominada por águas quentes de superfícies, portanto menos densas e pobres em nutrientes, transportadas pela Corrente do Brasil desde a região nordeste, e águas frias, portanto mais densas e ricas em nutrientes, que dominam o assoalho da plataforma continental (Emilsson, 1959, 1961; Matsuura, 1986; Brandini, 1990; Brandini et al., 1989). Devido à baixa produtividade pelágica (Brandini, 1990) e à quantidade limitada de estoques pesqueiros (Matsuura, 1995), a economia brasileira tem pouca contribuição da pesca de plataforma, ao contrário dos países situados ao lado direito dos oceanos, banhados por correntes frias e ricas em nutrientes e de grande produção pesqueira. Entretanto, esse quadro de pobreza em biomassa pesqueira em grande escala em nossa costa pode ser minimizado, ou parcialmente revertido, aproveitando-se as concentrações de nutrientes mais elevadas que ocorrem no assoalho submarino, mesmo com condições de baixa luminosidade. Assim como a agricultura busca espécies que se adaptam ao tipo de clima e solo disponíveis, a produção biológica submarina na plataforma brasileira, pode ser incrementada fomentando-se o crescimento natural de microalgas epilíticas e macroalgas adaptadas à baixa intensidades de luz, temperatura e concentrações adequadas de nutrientes. Essas algas representam o alimento essencial de várias espécies de animais ( larvas e adultos).

As condições ambientais no assoalho da plataforma já estão presentes faltando no entanto o substrato adequado para a fixação de algas e a criação de pastagens naturais, bem como ambientes de proteção e nichos específicos para a atração de organismos bentônicos e pelágicos normalmente só encontrados nos substratos rochosos costeiros, que são gerados através do projeto RAM/PR.

A Plataforma rasa do Estado do Paraná é limitada por habitat disponível para a fauna benthica incrustante, devido às seguintes características:  
grande abundância e diversidade de larvas meroplanctônicas (fazem parte da plâncton somente durante uma fase de suas vidas) durante todo o ciclo sazonal;  
grandes extensões de substrato arenosos não consolidado em relação aos raros

pontos de substrato rígido; a riqueza da fauna epilítica colonizando habitats artificiais em pouco tempo de submersão. (ECOPLAN, 1999).

No caso específico do Paraná, um Programa de Recifes Artificiais aumenta de relevância, em função do tamanho reduzido de sua costa, pobre em estruturas marinhas submersas e com grande comprometimento de sua disponibilidade produtiva. Nosso estado está exposto à sobrepesca executada pelos estados vizinhos em nossa plataforma, que possuem frota pesqueira industrial, competindo diretamente com os pescadores paranaenses, que utilizam técnicas tradicionais de pesca, de maneira basicamente artesanal. Em nossa costa os Recifes Artificiais interagem com o potencial das massas de águas ricas que banham o assoalho da plataforma continental e com a enorme produção de larvas que ocorre nas Baías de Paranaguá e Guaratuba, gerando um aumento de biomassa pesqueira no local de sua implantação.

### **Recifes Artificiais Marinhos**

Desde os primórdios da civilização a submersão de substratos duros em áreas costeiras vem sendo praticada, criando ambientes artificiais de colonização biológica para exploração de recursos pesqueiros. O cultivo de moluscos marinhos (ostras, mariscos) e de algas do gênero *Porphyra* e *Laminaria* baseia-se no mesmo princípio e tem sido aplicado com sucesso principalmente em países asiáticos (Mottet, 1986), e na região sul do Brasil (Estado de Santa Catarina), onde a maricultura teve um crescimento enorme nos últimos 6 anos, utilizando o mesmo princípio de ambientes artificiais.

Substratos rígidos submersos em ambientes marinhos são rapidamente colonizados por uma comunidade de algas e animais. A comunidade biológica que coloniza estruturas submersas artificialmente, tais como pilares de piers, colunas e fundações de plataforma de petróleo, carcaças de navios afundados, etc. é semelhante ou mesmo mais rica do que os substratos naturais rochosos adjacentes.

A implantação de um sistema de Recifes Artificiais representa um conjunto de atividades que visa à remodelagem do fundo marinho com a fixação de estruturas rígidas de grande porte de diversas origens tais como blocos rochosos, dejetos industriais e de construção civil ou estruturas especialmente confeccionadas

(Duclerc e Duval, 1986). Atualmente, os países como Japão, Taiwan, Canadá, Estados Unidos, França e Portugal são líderes na prática de manejo costeiro através da implantação desses “recifes” com objetivos diversos, seja como proteção do fundo marinho contra o arrasto predatório das redes de pesca, ou como atratores artificiais de comunidades biológicas visando o aumento da pesca local. São métodos simples de recuperar e aumentar a diversidade biológica em regiões costeiras impactadas pela ação antropogênica, beneficiando não só a atividade pesqueira, enriquecendo a fauna e flora marinha da região (Macintosh, 1981; Risk, 1981; Hueckel et al., 1989) como também trazendo benefícios sócios-econômicos em escala regional no que se refere a indústria do turismo (pesca desportiva, mergulho), aquicultura ; conservação ambiental; melhoria de qualidade de vida para 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 de pescadores), ainda fomentando novas alternativas econômicas, como o mergulho, a aquicultura e a pesca desportiva, que trazem retorno a economia local; manutenção da biodiversidade marinha; proteção do ambiente costeiro contra erosão; etc..

É comum a utilização de áreas próximas a plataformas de petróleo para atividades pesqueiras. No Golfo do México muitas embarcações exploram exclusivamente áreas ao redor de plataformas oceânicas, onde a concentração de pesca é muito maior. Ditton & Graefe (1978) verificaram que 87% dos praticantes de pesca oceânica exploravam as áreas próximas às plataformas do Golfo do México. Desde o início da década de 80 os EUA mantém uma política de aumentar a pesca na Florida utilizando-se plataformas de petróleo e gás obsoletos. A Companhia Exxon mantém cerca de 3000 plataformas no Golfo do México, das quais cerca de 40 tornaram-se obsoletas todos os anos. Os custos de remoção são elevados, cerca de US\$ 10 milhões por plataforma. Entretanto, o transporte para áreas adequadas em profundidades de 30 metros é bem mais barato, além do retorno sócio-econômico que as estruturas submersas podem trazer a curto prazo, aumentando a biomassa pesqueira das áreas ao redor.

Diante das diversas perspectivas de manejo do ambiente costeiro, a FAO (1990) recomenda a aplicação de recifes artificiais pelos países costeiros interessados em explorar mais adequadamente seus recursos marinhos.

A viabilidade econômica e ecológica já foi amplamente comprovada em outros países como Estados Unidos, Espanha, Portugal, em seus programas de longa duração e larga escala, mas no Brasil ainda necessitamos de experiências práticas que indiquem as melhores soluções para nosso ambiente.

Uma tentativa pioneira de implantar estruturas triangulares de concreto no Brasil foi iniciada em 1985 na Baía de Sepetiba (RJ) pela extinta SUDEPE com o objetivo de criar obstáculos para evitar a pesca predatória com redes, para captura de camarão branco (Lima, 1987). Em São Sebastião (SP) houve tentativas de assentamentos de estruturas com pneus como atratores biológicos, realizados pelo Instituto Oceanográfico da USP. No Ceará, estão sendo utilizados pneus e restos de plataforma de prospecção de petróleo como atratores artificiais para peixes e lagostas. Recentemente, foi implantado um projeto de assentamento de recifes artificiais na orla marítima no norte fluminense visando o incremento da pesca local (Zalmon, 1995), com resultados positivos.

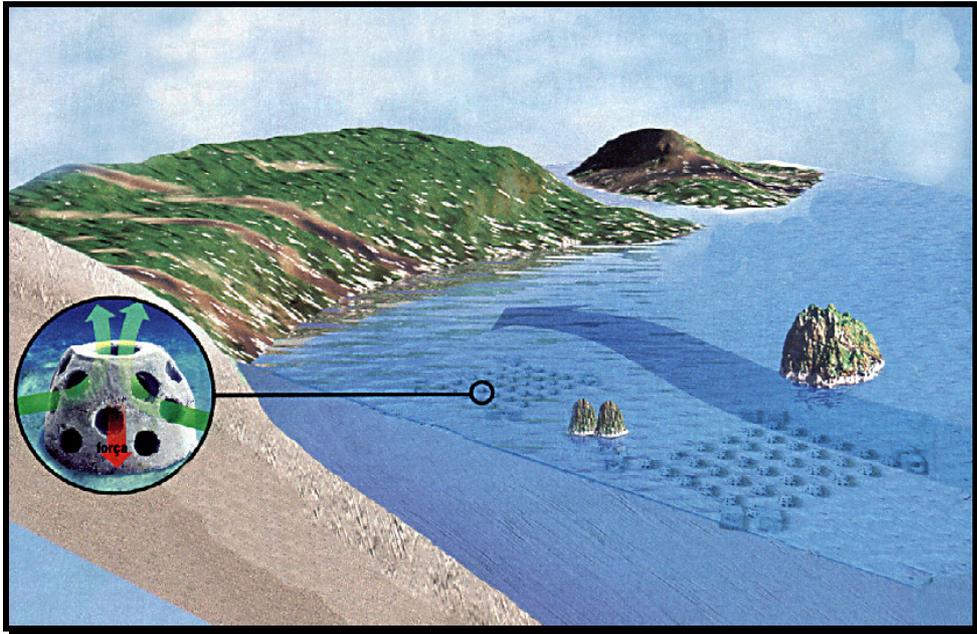
Uma experiência de sucesso, semelhante a este Projeto, foi realizada por cientistas do Instituto Português de Investigação Marinha – IPIMAR, que instalaram no assoalho da plataforma na região do Algarve, sul de Portugal, diversos quadriláteros de concreto armado ao longo de vários quilômetros de extensão com espaçamento de 5 (cinco) milhas náuticas, aproveitando o potencial produtivo de massa de água rica em nutrientes. Outra tecnologia desenvolvida por americanos (Reef Ball) permite mecanismos mais econômicos de fabricação e instalação de RAM's, pois utiliza menos concreto e pode ser instalado sem a necessidade de grandes embarcações, podendo ser rebocado por um barco pesqueiro. As duas tecnologias seguem o princípio de adotarmos um critério ético que elimine o uso generalizado de resíduos ou “lixo” em nossos oceanos, que podem gerar críticas ou permitir o uso indiscriminado de resíduos indesejáveis. Os quadriláteros e os Reef Balls são estruturas previamente preparadas e equilibradas para serem instaladas em nossa costa. A instalação de estruturas rígidas em áreas afastadas da costa, em

profundidades superiores a 20 metros, até então, nunca foi tentada no Brasil e trará inúmeros benefícios sociais, econômicas e ecológicas.

No caso específico do Paraná, o Programa RAM – Recifes Artificiais Marinhos,  **aumenta de relevância, pois o estado possui uma costa pequena, pobre em estruturas marinhas submersas e com grande comprometimento de sua atual disponibilidade produtiva, que inviabiliza investimentos nos setores pesqueiro e turístico. Além disso, aproveita o potencial das massas de água ricas em nutrientes que banham o assoalho da plataforma continental paranaense e a grande produção de larvas fornecidas pelo estuário Paranaguá/Cananéia.**

O Programa iniciou suas atividades em 1997, com os estudos preliminares para determinação dos melhores locais para assentamento das estruturas no Paraná, além de reuniões com comunidades de pescadores artesanais e da execução do Primeiro e Segundo Seminários Nacionais Sobre Recifes Artificiais Marinhos, em Curitiba-PR (23/11/96) e Pontal do Paraná-PR (21/08/98). Desta maneira, além da adoção de rigorosos critérios técnicos relacionados à escolha das áreas, época de assentamento, material utilizado na confecção dos RAM's, monitoramento pré e pós assentamento, o ECOPLAN (Ong paranaense) concentrou suas ações no envolvimento das comunidades locais, beneficiárias diretas dos resultados dos RAMs e ampla difusão e transparência de informações.

No litoral do Paraná, o Instituto ECOPLAN lançou até hoje mais de 2.000 Recifes Artificiais de concreto, na área selecionada como ideal para a implantação do um sistema recifal. Esta área está localizada entre duas ilhas, e já é freqüentemente visitada por pescadores, possuindo autorização prévia da Marinha do Brasil como área de lançamento de Recifes Artificiais (Figura 3.1.1). A avaliação dos resultados obtidos até o momento verificou que, além da superação das expectativas dos pesquisadores com relação à biodiversidade encontrada nos RAMs, que em alguns casos chegou a superar a do substrato natural, propiciaram o pleno atingimento dos resultados socioeconômicos.

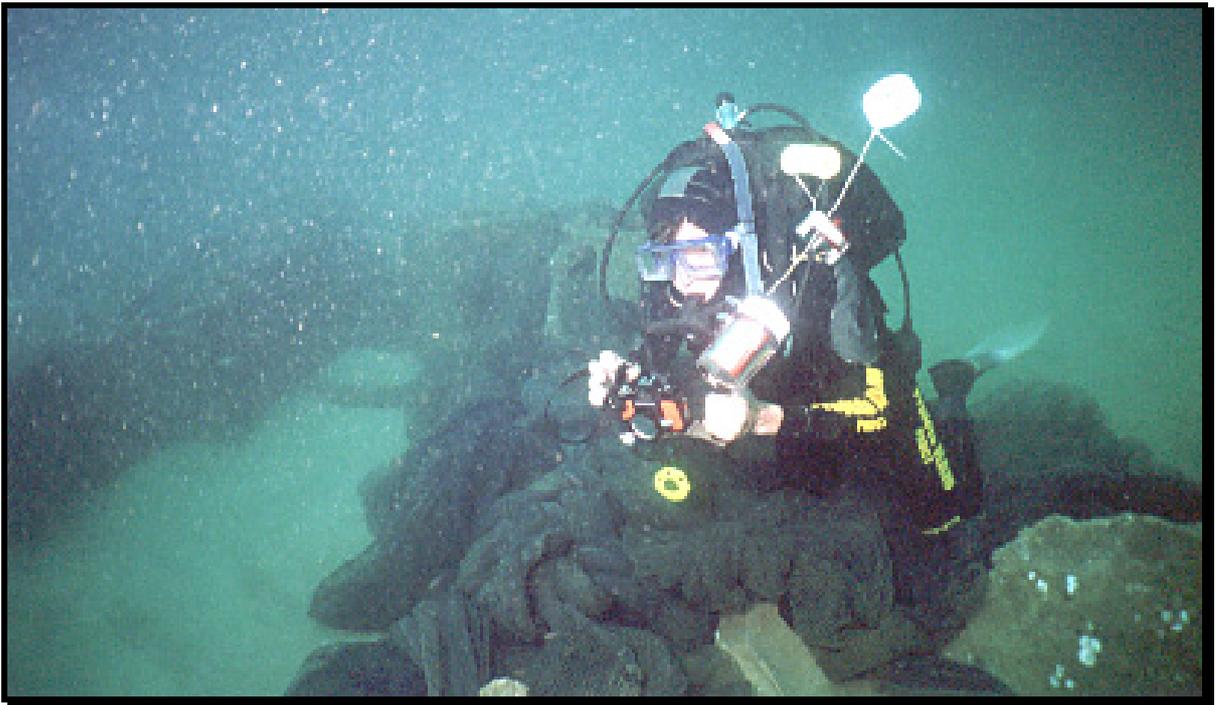


**Figura 3.1.1.** Planta 3D da área de localização dos Recifes.  
Fonte: ECOPLAN, 2000.

A criação de áreas protegidas contra o arrasto ilegal gerou alternativas para as comunidades pesqueiras tradicionais, fomentando o uso dos RAM's para a prática de pesca mais seletiva, além do início de um novo projeto de cultivo de vieiras e mexilhões em mar aberto, tendo os RAMs como base de fixação.

Teses de mestrado e doutorado e monografias foram desenvolvidas nos RAM's, gerando informações científicas e tecnológicas que beneficiaram a conservação dos recursos marinhos do litoral do Paraná. Os Recifes Artificiais já lançados aumentaram a disponibilidade de habitats para espécies de interesse ecológico e econômico, e protegeram fases de seus ciclos de vida. Nas áreas de exclusão de pesca de arrasto, foram identificadas mais de sessenta (60) espécies de peixes utilizando os habitats artificiais como áreas de proteção, forrageio e reprodução. Cento e três (103) espécies bênticas foram identificadas nos recifes de concreto, igualando e até superando em biodiversidade o substrato rochoso. Alguns animais marinhos que haviam praticamente desaparecido no Paraná tornaram-se habitantes comuns dos RAM's, como no caso das lagostas, do cherne e do mero, este último ameaçado de extinção, com sua pesca proibida desde 2002 até 2007 (IBAMA, Portaria 121/02), avistado em cardumes de mais de vinte indivíduos, em

todos os mergulhos de monitoramento executados nos RAM's. A enorme quantidade de redes de arrasto que se prendem nos Recifes demonstra a insistência e descaso dos arrasteiros (Figura 3.1.2), que apesar de conhecerem a localização dos Recifes, pois as posições estão demarcadas nas cartas náuticas brasileiras, não deixam de passar suas redes nas áreas protegidas, na tentativa de aumentar o volume de pescado.



**Figura 3.1.2.** Rede de arrasto presa nos Recifes.  
Fonte: ECOPLAN, 2002.

Os pescadores artesanais já se adaptaram com os novos pesqueiros, onde utilizam artes de pesca mais seletivas, como a rede de espera e a linha de mão, que além de ter um baixo impacto no Recife, produz um pescado mais nobre, com maior valor comercial. Além disso, não precisam se preocupar com a perda de seus petrechos, fato muito comum quando as grandes embarcações arrasteiras passam por cima das pequenas redes artesanais, levando todo o equipamento em suas gigantescas redes.

O mergulho autônomo no Paraná sofreu uma grande mudança após a implantação dos Recifes Artificiais. Um litoral que antes não apresentava muitos atrativos passou a ser disputado pelas operadoras, que levam seus alunos e

graduados ao local que chamam de “Parque dos Meros” um dos sistemas recifais visitados, onde vários meros adultos, com mais de 1,90 metro de comprimento, podendo atingir até 300 quilos, são avistados nadando mansamente entre os mergulhadores. Segundo a APASUB (Associação Paranaense de Atividades Subaquáticas), cerca de 500 mergulhadores já visitaram os RAM's no Paraná até jan/2004. Além das novas opções de mergulho, os recifes desviaram a atenção dos mergulhadores das três pequenas ilhas oceânicas, altamente impactadas pela presença maciça de mergulhadores e pescadores, pois eram as únicas opções para a prática destes esportes no Paraná. Uma delas aguarda trâmite final no Congresso Nacional para ser transformada em Parque Nacional, que será o primeiro Parque Marinho no Paraná, denominado Parque Nacional Marinho das Ilhas dos Currais (PIZZATTO, L, 2001), onde além de proteger as Ilhas dos Currais também engloba grande área oceânica do seu entorno.

Com o Programa RAM, a criação deste Parque não gerará impactos sócio-econômicos relevantes pela interdição parcial de uso da região, em função das possibilidades gerados pela área de RAM's que se localiza no seu entorno.

A pesca esportiva também teve suas características modificadas em função da implantação dos RAM's. Os proprietários das grandes embarcações que praticam a pesca oceânica já vêem os RAM's como melhor alternativa para a prática de sua atividade, e diversos campeonatos de pesca foram ganhos pescando-se somente nos Recifes Artificiais. Desta forma, o Programa RAM fomentou a busca por alternativas econômica para as comunidades litorâneas, diminuindo a pressão antrópica nas áreas naturais.

Em parceria com a Universidade Federal do Paraná, através do Centro de Estudos do Mar, foram desenvolvidas pesquisas como o monitoramento oceanográfico piloto, para avaliação dos parâmetros físico-químicos e biológicos da coluna de água, a análise da colonização biológica em placas experimentais, para determinação do traço ideal do concreto e análise de degradação do material. Em parceria com a Universidade Federal da Bahia e com o apoio do Centro de Estudos do Mar da UFPR, foi realizado um estudo de sedimentos e feições do assoalho na região dos RAM's, para se determinar as condições de estabilidade e assoreamento no assoalho marinho. Foi realizada a sonografia dos fundos das áreas dos RAM's e

das ilhas adjacentes, além do desenvolvimento de duas teses de doutorado em ecologia bêntica em Recifes Artificiais, três teses de mestrado sobre fitoplâncton e zooplâncton, além de monografias e outros estudos.

O Programa de Recifes Artificiais Marinhos gerou o desenvolvimento de tecnologias, tanto para produção como para implantação de estruturas no assoalho marinho. Os técnicos do ECOPLAN desenvolveram e adaptaram diferentes métodos de implantação de estruturas no assoalho marinho, de acordo com o tamanho do Recife e o local de assentamento. Dentre os métodos desenvolvidos, destaca-se o “Flutuação e Reboque”, que permite que Recifes Artificiais sejam rebocados por embarcações pesqueiras, e assentados de maneira simples e segura. Desta forma, as comunidades pesqueiras podem produzir seus recifes próximos à praia, e implantá-los, sem a necessidade de mobilizar grandes embarcações, equipes e equipamentos, que inviabilizariam a replicação do Programa nas pequenas comunidades. Para a implantação de maiores quantidades ou de RAM's mais complexos, o Instituto capacitou uma equipe de colaboradores, composta por mais de 40 pessoas, com treinamento em mergulho, segurança, filmagem e fotografia subaquáticas, operações em contingência, resgate de animais marinhos, etc. Como parte desta equipe estão instrutores de mergulho, paramédicos, engenheiros navais, veterinários, biólogos, mergulhadores de resgate, técnicos em explosivos, técnicos em segurança, mergulhadores científicos, operadores de máquinas pesadas, marinheiros profissionais, entre outros. A execução do Programa RAM possibilitou, através de parcerias, a capacitação e treinamento de elementos do Corpo de Bombeiros e da Polícia Florestal em operações costeiras, as quais foram objeto de elogio por parte da Marinha do Brasil, pela execução correta e segura.

O Programa RAM recebeu também diversos prêmios nacionais e internacionais, destacando-se recentemente o Prêmio SUPERECOLOGIA da Revista SuperInteresante – Editora Abril – categoria Flora e Fauna e também finalista do Prêmio Fundação Banco do Brasil de tecnologia social, sendo o Programa RAM hoje integrante do Banco de Tecnologias Sociais do banco do Brasil e Unesco para sua reprodução no Brasil e em outras partes do mundo, comprovando sua replicabilidade.

### **3.2 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO NO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ**

As alternativas locacionais para a instalação de recifes artificiais são baseadas em critérios técnicos e econômicos, condicionantes da eficiência ecológica e os custos de instalação dos sistemas recifais. Estes critérios são escolhidos segundo estudos pretéritos com recifes artificiais em diversas partes do mundo, incluindo necessariamente os estudos realizados pioneiramente no Estado do Paraná (Silva *et al*, 1997; Brandini & Silva, 2000; Silva, 2001), como base local do conhecimento técnico-científico.

As duas únicas possibilidades locacionais mais diferenciadas, abrangendo ecossistemas distintos, porém com possibilidades de alcance dos objetivos do empreendimento, são: [1] a instalação de recifes artificiais estuarinos para coibir a pesca predatória em certas porções da baía de Paranaguá, e; [2] a instalação de recifes artificiais na região costeira onde a atividade arrasteira é intensa e o empreendimento poderia proteger porções significativas dos ecossistemas de plataforma. Embora as duas alternativas sejam viáveis, a segunda apresenta aspectos técnicos mais relevantes, como a escassez de habitats consolidados para a proteção das fases de vida de diversas espécies, a intensividade da pesca de arrasto e outros usos impactantes, com maiores dificuldades de fiscalização, e a existência de dados pretéritos de colonização e eficiência de recifes artificiais na plataforma rasa.

Baseado nos critérios técnicos ambientais e sócio-econômicos, e nas informações científicas mais recentes (Silva, 2001; Brandini & Silva 2000) o IBAMA - Pr realizou uma pré-seleção de um polígono entre as ilhas de Currais e Itacolomís (Figura 3.2.1). A seleção detalhada dos locais de instalação ficou sob responsabilidade da equipe do Instituto EcoPLAN que após levantamento batimétrico e sedimentológico, localização de pequenas lajes naturais submersas e avaliação das condições operacionais e legais, gerou um croqui de instalação dos grupos recifais (Figura 3.2.2).

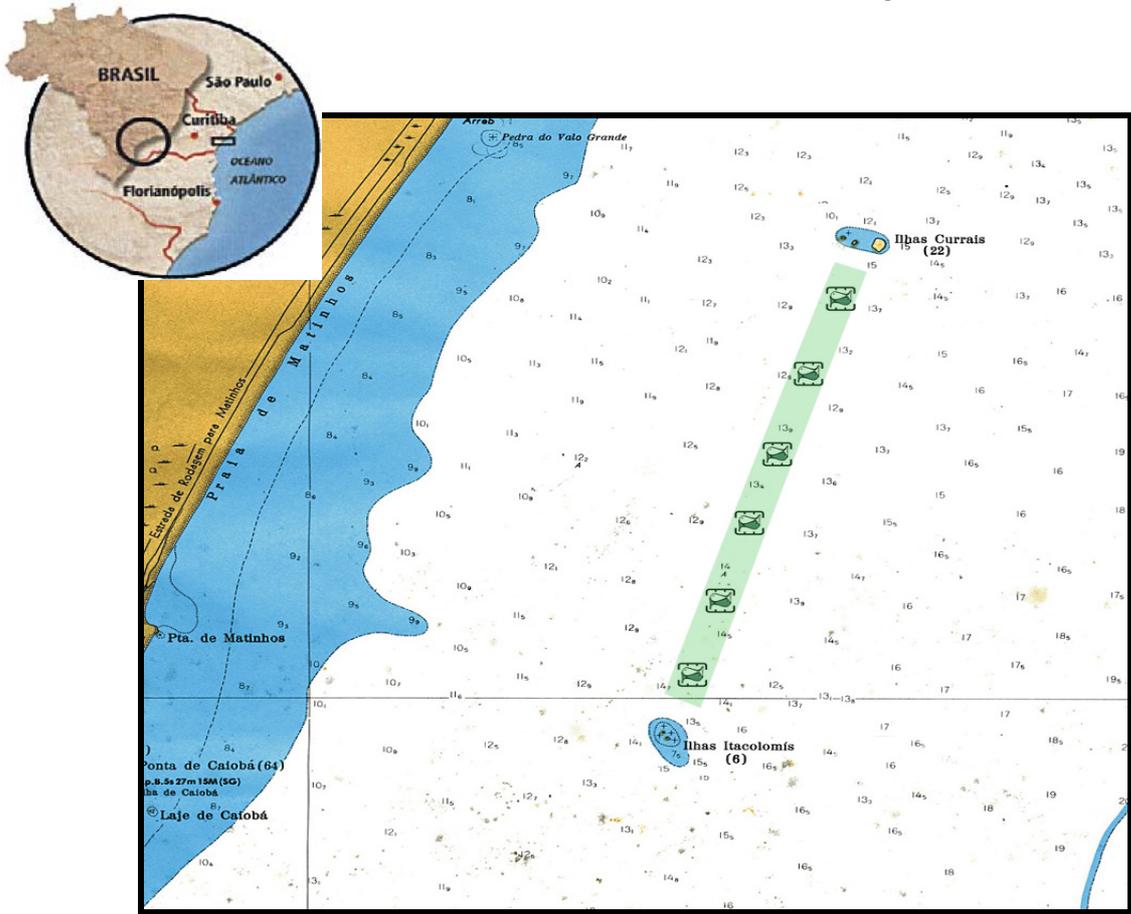


Figura 3.2.1. Carta Náutica com a localização do polígono entre as ilhas de Currais e Itacolomis.  
 Fonte: ECOPLAN, 2001.

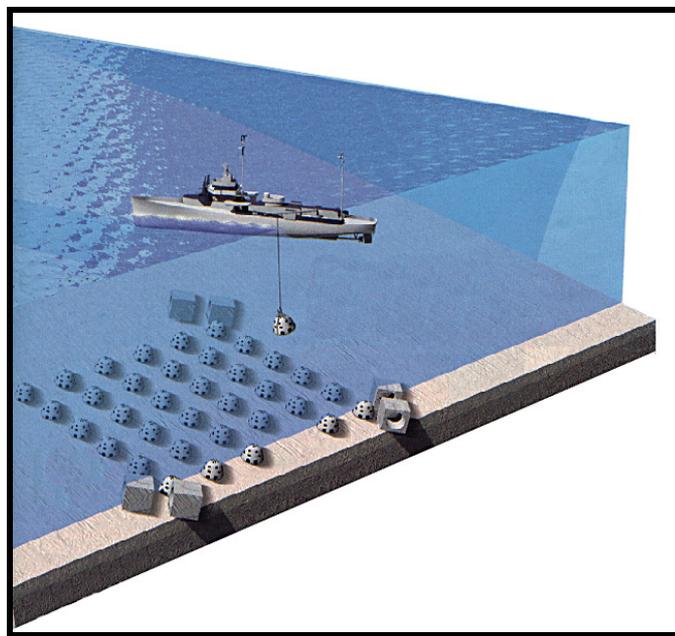


Figura 3.2.2. Planta 3D (croqui de instalação dos grupos recifais).  
 Fonte: ECOPLAN, 2000.

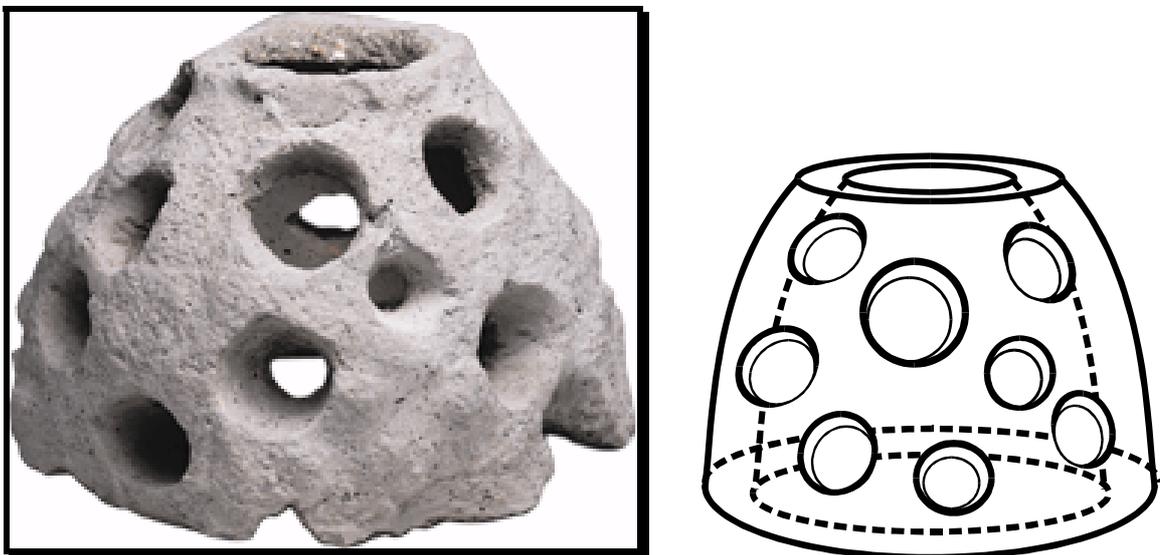
### 3.3 PRODUÇÃO / IMPLANTAÇÃO DE ESTRUTURAS

O Programa de Recifes Artificiais Marinhos gerou o desenvolvimento de tecnologias, tanto para produção como para implantação de estruturas no assoalho marinho. O Instituto ECOPLAN produz 11 tipos diferentes de Recifes Artificiais de concreto, dos quais 8 (oito) foram desenvolvidos pelo próprio Instituto. Os técnicos do ECOPLAN desenvolveram e adaptaram diferentes métodos de implantação de estruturas no assoalho marinho, de acordo com o tamanho do Recife e o local de assentamento.

As principais estruturas de concretos instaladas no projeto RAM são: os “Reef Balls”, os Quadriláteros e os Troncos de Cones, variando de pequeno, médio e grande porte.

- **Reef Balls**

É um recife desenhado para maximizar a diversidade biológica tanto de peixes como de invertebrados incrustantes, assim como para beneficiar várias fases de vida de espécies íctias de interesse ecológico e econômico (figura 3.3.1).



**Figura 3.3.1.** Modelo Reef Ball.  
Fonte: ECOPLAN, 2002.

Trata-se de uma estrutura de concreto, de alta tecnologia, fabricada em um molde de fibra de vidro (figura 3.3.2).



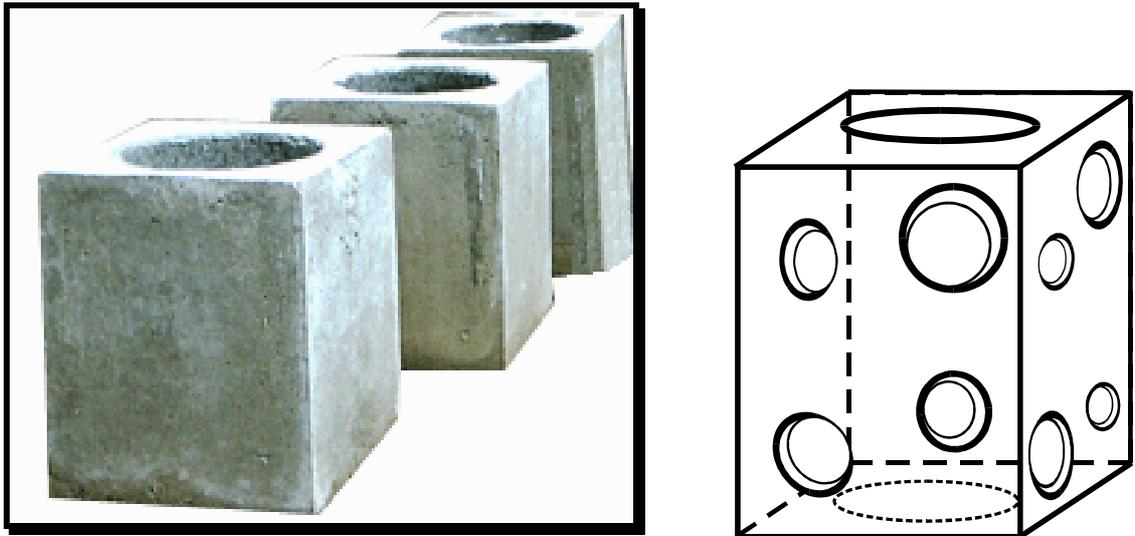
**Figura 3.3.2.** Molde de fibra de vidro.  
Fonte: ECOPLAN, 2002.

São fabricados em diversos tamanhos e pesos, e com formas variadas, de acordo com as espécies que se pretende beneficiar e com o tipo de ambiente marinho local.

São estruturas patenteadas e sua tecnologia disponibilizada no país através do Instituto ECOPLAN em cooperação com a Reef Ball Foundation.

- **Quadriláteros**

É uma estrutura quadrilátera com cavidade interna projetada como habitat para peixes de grande porte como o mero – *Epinephelus itajara* – e outros serranídeos de médio e grande porte (figura 3.3.3).

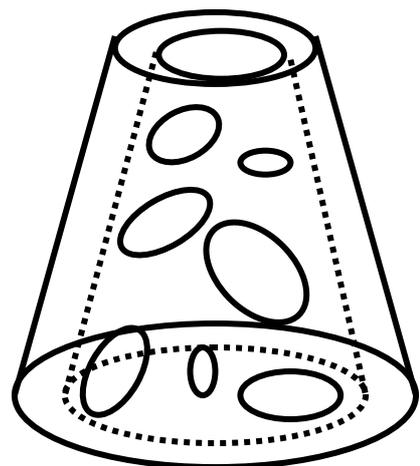


**Figura 3.3.3.** Modelo Quadrilátero.  
Fonte: ECOPLAN, 2002.

- **Tronco de Cone**

O Recife Cônico é um habitat projetado para peixes de pequeno e médio porte, e maximização de superfície para a colonização por invertebrados e protocordados incrustantes.

É o desenho de uma pirâmide só que com as bordas arredondadas, para evitar que se quebrem facilmente ao atingir o solo marinho (figura 3.3.4).



**Figura 3.3.4.** Modelo Tronco de cone.  
Fonte: ECOPLAN, 2002.

Habitats artificiais com cavidades maiores suportam populações de peixes de grande porte como o Mero, espécie sob ameaça de extinção, enquanto menores cavidades abrigam pequenas espécies, juvenis e larvas de diversas espécies ictias (espécies parasitas). A implementação de variabilidade no número e formas de cavidades serve para garantir a maior quantidade e qualidade de habitats. (ECOPLAN, 2001).

### **Caracterização dos materiais utilizados na confecção dos recifes artificiais:**

O concreto é considerado pela comunidade científica internacional, o material mais adequado para a construção de habitats artificiais. Ao contrário de restos industriais, compostos por outros materiais (metais, plásticos e pneus), que produzem estruturas pouco estáveis e prejudiciais ao meio ambiente, a estrutura física do concreto assemelha-se ao substrato rochoso natural, podendo ser moldado e adequado quimicamente, de modo a atender as condições ideais para a colonização biológica para reconstruir ou aumentar habitats de importância ecológica. ( ECOPLAN, 1999)

Todas as unidades recifais, independentemente das diferenças nos desenhos, foram confeccionadas com traço de concreto desenvolvido especificamente para recifes artificiais.

O concreto utilizado na fabricação é acrescido de microsilica, que aumenta sua resistência e corrige seu PH. A correção do PH é fator importante, pois o concreto não corrigido possui um PH de aproximadamente 12 (doze), o que favorece alguns tipos de organismos e prejudica outros. Os organismos favorecidos terão sua implantação facilitada, e colonizarão o recife imediatamente, criando mecanismos de defesa e impedindo outros organismos de se fixarem. Portanto, nos RAM's com PH corrigido não ocorre esse tipo de favorecimento, e as condições ambientais se mantêm exatamente como num recife natural. Utiliza-se ainda o cimento produzido pela Votorantin, que é o Portland 4 (quatro), especial para uso marinho, aumentando sua durabilidade embaixo d'água. Os "buracos" na estrutura de concreto, no caso dos Reef Ball e algumas outras formas, são mais estreitos no centro e mais largos próximo à sua superfície, permitindo assim que os peixes se abriguem em seu interior e gerando um fluxo de água que fixa o recife no fundo, tornando sua

estabilidade ótima e mantendo nutrientes dentro deste “abrigo” artificial. O concreto é ainda microtexturizado, o que facilita a fixação de organismos (larvas de coral, moluscos, etc.). Foram utilizadas formas de fibra de vidro, de ferro e de compensado naval.

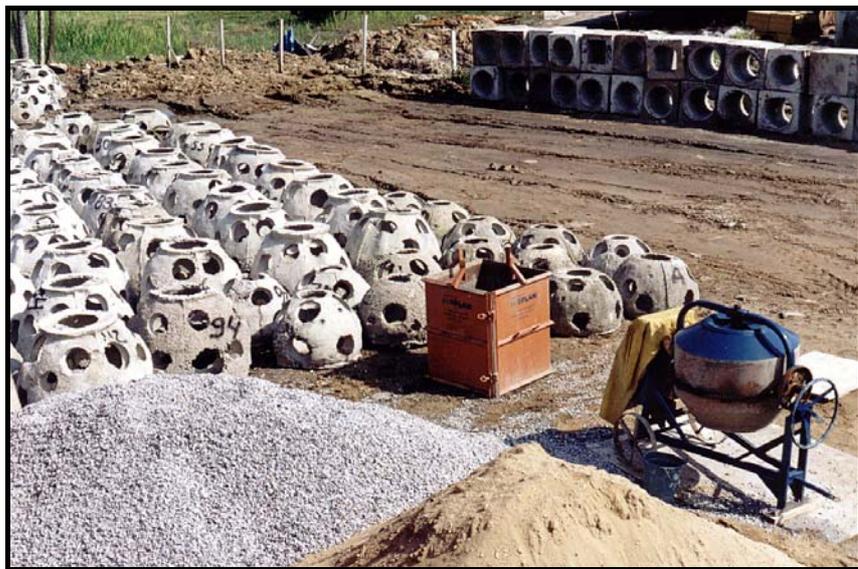
### **Processos de cura, armazenamento e controle de qualidade dos Recifes Artificiais:**

A cura das estruturas, embora utilizando cimento ARI (Alta Resistência Inicial), foi feita em períodos de no mínimo 3 (três) dias, para assegurar cura completa e um pequeno rebaixamento do pH.

Em muitos casos, devido à impossibilidade de lançamento por questões climáticas, os recifes permanecem até 11 (onze) dias em cura.

O armazenamento foi feito a céu aberto (Figura 3.3.5), uma vez que após a cura inicial, as estruturas podem receber radiação solar e chuvas, com o benefício da redução do pH e de finalização da cura interna.

Para assegurar a qualidade física das estruturas produzidas, foram realizados testes periódicos de resistência à compressão e Slump (teste que verifica a qualidade do traço do concreto).



**Figura 3.3.5.** Aspecto da área de armazenamento e cura de recifes artificiais a céu aberto.

Fonte: ECOPLAN, 2003.

### **A instalação de Recifes Artificiais:**

Todas as estruturas lançadas tiveram suas posições registradas por sistema GPS, e as operações de lançamento filmadas e fotografadas.

Todas as operações foram acompanhadas, incluindo entidades convidadas e conveniadas como o IBAMA, IAP, entre outros, e por um oficial da Capitania dos Portos do Paraná, responsável pela fiscalização da segurança à navegação e correto posicionamento dos grupos recifais na área autorizada.

### **Planos de ação: planejamento de carga, plano de reboque e procedimentos legais para o transporte hidroviário dos Recifes Artificiais:**

Para se determinar a melhor data para execução das *Instalações*, foram feitos acompanhamentos diários da previsão do tempo. As condições meteorológicas foram analisadas através de meteorogramas comparativos, disponíveis por região nas Páginas de Internet do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Este tipo de análise meteorológica utilizando dados de precipitação, umidade relativa, temperatura de superfície, direção e intensidade dos ventos e pressão atmosférica, bem como as previsões de tempo e imagens de satélite permite que se obtenha uma noção bem aproximada das condições meteorológicas em determinada data.

Com base na tábua de marés da região e na fase da lua e informações meteorológicas, foram escolhidas as melhores datas para as operações de lançamento de recifes artificiais.

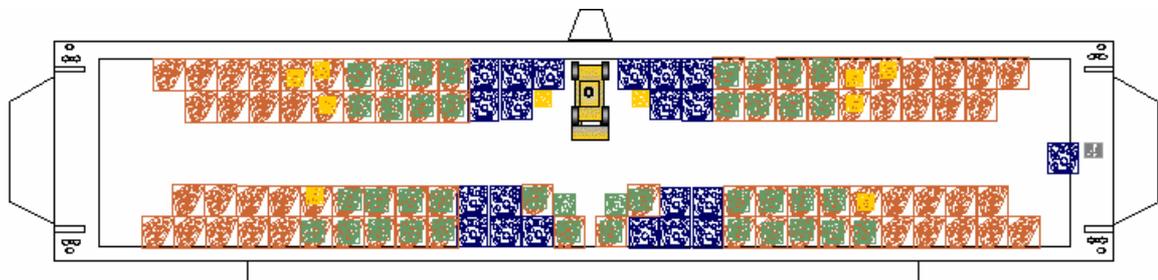
As etapas descritas a seguir foram cumpridas rigorosamente, garantindo o sucesso das operações, com uma logística rápida, segura e eficiente. Durante todas as operações, as condições de segurança da equipe foram fator determinante para a continuidade das ações.

Os procedimentos básicos e etapas da instalação/ lançamento de recifes artificiais foram:

- Reunião de Planejamento e Logística das Operações, com esclarecimentos do plano de ação, checagem de equipamentos de segurança e comunicação, determinação e distribuição dos mantimentos, revisão das etapas da operação a ser

realizada e procedimentos de segurança e emergência bem como ações comparativas de implantações passadas.

- **Etapa 01** – Acompanhamento das condições meteorológicas anteriores à data da operação e consulta às instituições de previsão do tempo (INPE / SIMEPAR / DHN em caráter especial para a área desejada) para determinação das melhores datas e horários para as operações.
- **Etapa 02** – Na Fábrica dos RAM's do Instituto ECOPLAN, os recifes foram separados e identificados para cada uma das operações de instalação, e colocados à disposição para o carregamento da balsa com 24 (vinte e quatro) horas de antecedência das operações.
- **Etapa 03** – Posicionamento das estruturas próximo ao flutuante da área de atracação da balsa, com o objetivo de facilitar o carregamento das estruturas selecionadas para o embarque.
- **Etapa 04** – Carregamento da balsa obedecendo critérios estipulados pelo Engenheiro Naval. O posicionamento das estruturas (sua distribuição) obedeceu a disposição por quadrantes. Seguindo-se as orientações do engenheiro naval, as estruturas foram posicionadas e movimentadas a bordo da balsa de transporte, dentro de um planejamento prévio e detalhado no croqui de distribuição (Figura 3.3.6). A distribuição das estruturas nos quadrantes foi de igual forma, peso e número sobrando apenas duas estruturas que foram utilizadas como poita (reef ball grande e um quadrilátero), formando um recife órfão. As ações de posicionamento das estruturas para as operações foi acompanhada pelo coordenador geral do projeto, pelo responsável técnico e pelo coordenador de operações.



**Figura 3.3.6.** Ilustração do esquema de distribuição das estruturas na balsa de transporte.

Fonte: ECOPLAN, 2003.

- **Etapa 05** – Saída da Lancha de Resgate em direção à barra. Avaliação das condições do mar e retorno à Guaratuba/ PR para informar e acompanhar a balsa até a área de instalação.
- **Etapa 06** – A lancha de Resgate acompanha o rebocador e balsa até as proximidades do ponto, quando se adianta com o objetivo de posicionar, com a utilização de GPS, as bóias de marcação dos pontos de lançamento para facilitar a localização e observação por parte do rebocador. A lancha confirma, via rádio, informações sobre a direção da corrente e vento no local, facilitando a aproximação do rebocador e balsa para o correto posicionamento das embarcações.
- **Etapa 07** – Após confirmação do visual da demarcação do ponto é solicitado à embarcação de apoio o seu afastamento das proximidades da área de lançamento para início da aproximação final do ponto, deslocamento da pá carregadeira para a popa da balsa com o objetivo de posicionamento das âncoras estratégicas. O tempo médio de navegação do comboio até os pontos de instalação é de 3 horas e 30 minutos.
- **Etapa 08** – Durante a passagem da balsa pelas bóias de marcação, a pá carregadeira lançava o grupo de âncoras estratégicas (Reef Ball tamanho grande e quadrilátero previamente preparados com cabo de aço 5/8) fundeando a balsa. Em cada ancoragem eram liberados cerca de 60 metros de cabo para a contenção do deslocamento horizontal da balsa durante as atividades de instalação.
- **Etapa 09** – Início das atividades com a pá carregadeira e lançamento das estruturas segundo o plano de instalação. As estruturas foram lançadas de acordo com uma ordem de deslocamento homogêneo de peso das posições no interior da balsa.
- **Etapa 10** – Ao término de cada lançamento, são liberados aproximadamente 5 metros de cabo da poita (âncora) para afundamento de novos grupos lateralmente aos previamente lançados.
- **Etapa 11** – Durante os afundamentos, quando as condições de transparência da água e condições de segurança permitiram, foram efetuadas filmagens subaquáticas dos recifes ao entrarem na água. O início das filmagens subaquáticas acontecia somente após a autorização do coordenador da operação. Este serviço foi executado com a utilização do inflável de apoio.

- **Etapa 12** – Ao término dos afundamentos uma dupla de mergulhadores desciam pelo cabo da poita para efetuar a soltura das âncoras que permaneciam no fundo como unidades recifais.
- **Etapa 13** – Início do retorno das embarcações envolvidas na Operação.
- **Etapa 14** – Chegada à baía de Guaratuba, descarregamento da pá carregadeira e manutenções dos equipamentos utilizados e limpeza das embarcações envolvidas nas operações.
- **Etapa 15** – Elaboração de Relatório da Operacional resumido e apresentação do mesmo à C.P.PR, IBAMA bem como a todas as instituições envolvidas na Operação. Uma etapa adicional, de complementação tecnológica relativa a trabalhos subaquáticos de agrupamento e empilhamento de recifes artificiais, foi executada voluntariamente para melhorar a complexidade dos habitats para peixes demersais (com capacidade de locomoção ativa e vivem a maior parte do tempo em associação com o substrato, tanto em fundos arenosos quanto em fundos rochosos) e bentônicos (vivem também no fundo do mar mas não tem capacidade de locomoção ou possui de uma forma limitada) e dificultar processos de predação naturais e artificiais destas espécies, além de propiciar um aumento da produtividade primária de algas macrófitas, que tem importante papel no funcionamento dos ecossistemas sendo capazes de estabelecer uma forte ligação entre o sistema aquático e o ambiente terrestre que o circunda, associadas aos substratos consolidados. Estes serviços foram executados por mergulhadores profissionais, que realizavam os serviços de movimentação das estruturas através de balões de ar - “lift bags” - e eram acompanhados por mergulhadores científicos da equipe Ecoplan.

### **Características dos equipamentos utilizados**

Os equipamentos abaixo relacionados foram utilizados em todas as operações de instalação dos recifes artificiais.

- Balsa com capacidade para 400 toneladas de carga, sendo reclassificada para navegação em Mar Aberto segundo uma licença especial e provisória solicitada através de parecer técnico expedido por engenheiro naval (Anexo IV). Vários equipamentos obrigatórios de segurança da tripulação e equipamentos e utensílios necessários para os lançamentos.

- Trator tipo Pá Carregadeira, com capacidade de manobra em área restrita.
- Rebocador com capacidade de tração estática de 45 toneladas e motorização dupla de 560 hP, com quartéis de amarra especiais para reboque e quartéis de emergência, compatíveis com a necessidade de reboque e à capacidade de carga da balsa, utilizado como puxador da balsa.
- Lancha de Resgate de 32', equipada com dois motores diesel, dois rádios VHF, GPS, ecobatímetro, suporte básico de vida, kit DAN - (oxigênio para acidentes de mergulho), equipamentos de salvatagem, além do equipamento obrigatório para a categoria Mar Aberto. Capacidade: 9 (nove) tripulantes.
- Embarcação inflável 12' de apoio, equipada com motor de 25 hp e Rádios FM e VHF portáteis.

### **O monitoramento de recifes Artificiais:**

O serviço de monitoramento visa descrever o desenvolvimento inicial da biota associada aos recifes artificiais instalados, fornecendo indicativos da eficiência do empreendimento para o alcance de seus objetivos. Dados bióticos e abióticos foram coletados nos habitats artificiais instalados. Inclui dados dos recifes instalados nas quatro implantações, e portanto, com desenvolvimento da biota em diferentes estágios de sucessão e colonização. Ao final deste item de monitoramento é apresentado uma análise dos dados da evolução da colonização biológica das comunidades recifais, listas de espécies sésseis colonizadoras de substratos primários e secundários (concreto e substratos biológicos, respectivamente), de espécies vágéis, bênticas e pelágicas dos recifes artificiais, caracterização hidrográfica e considerações gerais sobre o desenvolvimento da biota nestes habitats.

### **Planejamento do monitoramento e planos de mergulho científico:**

O monitoramento *in situ*, utilizando métodos não destrutivos (descritos no item seguinte), para obter melhores resultados, necessita ser realizado com condições de baixa turbidez e mar calmo. Assim, da mesma forma realizada para as implantações, foram feitas previsões de tempo e os mergulhos científicos planejados previamente

para datas específicas. A periodicidade do monitoramento dependeu então, das condições ambientais e de segurança para a realização dos mergulhos científicos.

O mergulho científico é realizado por biólogos mergulhadores, especialistas, e equipe de mergulhadores técnicos de apoio. Além da equipe de submersão, uma equipe de apoio náutico está sempre presente em todas as etapas do monitoramento. Os mergulhos obedecem ao tempo de não descompressão utilizando-se a tabela da DCIEM (Defence and Civilian Institute of Environmental Medicine), com média de 40 minutos de tempo de fundo. Os equipamento utilizados tem redundância de reguladores (segundo estágio) para assegurar o suprimento de ar para os mergulhadores, mesmo em caso de falhas no equipamento primário.

### **Material e métodos utilizados:**

Os Recifes Artificiais Marinhos (RAM's) assentados no assoalho marinho dentro do polígono delimitado entre as ilhas Itacolomis e Currais, nas isóbatas de 15 a 18 metros, são monitorados *in situ*, através de mergulhos científicos, e a fauna e flora foram inventariadas através de amostragens quantitativas não destrutivas, com o uso de foto e vídeo quadrados e de observações gerais das comunidades.

Considerando os gradientes físico-químicos identificados em estudos anteriores (Brandini *et al.*, 1989; Brandini, 1986; Brandini, 1990; e Silva, 2001) e a posição dos substratos artificiais instalados ou planejados para lançamento, foram selecionadas 3 estações para a coleta de parâmetros hidrográficos. As coletas hidrográficas foram feitas em 8 datas distintas, com intervalos irregulares, condicionados aos fatores climáticos e de segurança à navegação. As estações foram posicionadas com o auxílio de um DGPS Furuno e as profundidades confirmadas com ecobatímetro Furuno.

A temperatura e a salinidade da água foram medidas através de amostras discretas de água de superfície e de fundo das áreas com recifes artificiais já instalados. Foi utilizada uma garrafa de Nansen operada manualmente para a obtenção de alíquotas de água para a determinação da temperatura, através de um termômetro analítico de mercúrio e da salinidade, através de um refratômetro (Atago 100). A transparência foi estimada *in situ* em cada estação utilizando-se um disco de Secchi. A transparência da superfície da água foi medida através da distância

vertical do disco de secchi, e a transparência de fundo medida através da leitura da distância horizontal do disco.

## **Resultado do monitoramento:**

### Dados Bióticos

Recrutamentos de crustáceos (cirripédia), poliquetas (serpulidae), moluscos (bivalvia), hidrozoários (hidróide atecados e tecados) e briozoários foram massivos e bem definidos (manchas de recrutamento). Outros grupos que recrutaram, porém com menor intensidade, foram ascídias, porífera e briozoa.

As contagens dos cirripédia alcançaram até 6 (seis) recrutas por centímetro quadrado em alguns recifes, porém, a média foi de 2,3 recrutas por  $\text{cm}^2$ . Dos grupos indicados acima, os hidróides tecados foram os mais dominantes, tanto nas faces verticais dos modelos de recifes “Lindberg”, quanto nas faces inclinadas internas (com inclinação negativa) dos modelos “Reef Ball” e tronco de Cone. As densidades dos hidróides foram de até 11 (onze) estolões por  $\text{cm}^2$  nas superfícies inclinadas negativamente, e 6,8 em superfícies horizontais. As superfícies verticais apresentaram menor cobertura, possivelmente devido ao acúmulo de material em suspensão. A densidade geral nestas superfícies foi em média de 1 (uma) recruta por  $\text{cm}^2$ .

Porém devido ao pequeno tempo de evolução da comunidade, considerando-se que estes eram substratos recém lançados, no caso destas medições, muitas das colônias eram diminutas, dificultando ou até impedindo um trabalho de quantificação por método não destrutivo.

Uma observação interessante foi a presença de pólipos solitários, de corais hermatípicos (formadores de recifes de coral), possivelmente das espécies *Philangia sp.*, mas devido às pequenas dimensões deste e de outros organismos, não foi possível uma precisão taxonômica maior.

Ao longo das coletas biológicas, que ocorreram em período amostral relativamente curto, foi possível observar o processo inicial de sucessão da comunidade epilítica, como descrito por Silva (2001), com a presença de grupos pioneiros (hidróides, poliquetas, cirripedia, bivalves) que, inicialmente, tendem a dominar os substratos primários, mas que com o tempo, vão sendo “desalojados”

por competidores mais eficientes como a *Ostrea puelchana*, que apresenta grande dominância dos substratos primários após 4 (quatro) a 5 (cinco) meses de colonização. Em substratos artificiais em fase adiantada de colonização, como em recifes artificiais experimentais em áreas adjacentes, observa-se uma estrutura tridimensional e complexa da comunidade, com pelo menos três camadas bem definidas. A *Ostrea puelchana* é, geralmente, dominante na camada basal, enquanto que *Didemnum granulatum* e *Didemnum rodriguesi* dominaram a segunda camada. Na camada superior os padrões de dominância não foram significativos. A cobertura de invertebrados sésseis nas superfícies dos recifes artificiais, foi em média, de 68.7%, onde os espaços não colonizados foram abertos por predação (indícios observados: conchas inferiores de bivalves, pedaços de estolões de hidróides, restos de bruizoários, etc), tendo sido colonizados anteriormente.

Em síntese, a comunidade apresentou uma riqueza absoluta de 40 (quarenta) espécies, incluindo-se as vegetais e os tunicados. Foram identificadas 4 (quatro) famílias de algas macrófitas de pequeno porte, 25 (vinte e cinco) famílias de invertebrados sésseis e 2 (duas) famílias de tunicados.

Estes resultados, retirados dos estudos e monitoramento da fase de implantação de recifes de Manejo no período de julho de 1997 a dezembro de 1998, podem ser considerados expressivos em termos de diversidade, quando comparados com as comunidades naturais das adjacências do empreendimento.

A fauna íctia esteve composta por 28 (vinte e oito) espécies identificadas em diversos níveis taxonômicos e 2 (duas) espécies de serranideos não identificadas. Dos peixes residentes, isto é, aqueles que vivem associados aos substratos consolidados durante períodos prolongados, os badejos e garoupas (serranidae) foram os de maior número de espécies e de indivíduos. Estes serranideos ocuparam com freqüência as cavidades projetadas especificamente para este grupo. Duas espécies de serranideos e de importância ecológica e econômica, o *Epinephelus niveatus* (cherne) e *Epinephelus itajara* (mero), foram observados nos recifes em todos os mergulhos de monitoramento. A primeira espécie em grande quantidades de juvenis, e a segunda, em pequenos grupos de dois a três indivíduos de grande porte (entre 60 a 240 kg – estimativa técnica).

A fauna macrobêntica dos substratos consolidados da área estudada pode ser qualificada como diversificada. As razões para a ocorrência de um número relativamente elevado de grupos taxonômicos epilíticos, possivelmente deve-se ao grande aporte larval observado nesta região, propiciando recrutamento abundante de inúmeras espécies.

O menor número de espécies identificadas, em comparação com outros estudos na mesma área, pode ser atribuído ao pequeno porte dos exemplares observados nos recifes instalados neste empreendimento, que tinham pouco tempo de submersão, e conseqüentemente os organismos estavam recém instalados.

Os padrões de alta diversidade e densidade dos bentos local podem ser ainda associados à menor perturbação antrópica e menores pressões de predação natural, uma vez que o número de predadores associados aos recifes foi baixo.

A associação íctia presente nas ilhas costeiras localizadas na mesma isóbata, apresenta elevada riqueza de espécies, com densidades populacionais médias. A fauna íctia dos recifes mostrou ser caracterizada por composição específica persistente e densidades populacionais relativamente constantes ao longo do tempo, coerente com os processos iniciais de colonização observados sobre a fauna do costão rochoso e de recifes artificiais no Paraná.

### **3.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO**

#### **Características hidrográficas**

Segundo a divisão do litoral brasileiro proposta por Castro Filho (1990), a área do empreendimento está inserida na Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE) que limita-se ao norte na latitude 23°S, ao sul pela latitude 28°S, a oeste pela linha de costa e a leste pela quebra da plataforma nas profundidades entre 120 a 180 metros.

Castro Filho (1990) descreve como característica importante da PCSE, a pequena influência direta de aportes continentais, devido à ausência de grandes rios. Apesar disso, o complexo estuarino de Paranaguá, contribui com aportes locais significativos da drenagem pluvial das bacias hidrográficas costeiras do Estado (Martins, 1994). As águas de vazante do complexo estuarino formam uma pluma com direção predominante no sentido nordeste podendo, condicionada a regimes de

Área de instalação de recifes artificiais ventos esporádicos, alcançar grandes distâncias da costa e com pequenas derivas para o sul.

As marés do litoral paranaense são semidiurnas caracterizadas como micromarés (amplitude de maré de sizígia inferior a 2m). Segundo a Petrobrás (1996), a direção das ondas variou entre 74 e 147 graus, com ondas mais altas provenientes do quadrante E-SE e SE e altura máxima mensal 2,35m em agosto e 3,95 em setembro (período médio mensal oscilou entre 11,96 e 16,85). Estes dados foram obtidos de um ondógrafo localizado a 28°43'24" latitude sul e 48°28'27" longitude oeste a 2,6km ao nordeste das Ilhas Currais.

A oceanografia da PCSE já foi bastante estudada em larga escala geográfica e temporal (Brandini, 1986, 1990a, 1990b; Brandini *et al*, 1989; Castro Filho *et al*, 1987; Matsuura, 1986). Porém, faltam estudos com maior periodicidade junto à plataforma rasa onde várias interações de massas d'água costeiras e oceânicas podem ocorrer.

Seguindo-se a classificação de Mamayev (1975) para a caracterização de massas d'água, identifica-se a seguinte estrutura oceanográfica:

**Água Costeira** (AC) - fortemente influenciada pela drenagem das bacias hidrográficas da região sudeste e especificamente na área de estudo, pelo complexo estuarino Paranaguá-Cananéia e rios adjacentes. Possui salinidades baixas ocasionadas pelo aporte de água doce;

**Água Tropical** (AT) - representada pela Corrente do Brasil, corre no sentido NE-SE, paralelamente à costa, e transporta águas quentes (>20°C) com salinidades acima de 36,0 Unidade Padrão de Salinidade (UPS) e baixas concentrações de nutrientes;

**Água Central do Atlântico Sul** (ACAS) - origina-se na convergência subtropical, e é predominantemente uma corrente subsuperficial, com resurgências em pontos específicos da costa (i.é, Cabo Frio e ocasionalmente litoral de Santa Catarina). Apresenta temperaturas abaixo dos 20°C e salinidades menores que 36,4 UPS.

**Água da Plataforma** (AP) - proveniente da mistura da AC, AT e ACAS na Plataforma Continental Sudeste do Brasil. Possui salinidade entre 35 e 36 UPS e temperaturas acima de 20°C.

Castro-Filho *et al*. (1987) descreveu os processos oceanográficos da plataforma interna (limitada à profundidade de 40-50 metros) onde ocorre eventos

sazonais de estratificação térmica e salina. No verão, a camada superficial, compreendendo profundidades de 20-30 metros, é ocupada pela Água Tropical e a camada subsuperficial, abaixo da AT é invadida pela Água Central do Atlântico Sul, produzindo uma termoclina acentuada. No inverno, não ocorre estratificação e a coluna d'água permanece homogênea. Gradativamente a presença da ACAS se fortifica em direção a águas mais profundas. Neste período, a ACAS não penetra muito sobre a plataforma continental, e, na camada superficial, ocorre uma intrusão acentuada de AT no domínio externo (isóbatas de 40-50 metros) até a quebra da plataforma continental. O domínio interno (das isóbatas de 40-50 metros até a linha de costa) é ocupado principalmente pela AC, a qual interage sub-superficialmente com a ACAS na zona frontal de encontro dessas massas d'água.

As variações sazonais da estrutura hidrográfica na Plataforma Interna podem ser explicadas pela influência dos ventos na PCSE. Durante o verão, ventos do quadrante N-E, correm paralelos à linha de costa e forçam o transporte das águas superficiais em direção à Plataforma Externa, gerando uma divergência superficial. Isto acarreta o abaixamento do nível do mar na área costeira, forçando as águas mais profundas da ACAS em direção à superfície (Castro-Filho, 1990). Persistindo o quadro de ventos, o gradiente de pressão horizontal equilibra-se com a Força de Coriolis e formam uma corrente paralela à linha de costa e no sentido N-E (mesmo sentido do vento). A massa d'água abaixo da termoclina, forçada por um gradiente horizontal de pressão em sentido contrário (em direção ao mar aberto) corre em direção à costa.

No inverno, o desenvolvimento do centro de alta pressão subtropical do Atlântico Sul, inverte esta situação, uma vez que os ventos predominantes são provenientes do quadrante S-W, paralelos à costa, forçando as massas d'água para o norte durante o inverno. Assim, a força de gradiente horizontal de pressão aponta para a PE e entra em equilíbrio com a Força de Coriolis, ocasionando uma corrente que corre paralelamente à costa, no mesmo sentido dos ventos predominantes e enfraquecendo a Corrente do Brasil nesta região. Forma-se uma convergência superficial costeira e aumento do nível do mar na PI, forçando as águas abaixo da termoclina, a recuarem em direção à PE. Isto induz o transporte de águas mais externas em direção à Plataforma Interna rasa. Neste período, a coluna d'água

sobre a PI rasa torna-se mais homogênea, sem inversão de direção de correntes, favorecendo a penetração da Água Subantártica (ASA - 4.0°C-15°C).

Esta dinâmica é bastante evidenciada nos trabalhos costeiros da região sudeste como sendo sazonal, mas com eventos de modificação de uma ou outra condição dependendo da alteração do regime de ventos dos quadrantes N-E para SW e vice e versa (Castro-Filho, 1990; Castro-Filho *et al*, 1987). Desta forma, como os ventos dominantes citados acima podem alternar-se ao longo do ano em episódios curtos fora das estações inverno-verão, os mecanismos de transporte das massas d'água podem também ocorrer fora da escala sazonal, porém com intensidades menores (Carvalho *et al*, 1998; Pezzutto & Borzone, 1997; Pezzutto *et al*, 1998). Inversões do padrão de comportamento da ACAS durante os períodos de inverno e verão podem estar relacionadas com alterações de circulação atmosférica associadas ao fenômeno El Niño, que afeta os padrões de circulação das correntes do Brasil e das Malvinas e conseqüentemente os da ACAS, da AP e da AC (Campos *et al*, 1995).

A dinâmica ciclotérmica sazonal, que força a intrusão de águas frias e ricas em nutrientes da ACAS em direção à costa, proporciona a esta região características de alta abundância de peixes pelágicos (atum, castanha, corvina, sardinha etc.) e invertebrados (Matsuura, 1996; Pezzutto & Borzone, 1997). Matsuura (1996) associa o pequeno recrutamento da sardinha brasileira *Sardinella aurita* à fraca intrusão da ACAS em direção à plataforma rasa na região sudeste, indicando a grande importância desta para os recursos vivos da região.

A ACAS, juntamente com a profundidade, são tidos como os fatores estruturadores mais importantes de comunidades macrobênticas dos fundos inconsolidados da plataforma Sudeste (Levington, 1982).

A existência de mecanismos que influenciem nos padrões de composição das comunidades bênticas infralitorais de substrato consolidado, como é o caso das lajes submersas, fundos de cascalho, ilhas costeiras e habitats artificiais, associados às massas d'água que ocorrem em pulsos sazonais ou episódicos, podem explicar o funcionamento do ecossistema costeiro em questão e subsidiar a formulação de ações para o gerenciamento adequado para o uso racional dos recursos vivos.

Os habitats marinhos da porção mais rasa da plataforma paranaense são basicamente banhados pela Água de Plataforma (*sensu* Emilsson, 1961) diretamente influenciada pelo aporte continental e, em determinados períodos, pelas intrusões da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (Brandini *et al.*, 1989; Brandini, 1990a; Silva, 2001). Trabalhos recentes analisaram a dinâmica sazonal do regime hidrográfico nos setores rasos da plataforma paranaense e definindo padrões sazonais bem distintos entre setembro e abril (verão, outono) e entre maio e agosto (inverno) (Pezzuto *et al.*, 1998). Esses estudos são relevantes quando se pretende analisar a estrutura e a dinâmica das comunidades biológicas nos habitats costeiros naturais e artificiais. Principalmente quando se leva em conta os hábitos e o ciclo de vida dos organismos marinhos. Larvas meroplânctônicas (p.ex. de caranguejos e de diversos invertebrados) são agentes de dispersão exclusivamente dependentes da circulação oceânica e sensíveis às variações hidrográficas na coluna de água. No caso de organismos nectônicos, a dispersão e a colonização de habitats costeiros é menos dependente da dispersão por correntes, mas em muitos casos, é delimitada pelas características físico-químicas das massas d'água locais. Dois exemplos locais que ocorrem na área de implantação dos recifes artificiais na costa do Estado Paraná são: o mero (*Epinephelus itajara*), espécie da lista vermelha (IUCN) de animais ameaçados de extinção, que em sua fase juvenil e adulta vive associado às águas costeiras mais quentes, influenciadas pela drenagem continental, e o cherne (*Epinephelus niveatus*), que na fase adulta vive junto a habitats consolidados em áreas mais profundas banhadas sazonalmente pela ACAS.

### **Características geológicas climáticas**

A porção central da área costeira submersa da costa do Paraná caracteriza-se pela sedimentação marinha de material arenoso com granulação constituída predominantemente de areias finas ou médias (0.125 - 0.5 mm) e inclinação inferior a 2° (Bigarella & Freire, 1960; Ângulo, 1992).

Os afloramentos rochosos da parte central da costa paranaense, incluindo os que compõem as Ilhas Currais, Itacolomis e Figueira, são parte do complexo cristalino (Pre-Cambriano Superior), formados por granitos de anatexia, gnaisses, migmatitos e anfibolitos (Bigarella & Freire, 1960). Borzone (1994) descreve as

formações rochosas submarinas da costa paranaense como sendo constituídas por rochas cristalinas ígneas e metamórficas do embasamento cristalino pré-cambiano e diabásios (diques de rochas ígneas básicas) da idade jurássico-cretáceo. Embora existam vários pequenos afloramentos rochosos submersos ao longo da costa paranaense, somente alguns estão plotados na carta náutica DHN 1820 (obs. pess).

Os ventos predominantes possuem direção leste e sul com freqüências de 8.5% e 9.3% respectivamente e os ventos com velocidades superiores a 6m/s se concentram na primavera (37,4%) e verão (31,6%) (Petrobrás 1996).

Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo Cfa, mesotérmico sempre úmido, com chuvas distribuídas em todos os meses do ano, e sendo a temperatura média do mês mais quente de 22° C (Maack, 1981). Os ventos dos quadrantes leste e sudeste são predominantes na região, sendo a velocidade média de 4 m.s-1 e máxima de 25 m.s-1 (LFM/CEM/UFPR – dados não publicados).

#### **A biota marinha de fundos consolidados e inconsolidados:**

Os organismos associados aos fundos marinhos constituem a mais importante ligação entre os produtores primários, como o fitoplâncton e as algas macrófitas, e níveis tróficos superiores, como peixes e crustáceos, diretamente utilizados pelo homem. Além disso, os organismos bênticos contribuem significativamente para a biodiversidade dos mares e conseqüentemente tem grande importância ecológica, biotecnológica e econômica.

O monitoramento do desenvolvimento de comunidades de recifes artificiais ou de substratos consolidados naturais com base nos bentos depende não apenas do conhecimento de sua ocorrência, distribuição e tolerância, mas também de sua variabilidade ao longo do tempo e dos processos iniciais de sucessão ecológica. É necessário conhecer a variabilidade natural das populações bênticas para que estas possam ser distinguidas das variações introduzidas por atividades humanas.

Na ausência deste tipo de conhecimento, programas de monitoramento ambiental ou de avaliação de impactos podem ser totalmente inviabilizados.

Neste contexto, o bentos de substratos inconsolidados da plataforma rasa caracteriza-se por elevada variabilidade ao longo do espaço e do tempo, sendo pobre em espécies que, no entanto, em áreas não impactadas pela pesca de

arrasto, podem apresentar populações abundantes. A distribuição de sedimentos de fundo é um dos principais fatores estruturadores das associações bênticas e acompanha os gradientes de energia ambiental. Variações temporais de fatores físico-químicos são também significativas, incluindo as variações diárias das marés, e variações sazonais.

O conhecimento atual dos bentos sublitoral da plataforma rasa limita-se a poucos estudos (Borzzone, 1994; Silva, 2001). Segundo Silva (2001), a área de implementação do empreendimento é a que apresenta desenvolvimento de comunidades mais diversas, com maior riqueza específica e maior biomassa do que áreas mais rasas ou mais profundas. Este fato pode ter explicação no grau intermediário de estressores naturais como a turbidez elevada de áreas mais rasas ou a pouca produtividade primária em águas mais profundas, onde também ocorre sedimentação elevada. A área de instalação dos recifes artificiais está localizada em uma isóbata intermediária, com sedimentação menor, com alta produtividade primária e concentração de material orgânico particulado.

Os organismos incrustantes, colonizadores de substratos consolidados, estão representados por vários grupos taxonômicos incluindo algas macrófitas de pequeno porte até protocordados (ascidiaceas) solitários e coloniais. O trabalho de Silva (2001), desenvolvido nas proximidades da área de implantação de recifes artificiais, mostra a ocorrência de 48 taxa de macroinvertebrados epilíticos em substratos naturais e 70 taxa em substratos artificiais de concreto. Os RAM's apresentaram maior biodiversidade que o substrato natural.

A fauna vágil da área costeira paranaense foi muito pouco estudada, porém observações dos autores supracitados, sugerem a existência de uma grande variedade de táxons e diversidade específica. Os crustáceos, poliquetas e equinodermatas são os grupos aparentemente mais representativos.

O plâncton da região sudeste do Brasil já foi bastante estudado e as composições específicas de grupos colonizadores de substratos consolidados foram apresentados por Brandini & Silva, 2000. O fitoplâncton e o zooplâncton respondem rapidamente às alterações físico-químicas do meio, incluindo a concentração de nutrientes, salinidade, temperatura, transparência da água e disponibilidade de alimento (no caso dos consumidores). Na região costeira, esses parâmetros variam

de acordo com o regime hidrográfico da plataforma. Nos setores mais rasos da plataforma, onde a água do mar é diluída pela drenagem continental, predominam condições quase estuarinas que variam sazonalmente em função do regime pluviométrico e hidrográfico (Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988). As variações nas comunidades de fito e zooplâncton influem diretamente na rede trófica local, e é um condicionante do desenvolvimento de comunidades de fundos naturais e de recifes artificiais.

Os levantamentos e observações ictiológicos realizados na área do empreendimento (Borzzone, 1994) indicam que os peixes estão representados por 16 espécies principais, associadas diretamente aos ambientes consolidados. Os peixes da família Serranidae (garoupas e badejos) são predominantes em lajes afastadas das ilhas.

Embora ainda pouco estudada, a ictiofauna da plataforma rasa pode representar mais de duas centenas de espécies, incluindo as migratórias e as residentes de Chondrichthyes e Teleostei. Aproximadamente 70 espécies são exploradas por pescadores profissionais e recreacionais. Todas as espécies apresentam seu ciclo de vida, ou parte dele, essencialmente associado com as águas costeiras e estuarinas (Correa, 1987 e 1992).

Segundo Corrêa (1992), de acordo com seu comportamento migratório, as espécies presentes na região costeira podem ser reunidas em 3 categorias principais: **[1]** Oceânicas que visitam a região estuarina para desova. Geralmente, nestes casos, a região costeira constitui local de crescimento; **[2]** Oceânicas que realizam todas as atividades de adulto, incluindo reprodução, em áreas distantes da costa, porém exploram a área estuarina e adjacências para alimentação e crescimento inicial, e; **[3]** Costeiras que migram para regiões oceânicas para desova e desenvolvimento larval. Contudo, estão presentes na região estuarina nos estágios de juvenil e adulto.

Ainda segundo Corrêa (1992), são predominantes nas regiões costeiras com mais influência estuarina, levando-se em consideração o período do ano, as seguintes espécies:

- a) verão** (dezembro, janeiro, fevereiro): *Mugil curema*/*M.gaimardianus* (paratis), *Cathorops spixii* (bagre amarelo), *Menticirrhus americanus* (betara preta), *Centropomus parallelus* (robalo-peva) e *Cynoscion leiarchus* (pescada branca);
- b) outono** (março, abril, maio): *Cynoscion leiarchus* (pescada branca), *Mugil liza*/*M.platanus* (tainhas e tainhotas), *Cathorops spixii* (bagre amarelo), *Macrodon ancylodon* (pescada membeca) e *Netuma barba* (bagre branco ou guiri);
- c) inverno** (junho, julho, agosto): *Cynoscion leiarchus* (pescada branca), *Cynoscion acoupa* (pescada cambucu) , *Menticirrhus americanus* (betara preta), *Mugil liza*/*M.platanus* (tainhas e tainhotas), *Netuma barba* (bagre branco) , *Centropomus parallelus* (robalo-peva) e *Cathorops spixii* (bagre amarelo);
- d) primavera** (setembro, outubro e novembro): *Micropogonias furnieri* (corvina), *Netuma barba* (bagre branco), *Cathorops spixii* (bagre amarelo), *Cynoscion leiarchus* (pescada branca), *Menticirrhus americanus* (betara preta) e *Sciadeichthyes luniscutis* (bagre bacía ou cangatá).

Os sensores visuais, realizados nas ilhas costeiras e em recifes artificiais do Estado do Paraná, mostram uma clara concentração de recrutas de espécies de interesse ecológico e econômico nas áreas mais influenciadas pelo aporte continental. Os Serranidae e Caranjidae são os grupos mais avistados. Já nas regiões mais profundas, juvenis de maior porte e adultos, da família Serranidae, principalmente *Epinephelus niveatus* (cherne), são os mais abundantes, ocorrendo espécimens de até 70 kg, porém, vários outros serranidae e espécies de outros grupos são frequentes. Nos pontos intermediários, nas isóbatas de 15 a 20 metros, embora a diversidade específica da fauna íctia seja maior, existe ainda o predomínio de serranidade, tanto em número de espécies quanto em biomassa. A biomassa maior deste grupo se deve ao fato das espécies apresentarem tamanhos maiores em comparação com as de outras famílias (p. ex. blenniidae, gobiidae, caranjidae). Nesta porção, são observados com frequência, exemplares de *Epinephelus itajara* (mero) que em muitos casos chega a medir mais de 1,90m.

A costa marítima paranaense em toda a sua extensão ocupa posição de destaque por contribuir com inúmeros recursos para a manutenção de populações de aves costeiras e oceânicas. Sítios de nidificação de aves coloniais, além de presentes nas três ilhas oceânicas da costa paranaense, Ilha da Figueira, Ilhas dos

Currais e Ilhas Itacolomís, distribuem-se através das Baías dos Pinheiros, Guaraqueçaba, Laranjeiras, Antonina e Guaratuba. Além disso, áreas de invernagem de aves migratórias estão bastante fundidas em toda a faixa costeira, de forma contrastante com os sítios de alimentação de grandes concentrações de aves marinhas, que se restringem a águas estuarinas e arredores das ilhas oceânicas. A avifauna da porção oriental do Paraná são listadas por Scherer-Neto e Straube (1989). Nas praias arenosas é comum a presença de agrupamentos de haradriidae (*Pluvialis* spp., *Charadrius* spp., *Calidris* spp., *Tringa flavipes* e *Arenaria interpres*) consumidores de organismos bênticos, além de espécies necrófagas (*Coragyps atratus*, *Cathartes aura*, *Polyborus plancus*, *Milvago chimachima* e *Larus dominicanus*) e de *Sterna* spp.

## **Caracterização sócio-econômica da plataforma rasa do Estado do Paraná**

### **Principais grupos e atores sociais:**

Nas áreas adjacentes ao projeto encontram-se os municípios de Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba. Esses municípios apresentam vários núcleos populacionais em balneários esparsos, com maior concentração populacional durante os períodos de férias. Neste contexto, os atores, residentes fixos ou temporários, podem ser divididos em 3 grupos principais: os que exploram os recursos pesqueiros (pescadores artesanais e industriais, maricultores); os que utilizam o ambiente costeiro para recreação (mergulhadores amadores, pescadores desportivos, caçadores submarinos), e os que exercem funções/profissões na prestação de serviços no ambiente marinho (hidroviários, profissionais especializados, pesquisadores, prestadores de serviços subaquáticos, operadores de turismo e agentes governamentais).

No contexto social, uma das principais preocupações na faixa de praia, é a ocupação desordenada e não planejada da orla, com pressão crescente do processo de urbanização sobre as comunidades de pescadores que são conseqüentemente expulsas, diminuindo assim seu acesso ao mar, local de trabalho e subsistência.

**A pesca artesanal e industrial:**

A atividade pesqueira na costa paranaense é caracterizada por duas situações distintas: a pesca industrial, com maior capacidade operacional e a pesca artesanal, operada por pescadores habitantes das praias de mar aberto ou das adjacências das barras, nas saídas das baías.

A pesca costeira do Estado do Paraná é essencialmente artesanal e de subsistência, com a comercialização dos excedentes de produção, embora exista uma pequena frota camaroneira de barcos de maior porte em Guaratuba e Paranaguá. De qualquer forma, estes barcos utilizam baixa tecnologia e não possuem o porte das embarcações pesqueiras das frotas catarinense e paulista.

Segundo Paiva (1996), os dados de controle e desembarque encontram-se defasados e, na sua maioria, não disponíveis ou incipientes. Segundo Corrêa (1987), a produção de pescado das praias adjacentes contribuiu com 0,68% da produção total do Estado em 1986. Esta estimativa demonstra a clara falta de estrutura de acompanhamento da produção pesqueira, uma vez que a maioria do pescado comercializado nas praias não é contabilizado. Ainda, a captura realizada em águas paranaenses, pelas frotas de São Paulo e Santa Catarina, não são levadas em consideração como produção local, e desta forma deixando uma lacuna de informações para o controle pesqueiro.

De modo geral, as informações e estudos sobre a pesca artesanal do litoral do Paraná apontam para o esgotamento dos estoques e, por sua vez, ao agravamento do quadro sócio econômico das comunidades pesqueiras tradicionais (Corrêa *et al.* 1996; Karam & Toledo, 1996).

**Atividades recreacionais – pesca, mergulho, caça e náutica:**

Na área de Pontal do Sul, Guaratuba e Caiobá, onde existe infra-estrutura para a operação de turismo subaquático e de pesca desportiva (trapiches, marinas, suprimentos), destaca-se o incremento da atividade turística costeira e conseqüentemente um aumento da pressão antrópica sobre as três únicas ilhas costeiras (Currais, Itacolomís e Figueira). É possível observar a grande freqüência de visitantes recreacionais nas ilhas costeiras durante os períodos de veraneio. Além dos impactos ambientais, causados pela deseducação e desinformação dos

usuários sobre os processos ecológicos, a fragilidade dos ecossistemas, e a falta de conhecimento de procedimentos corretos em atividades de mergulho contemplativo, pesca desportiva, caça submarina e manuseio de embarcações, os conflitos entre os atores recreacionais tem crescido (Borzzone, 1994).

### **Atividades hidroviárias:**

A área de influência da Baía de Paranaguá abriga as instalações de dois portos importantes para a economia do Estado e do País. Segundo a administração do Porto, o crescimento médio das cargas gira em torno de 8% ao ano, sendo que a movimentação no ano 2.000 foram mais de 30 milhões de toneladas. O Porto de Paranaguá possui na área de interior da baía, um canal de acesso de 200 m de largura, com profundidade média de 12 m., que segue em direção a Antonina, porém as profundidades decrescem e permitem o acesso de navios com menores calados.

O principal acesso marítimo aos Portos de Paranaguá e Antonina é feito pelo Canal da Galheta, detalhado nas cartas náuticas do DHN no 2176, 1821, 1822 e 1823, o qual permite uma navegação segura para embarcações de grande porte. O fundeio de espera de navios para a entrada na baía e acesso aos portos é feito nas áreas de mar aberto, especificamente destinadas para este fim, conforme cartas de Marinha 1822/1823. A distância desta área para a área escolhida para a implementação de recifes artificiais é considerável e a execução do projeto não oferece nenhum obstáculo de acesso aos portos. Mesmo considerando a eventual passagem de navios fora da rota normal de navegação em mar aberto, isto é, paralelamente à linha de costa e em isóbatas superiores a 30 metros, a área escolhida para a instalação de recifes artificiais é segura, constando sua localização em carta náutica. Navios de grandes calados, acima de 41 pés, mesmo que em condições adversas de estado do mar, níveis baixos de marés e ondulações elevadas, poderiam, sem risco à navegação, navegar sobre as áreas com recifes submersos.

### **Atividades governamentais- fiscalização e monitoramento ambiental:**

Uma breve avaliação dos serviços de fiscalização e proteção dos recursos naturais renováveis na área costeira permite concluir que existe uma grande

defasagem da infra-estrutura de fiscalização e dificuldades para o cumprimento das tarefas de campo e dos serviços públicos de atendimento à população afetada pela degradação ambiental, tais como a penalização de atores de danos ambientais e a falta de monitoramento da qualidade ambiental. Este quadro é ainda mais grave nas áreas de mar aberto, em relação aos crimes e infrações cometidos na pesca profissional e amadora. São constantes as demandas dos setores mais conservadores da pesca (pescadores artesanais) em relação aos crimes ambientais e ao patrimônio privado, causados pelas frotas industriais de arrasteiros e sardinheiros. Nestes casos, os órgãos ambientais ficam quase que impossibilitados de executar a fiscalização e a averiguação das denúncias devido à falta de embarcações adequadas para operar em mar aberto.

As estruturas físicas regionais de órgãos federais e estaduais, como o IBAMA, o Instituto Ambiental do Paraná, a Polícia Florestal e a Delegacia do Ministério da Agricultura estão localizadas no Município de Paranaguá. Embora possuam veículos terrestres e alguns veículos náuticos, a localização longe das áreas costeiras, a falta de pessoal e a inadequação dos equipamentos de transporte, tornam a fiscalização inadequada e quase inexistente.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O programa RAM já possui imenso material de pesquisa e dados disponíveis, o que necessitou uma sistematização destes dados para a avaliação de impactos.

- Na primeira fase foram levantadas todas estas informações;
- Além da coleta destes dados, com a orientação dos técnicos do Projeto RAM, foi realizado um mergulho técnico, de observação e constatação da existência das espécies avaliadas e das principais informações indicadas até o momento;
- Na segunda etapa, com maior conhecimento prático e teórico, foi iniciada a parte escrita do TCC, e uma discussão com os principais técnicos envolvidos, através de reunião específica, em local e hora pré-estabelecidos;
- Na terceira etapa, foi feita a relação das principais atividades atuais do RAM, listado os impactos (+ e/ou -) que produzem no meio físico, biológico e antrópico e então valorado de acordo com o método de GUT;
- Na quarta etapa, sugestões em como minimizar ou eliminar os impactos negativos;
- Na quinta etapa os dados consolidados foram formatados e apresentados para uma revisão prévia do orientador e nova discussão destes resultados com os técnicos envolvidos, permitindo correção de eventuais dados não avaliados e homogeneização do processo quanto a suas características técnicas;
- A parte final, foi sua revisão final, elaboração final do trabalho e sua apresentação.

### **Metodologia:**

O Programa RAM é reconhecidamente uma atividade mitigadora de impactos ambientais diversos, e com vários benefícios ao ambiente. Mesmo assim, de maneira objetiva possui alguns impactos, mesmo que localizados, que são objeto deste TCC, e para sua avaliação adota-se metodologias já conhecidas e testadas.

Dentre as varias metodologia sugeridas, uma das adotadas é a para a elaboração de EIA/ RIMA (FLORIANO, Eduardo P., 2002), que sugere a avaliação de impacto realizada com base nas características de:

- a) **IMPORTÂNCIA:** representada pelo mérito dado ao fato quanto a seu efeito ambiental;

- b) MAGNITUDE: representada pela intensidade em caso de ocorrência;
- c) SEVERIDADE: dada pelo cruzamento da importância e magnitude;
- d) FREQUENCIA / PROBABILIDADE: representada pela ocorrência passada ou probabilidade de ocorrer;
- e) SIGNIFICANCIA: que pode ser uma exigência legal, uma política voluntária, ou uma exigência de parte interessada.

Também o método GUT (Gravidade / urgência / tendência) vem sendo utilizado largamente em administração de problemas e é descrito por CARVALHO (1997).

O critério “gravidade” do GUT é semelhante à “severidade” da metodologia para elaboração do EIA/RIMA.

O critério “urgência” do GUT caracterizado pela premência do tempo, é conjugada com o Princípio da Precaução, objeto da análise para certificação do manejo florestal pelo FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC) e do capítulo 35 da AGENDA 21, “A ciência para o desenvolvimento sustentável”, que diz o seguinte:

*“A abordagem da precaução pode oferecer uma base para políticas relativas aos sistemas complexos que ainda não são plenamente compreendidos e cujas conseqüências de perturbações não podem ainda ser previstas.”*

Neste caso, a iminência de que possa acontecer algo grave, que pode já ter ocorrido, pode estar acontecendo, ou que poderá ocorrer, determina o grau de urgência baseado no Princípio da Precaução, em que se tome uma providência em curtíssimo prazo (imediate, agora), em curto prazo (logo, nos próximos dias), em médio prazo (em breve, nas próximas semanas), em longo prazo (nos próximos meses), ou longuíssimo prazo ( nos próximos doze meses); de forma que, em acontecendo, as conseqüências sejam anuladas ou minimizadas.

A precaução é, também, objeto de análise de responsabilidade por danos ao meio ambiente previsto no Decreto Federal Nº 3179/99, em seu artigo 41, Parágrafo primeiro:

“VI - deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível”.

Assim, riscos potenciais, deverão ser caracterizados pela iminência em acontecer, como critério de avaliação, tanto por exigência legal, quanto sócio-econômica, ou técnico-administrativa.

O critério “tendência” do GUT é semelhante a “probabilidade” do EIA/RIMA, pois ambos tratam das chances de algo ocorrer, embora tendência tenha a ver também com inclinação para melhorar ou piorar, sendo um critério mais completo que a simples probabilidade.

O critério “significância” usado na metodologia do EIA/RIMA é relacionado à “gravidade” do GUT, pois diz respeito a importância legal, ou para a organização, ou para seus clientes, podendo ser analisado como subcritério da importância, ao qual se considera incluso.

### Método de GUT

Fatores ambientais foram colocados na primeira coluna, considerando os meios físicos, bióticos e antrópicos:

- *Meio físico*= atributos como água, ar e solo;
- *Meio biótico*= atributos como espécies, populações e hábitat e comunidades da fauna e flora;
- *Meio antrópico*= atributos como atividades econômicas, população e uso das águas.

Valoração:

- *Impacto*: positivo e/ou negativo;
- *Gravidade*: diz respeito à severidade do impacto ambiental ou gravidade intrínseca;
- *Urgência*: refere-se aos riscos quanto aos custos para correção do impacto ambiental, bem como ao efeito gerado na imagem da organização;
- *Tendência*: diz respeito à probabilidade de ocorrência do impacto ambiental durante a vida útil das instalações da organização;
- *Nota*: Gravidade x Urgência x Tendência.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Principais atividades atuais do Ram:

A identificação das atividades do empreendimento devem ser todas listadas para a identificação de seus impactos.

#### Construção:

Formas: formas de fibra de vidro, bóias de diversos tamanhos, chapas de compensado e pinos de aço galvanizado.

Material: concreto com traço 1; 2; 3, utilizando cimento Portland resistente a sulfatos, areia brita nº 1 e superplastificante.

#### Armazenamento:

Em um local a céu aberto.

#### Lançamento:

Transporte para embarcações: efetuado com uma pá-carregadeira até o atracadouro, isto quando próximo da área de construção, do contrário é efetuado com caminhão e munk.

Transporte náutico: realizado com uma balsa de transporte rodoviário reclassificada para navegação em mar aberto.

Lançamento: a operação é realizada com o auxílio da pá-carregadeira que empurra os recifes para a água.

#### Monitoramento:

Realizado com embarcação de 22 pés com motores a gasolina quatro tempos e mergulhadores especializados.

As notas de 1 (um) a 3 (três), do método de GUT, estão explicadas na tabela 5.1 para melhor compreensão dos resultados obtidos.

**Tabela 5.1.** Priorização do método de GUT

NOTAS	GRAVIDADE (SEVERIDADES)	URGÊNCIA (RISCOS)	TENDÊNCIA (PROBABILIDADES)	GxTxU
3	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves, comprometendo a integridade física, saúde e a própria vida das comunidades biológicas, bem como o seu equilíbrio.	Representam riscos de altos custos para a correção do impacto ambiental e a imagem da organização, podendo ficar extremamente prejudicada.	Representa alta probabilidade de ocorrência do impacto ambiental. É esperado que ocorra inúmeras vezes na vida útil das instalações.	27
2	Os prejuízos são muito graves, implicando em problemas para as comunidades biológicas.	Representam riscos de moderados custos para a correção do impacto ambiental e a imagem da organização podendo ficar muito prejudicada.	Representa moderada probabilidade de ocorrência do impacto ambiental. É provável que ocorra mais de uma vez durante a vida útil das instalações.	8
1	Os prejuízos são pouco graves, porém não comprometem a integridade física, saúde e a própria vida das comunidades biológicas e nem o seu equilíbrio.	Representa riscos de pequenos custos para a correção do impacto ambiental e pequeno dano, podendo ficar prejudicada a imagem da organização.	Representa pequeno ou remota probabilidade de ocorrência do impacto ambiental. Ocorre ao menos uma vez durante a vida útil das instalações.	1

A avaliação dos Impactos Ambientais está na tabela 5.2, foram avaliados os impactos diretos, os quais ficam restritos a área e na fase da implantação.

**Tabela 5.2.** Identificação e valoração dos impactos do RAM / método de GUT

FATORES AMBIENTAIS	Impactos	Valoração				Significância
		I	G	U	T	total
<b>Meio Físico</b>	Modificação do fundo arenoso do mar	-	1	1	1	-1
	Diminuição da transparência da água (até o assentamento dos recifes)	-	1	1	1	-1
	Área terrestre de armazenamento dos recifes	-	1	1	1	-1
	Vazamento de óleo / gasolina (das embarcações)	-	1	2	2	-4
	Poluição atmosférica	-	1	2	2	-4
<b>Meio Biológico</b>	Eliminação de habitat	-	1	1	1	-1
	Eliminação de espécies	-	1	1	1	-1
	Criação de novos habitats	+	1	3	1	+3
	Aumento de no. de espécies (biodiversidade)	+	1	1	1	+1
	Criação de corredores ecológicos	+	1	1	2	+2
	Conservação de biodiversidade	+	1	1	1	+1
	Aumento biomassa pesqueira	+	1	1	2	+2
	Geração de substratos	+	1	1	1	+1
	Diminuição da pressão antrópica sobre áreas naturais	+	1	1	3	+3
	Amostras para monitoramento	-	1	1	2	-2
	Mergulhadores	-	1	1	3	-3
	Diminuição da pesca de arrasto	+	1	1	2	+2
	Ruídos dos motores das embarcações	-	2	2	2	-8
<b>Meio Antrópico</b>	Fomento da pesca esportiva	+	2	1	3	+6
	Aumento indústria de turismo (pesca desportiva, mergulho)	+	1	1	3	+3
	Fomento da pesquisa científica	+	1	1	2	+2
	Incremento da pesca local	+	1	1	2	+2
	Perda de redes de arrasto	-	1	1	2	-2
	Desenvolvimento de tecnologias	+	1	2	1	+2
	Paisagismo submarino	+	1	1	1	+1

I – impacto + ou – / G – gravidade / U – urgência / T – tendência

**Tabela 5.3.** Identificação e valoração dos impactos do RAM / método de GUT

(Meio Físico)

FATORES AMBIENTAIS	Impactos	Valoração				Significância
		I	G	U	T	
Meio Físico						
	Diminuição da transparência da água (até o assentamento dos recifes)	-	1	1	1	-1
	Área terrestre de armazenamento dos recifes	-	1	1	1	-1
	Vazamento de óleo / gasolina (das embarcações)	-	1	2	2	-4
	Poluição atmosférica	-	1	2	2	-4
	Modificação do fundo arenoso do mar	+	1	1	1	+1

I – impacto + ou – / G – gravidade / U – urgência / T – tendência

**Justificativa das Significâncias negativas maiores:****Vazamento de óleo / gasolina (das embarcações):**

I – negativo para o caso de ocorrência, pode afetar a biodiversidade marinha.

G – baixa, mesmo se tratando de um poluente sua quantidade é mínima.

U – Médio, pelo custo eventual mudança de tecnologia das embarcações para uso de motores 4 (quatro) tempos e maior proteção para os tanques de combustível.

T – médio, ocorrendo com maior frequência mesmo que em pequena quantidade junto com a descarga dos motores.

**Poluição atmosférica:**

I – negativo, devida a utilização de máquinas, veículos e embarcações durante toda a implantação.

G – baixo, por ser em pequenos volumes.

U – médio custo eventualmente melhorando os sistemas de filtro e revisões dos equipamentos dos veículos e embarcações.

T – médio, ocorrendo com maior frequência mesmo que em pequenos volumes junto com a descarga dos motores.

**Tabela 5.4.** Identificação e valoração dos impactos do RAM / método de GUT (Meio Biológico)

FATORES AMBIENTAIS	Impactos	Valoração				Significância
		I	G	U	T	
Meio Biológico						
	Eliminação de espécies	-	1	1	1	-1
	Criação de novos habitats	+	1	3	1	+3
	Aumento de no. de espécies (biodiversidade)	+	1	1	3	+3
	Criação de corredores ecológicos	+	1	1	2	+2
	Conservação de biodiversidade	+	1	1	1	+1
	Aumento biomassa pesqueira	+	1	1	2	+2
	Geração de substratos	+	1	1	1	+1
	Diminuição da pressão antrópica sobre áreas naturais	+	1	1	3	+3
	Amostras para monitoramento	-	1	1	2	-2
	Mergulhadores	-	1	1	3	-3
	Diminuição da pesca de arrasto	+	1	1	2	+2
	Ruídos dos motores das embarcações	-	2	2	2	-8
	Eliminação de habitat	-	1	1	1	-1

I – impacto + ou – / G – gravidade / U – urgência / T – tendência

### **Justificativa das Significâncias negativas maiores:**

#### **Mergulhadores:**

I – negativo, no ponto de vista biológico pode perturbar o bem estar da comunidade marinha ou gerar algum impacto ambiental no local dos RAM's, mesmo que em pequena proporção.

G – baixa, pois não comprometem a integridade física, a saúde ou a vida da comunidade marinha local.

U – baixa, pois não cabe nenhuma prioridade em diminuir os mergulhos

T – alta, há uma grande probabilidade de ocorrência de um impacto ambiental, em um prazo longuíssimo da vida útil das instalações.

**Ruído dos motores das embarcações:**

I – negativo, pois é constante devido ao aumento da procura dos RAM's, tanto para pesca quanto para mergulho.

G – médio, podendo implicar problemas para a comunidade biológica do local.

U – média, pois os custos para troca de tecnologia é um pouco elevada.

T – média, pois a tendência de ocorrência do impacto é moderada. Não é alta devida a profundidade que os RAM's estão instalados.

**Tabela 5.5.** Identificação e valoração dos impactos do RAM / método de GUT (Meio Antrópico)

FATORES AMBIENTAIS	Impactos	Valoração				Significância
		I	G	U	T	
Meio antrópico	Fomento da pesca esportiva	+	1	1	3	+3
	Aumento indústria de turismo (pesca desportiva, mergulho)	+	1	1	3	+3
	Fomento da pesquisa científica	+	1	1	2	+2
	Incremento da pesca local	+	1	1	2	+2
	Perda de redes de arrasto	-	1	1	2	-2
	Desenvolvimento de tecnologias	+	1	2	1	+2
	Paisagismo submarino	+	1	1	1	+1

I – impacto + ou – / G – gravidade / U – urgência / T – tendência

**Justificativa das Significâncias negativas maiores:****Perda de redes de arrasto:**

I – negativo para a comunidade pesqueira da região.

G – baixa, pois não comprometem a integridade física, a saúde ou a vida da comunidade marinha local.

U – baixa, pois não cabe nenhuma prioridade a esse tipo de atividade.

T – média, devido a tendência de ocorrência do impacto que é moderada.

Os impactos avaliados se encontram nas operações de construção e instalação dos RAM's, e não indicam restrições ou tendência para aplicação dos Princípios da Prevenção ou da Precaução.

Através da avaliação feita acima, pode-se notar que 56% dos impactos são positivos e 44% negativos, na fase avaliada de implantação, que é a que envolve o maior número de atividades e a intervenção direta no meio para a instalação física dos RAM's no assoalho marinho.

Dos impactos negativos, o mais significativo é o ruído dos motores das embarcações, atingindo um total de 8 (oito) pontos numa escala de 1 a 27. Mesmo sendo o impacto negativo mais significativo, não chega a abalar o equilíbrio do ecossistema, e compõe vetor de impacto de todas as atividades aquáticas que envolvam embarcações, ou meios motorizados.

A maioria dos impactos negativos são momentâneos, de curto prazo, como é o caso da eliminação do habitat primário do assoalho marinho, constituído de areia e outros grânulos, mas que contém algum tipo de vida, e que depois se transforma em um impacto positivo com a transformação deste assoalho em uma dinâmica estrutura, contribuindo com substratos para o aumento da biodiversidade marinha do local da implantação, além de grande parte dos organismos que habitam o assoalho marinho natural continuam a conviver com os RAM's, ou no seu entorno.

Não existe riscos de eliminação ou extinção de espécies, bem como de irreversibilidade do processo, já que em extrema necessidade os RAM's podem ser retirados, hipótese desconsiderada por não existir nenhuma indicação ou necessidade neste sentido.

Na tabela 5.6 abaixo, foram avaliados os mesmos impactos após 3 anos da implantação, modificando a porcentagem de impactos positivos e negativos para 63% e 37% respectivamente e em eliminando alguns impactos avaliados, como é o caso da diminuição da transparência da água.

Tabela 5.6. Identificação e valoração dos impactos do RAM / método de GUT

FATORES AMBIENTAIS	Impactos	Valoração				Significância
		I	G	U	T	total
Meio Físico	Modificação do fundo arenoso do mar	+	1	1	1	+1
	Área terrestre de armazenamento dos recifes	-	1	1	1	-1
	Vazamento de óleo / gasolina (das embarcações)	-	1	2	2	-4
	Poluição atmosférica	-	1	2	2	-4
Meio Biológico	Eliminação de habitat	-	1	1	1	-1
	Eliminação de espécies	-	1	1	1	-1
	Criação de novos habitats	+	1	3	1	+3
	Aumento de no. de espécies (biodiversidade)	+	1	1	1	+1
	Criação de corredores ecológicos	+	1	1	2	+2
	Conservação de biodiversidade	+	1	1	1	+1
	Aumento biomassa pesqueira	+	1	1	2	+2
	Geração de substratos	+	1	1	1	+1
	Diminuição da pressão antrópica sobre áreas naturais	+	1	1	3	+3
	Amostras para monitoramento	-	1	1	2	-2
	mergulhadores	-	1	1	3	-3
	Diminuição da pesca de arrasto	+	1	1	2	+2
	Ruídos dos motores das embarcações	-	2	2	2	-8
Meio Antrópico	Fomento da pesca esportiva	+	2	1	3	+6
	Aumento indústria de turismo (pesca desportiva, mergulho)	+	1	1	3	+3
	Fomento da pesquisa científica	+	1	1	2	+2
	Incremento da pesca local	+	1	1	2	+2
	Perda de redes de arrasto	-	1	1	1	-1
	Desenvolvimento de tecnologias	+	1	2	1	+2
	Paisagismo submarino	+	1	1	1	+1

I – impacto + ou – / G – gravidade / U – urgência / T – tendência

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o Programa RAM é viável do ponto de vista operacional e rentável do ponto de vista sócio econômico. Lembrando que seus impactos trazem maior benefícios ao ecossistema local, tal como a conservação deste e de varias espécies em risco de extinção, como os Meros (*Epinephelus itajara*).

É uma tecnologia e atividade sustentável por ser ecologicamente equilibrada, economicamente viável e socialmente justa (PIZZATTO, L. 1982).

O Brasil tem condições adequadas para assentamento de recifes artificiais em sua plataforma, em especial na costa do Estado do Paraná, e precisa urgentemente recuperar o tempo perdido se no futuro quiser estar entre as nações costeiras que dominam e exploram de modo racional e sustentado o oceano e seus recursos naturais.

O uso de sucatas na construção (pneus, carros, embarcações, etc...) de recifes artificiais apresenta vantagens econômicas óbvias pelo seu baixo custo produtivo, contudo as potencialidades de riscos ao ambiente são grandes, enquanto que o Programa RAM evita que o fundo do mar vire um depósito de “sucatas”, com tecnologias próprias e adequadas a fim de minimizar o impacto ambiental.

Segue ainda o principio de adotar um critério ético que elimine o uso generalizado de resíduos ou “lixo” em nossos oceanos, que podem gerar criticas ou permitir o uso indiscriminado de resíduos indesejáveis, além de integrar o programa a estrutura cênica dos ecossistemas trabalhados.

Os estudos existentes sobre recifes artificiais marinhos demonstram que estas estruturas, seja para utilização em conservação da biota, seja para incremento da produção pesqueira, para a contemplação, ou para outros usos específicos, devem ser projetadas e implementadas como habitats e não como simples estruturas de concreto. Desta forma, diversos estudos demonstram que o “design” das unidades e dos sistemas recifais (arranjo dos grupos de recifes) devem ser planejados para beneficiar espécies de interesse, e sendo assim, os habitats artificiais devem refletir as necessidades do ambiente físico para estas espécies. A tecnologia e os conhecimentos científicos deste Programa foram utilizados na projeção e confecção

das estruturas artificiais para gerar habitats estáveis, ambientalmente seguros e eficientes, atendendo estas preocupações.

A maioria dos impactos negativos, estudados neste trabalho, são momentâneos de curto prazo, como é o caso da eliminação do habitat primário do assoalho marinho, constituído de areia e outros grânulos, mas que contém algum tipo de vida, e que depois se transforma em um impacto positivo com a transformação deste assoalho em uma dinâmica estrutura, contribuindo com substratos para o aumento da biodiversidade marinha do local da implantação, além de grande parte dos organismos que habitam o assoalho marinho natural continuam a conviver com os RAM's, ou no seu entorno. Não existindo riscos de eliminação ou extinção de espécies, bem como de irreversibilidade do processo, já que em extrema necessidade os RAM's podem ser retirados, hipótese desconsiderada por não existir nenhuma indicação ou necessidade neste sentido.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGULO, R.J. 1992. Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo. 334p.
2. BIGARELLA, J.J. 1946. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. *Arq. Biol. Tecn., Curitiba*, 1:75-11.
3. BIGARELLA, J.J.; Freire, S.S., 1960. Nota sobre a ocorrência do cascalheiro marinho no litoral do Paraná. *Bol. Univ. Parana. Geol., Curitiba*, 3:1-22.
4. BORZONE, C.A. 1994. Proposta para a categoria e o manejo das Ilhas Oceânicas do Litoral do Paraná. Pontal do Sul. 125 f. Relatório Técnico – Universidade Federal do Paraná.
5. BORZONE, C.A.; P.R. Pezzuto. 1997. Relatório técnico dos cruzeiros do Projeto Vieira. I. Cruzeiro I (4 a 9 de dezembro de 1995). Notas Técnicas da FACIMAR, vol. 1. p.67-80.
24. BRANDINI, F.P. ed. Mémórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton. Curitiba. 190 P.
6. BRANDINI, F.P.; Silva, A.S. 2000. Recifes artificiais vs biodiversidade marinha: o exemplo do Estado do Paraná. V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Vitória, Espírito Santo, 10 a 15 outubro. p. 299-300.
7. BRANDINI, F.P., 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off Southeastern Brazil during winter (July / August 1982) and summer (February / March 1984) . *Hydrobiologia* 196: 111- 148.
8. BRANDINI, F.P. 1990a Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off Southeastern Brazil during winter (july/August 1982) and summer (February/march 1984) *Hydrobiologia* 196:111-148.
9. BRANDINI, F.P. 1990b. Produção primária e características fotossintéticas do fitoplâncton na região sueste do Brasil. *Bolm. Inst. oceanogr.* 38(2): 147-159
10. CAMPOS, E.J.D., Gonçalves, J.E. & Ikeda, Y. 1995. Water mass structure and geostrophic circulation in the South brazilian Bight. *J. Geophysical Research*, 100, 18 537- 18 550.

11. BRANDINI, F.P., C.L.B. Moraes & C.A.C. Thamm, 1989. Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano- and microplankton community off southeastern Brazil. In F.P. Brandini (ed.), *Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá (PR): 47- 55.
12. BRANDINI, F.P.; MORAES, C.L.B. & THAMM, C.A. 1989 Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano-microplankton community off Southeastern Brazil. *In*:
13. BRANDINI, F. P.; Thamm, C. A.; Ventura, I. 1988. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III. Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll-a. *Nerítica* 3(1):1-30.
14. BRANDINI, F.P. 1986. Hidrografia e características do fitoplâncton da região sudeste do Brasil: produção primária, biomassa e composição. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 110 p.
15. CARVALHO, Humberto M. de. Metodologia de Processo Decisório – Análise de Situações. Linhares: Curso de pós-graduação em Administração Estratégica de Recursos Humanos, FACCEL, 1997.
16. CARVALHO, J.L.B.; Schettini, C.A.F. & T.M. Ribas, 1998. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinense. *Notas Tec. FACIMAR*, 2:181-197, 1998. p.181-197
17. CASTRO FILHO, B.M.C.; Miranda, L.B. & Miyao S.Y. 1987. Condições oceanográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: Variações sazonais e em média escala. *Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo*, 35(2):135-151.
18. CASTRO FILHO, B.M.C. 1990. Estado atual dos conhecimentos dos processos físicos das águas da Plataforma Continental Sudeste do Brasil. *Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. ACIESP*. 1:1-19.
19. CORRÊA, M.F.M. 1987. Ictiofauna da Baía de Paranaguá. Levantamento e produtividade. Dissertação de Mestrado. Departamento de Zoologia, UFPR. Curitiba. 465p.
20. CORRÊA, M.F.M. 1992. *Necton* - Ictiofauna do Litoral do Estado do Paraná. *In: Levantamento dos Dados Pretéritos da Bacia de Santos. Relatório, PETROBRÁS. Vol.5.*

21. CORRÊA, M.F.M.; Pinheiro, P.C.; Lemos, P.H. de B. & Pinto, E.F. 1996. Diagnóstico da pesca da APA de Guaraqueçaba In: *Zoneamento Ecológico Econômico da APA de Guaraqueçaba*. Relatório final. Convênio IPARDES/IBAMA. Inédito. 84p.
22. COSTA BRAGA, A. & YONESHIGUE- VALENTIN, Y. 1994. Growth of *Laminaria abyssalis* (Phaeophyta) at different nitrate concentrations. *Phycologia* 33(4): 271- 274.
23. DITTON, R.B. & GRAEFE, A.R. 1978. Highlights: recreational fishing use of artificial reefs on the Texas Coast. TAMU, Texas Coastal and Marine Council, Austin, Texas, Senator A.R. Schwartz, Chairman.
24. DUCLERC, J. & DUVAL, C. 1986. Les récifs artificiels en Méditerranée française. *Equinoxe*, nº 11: 27- 31.
25. ECOPLAN – Instituto. 2003. Relatório de execução e confecção de confecção, instalação e monitoramento de Recifes Artificiais Marinhos no litoral do estado do Paraná. Curitiba.
26. ECOPLAN – Instituto. 2002. Relatório de execução e confecção de confecção, instalação e monitoramento de Recifes Artificiais Marinhos no litoral do estado do Paraná. Curitiba, 86p.
27. ECOPLAN – Instituto. 2001. Relatório de execução e confecção de confecção, instalação e monitoramento de Recifes Artificiais Marinhos no litoral do estado do Paraná. Curitiba.
28. ECOPLAN – Instituto. 1999. Programa RAM / PR – Recifes Artificiais Marinhos – Relatório técnico-científico. Centro de Estudos Marinhos - CEM (UFPR). Curitiba.
29. EMILSON, I. 1961. The shelf and coastal waters of southern Brazil. *Bol. Inst. Oceanogr. S Paulo*, 11(2): 101-112. Instituto Ambiental do Paraná - IAP.1994. *Projeto Floresta Atlântica*. Curitiba.
30. EMILSSON, I. 1959. Alguns aspectos físicos e químicos das águas marinhas brasileiras. *Ciência e Cultura* 11(2): 44- 54.
31. FAO. 1990. Report of the First Session of the working Group on Artificial Reefs and Mariculture. In: FAO Fisheries Report 428. Ancona, 1989.
32. FLORIANO, E. P. Proposta de metodologia de análise ambiental na produção brasileira de madeira de *Eucalyptus* para celulose. Universidade Regional do

Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, curso de pós-graduação acadêmica em Gestão ambiental. Santa Rosa, 2002, 52p.

33. HUECKEL, G.J.; BUCLEY, R.M. & BENSON, B.L., 1989. Mitigating Rocky Habitat Loss Using Artificial Reefs. *Bull. Mar. Sci.*, 44 (2): 913- 922.

34. KARAM, K.F. & Toledo, V. 1996. *Caracterização sócio-econômica e cultural da população tradicional da APA de Guaraqueçaba*. Zoneamento Ecológico Econômico da APA de Guaraqueçaba. Relatório - Convênio IPARDES/IBAMA, inédito. 103p.

35. KENNELLY S.J. 1999. The development and introduction of By-catch Reducing Technologies in three Australian Prawn-Trawl Fisheries. *Marine Technology Society Journal*. 33 (2). 73-81.

36. KNOPPERS, B.A. & Optiz, S.S. 1984. An annual cycle of particulate organic matter in mangrove waters, Laranjeiras Bay, Southern Brazil. *Arq.Biol.Tecnol.*, 27(1): 79- 93.

37. KNOPPERS, B.A.; Brandini F.P. & Thamm, C.A.C. 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. II. Some physical and chemical characteristics. *Nerítica*, 2(1): 1- 36.

38. LANA, P. C.; Camargo, M.G.; Brogin, R.A.; V.J. Issac. 1996. O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996). Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE. Rio de Janeiro: FEMAR.

39. LEVINTON, J.S. 1982. *Marine ecology*. Prentice-Hall. New Jersey. 526p.

40. LIMA, L.O.A. 1987. *Mergulhar* 28: 51- 58.

41. MAACK, R. 1981. *Geografia física do Estado do Paraná*. Livraria José Olympio Editora, Rio de Janeiro; Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná....p.

42. MARTINS, M.R. 1994. Estudo da massa d'água superficial das Baías de Paranaguá e Antonina PR., utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento. Dissertação de Mestrado, Deto de Geociências, UNESP, Rio Claro, 156p.

43. MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Ci. Cult.*38(8): 1439-1450

44. MATSUURA, Y. 1996. A probable cause of recruitment failure of the Brazilian sardine *Sardinella aurita* population during the 1974/75 spawning season. *S. Afr. J. mar. Sci.* 17:29-35.
45. MATSUURA, Y. 1995. Exploração Pesqueira. In: Os ecossistemas Brasileiros e os Principais Macrovetores de Desenvolvimento. Subsídios ao planejamento da gestão ambiental – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA – Brasília, MMA, p.39 – 47.
46. MCLINTOSH, G.S. 1981. A concept for artificial reefs as fishery management tools in the United States. *Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium, Manila, 1981, vol. 1:99- 103.*
47. MOTTET, M.G. 1986. Enhancement of the Marine Environment for fisheries and Aqua-culture in Japan. In: *Artificial Reefs*, F.M D'Itri (ed), Lewis Publ. Inc., USA.
48. PAIVA, M.P. 1996. *Recursos Pesqueiros. In: Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil.* Min. do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal- MMA/Sec. de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente - SMA. Programa Revizée. Petrobrás. 1996. *Estudos Ambientais em Áreas Costeiras e Oceânicas no Sul do Brasil.* Relatório final. 178p.
49. PEZZUTO, P. R., Borzone C.A. Abrahão, R.L.B.E., Brandini, F.P.& E.C. Machado 1998. Relatório técnico dos cruzeiros do Projeto Vieira III. Cruzeiros IV (maio de 1996) a XIV (maio de 1997). *Notas Técnicas da FACIMAR*, 2:109-129.
50. PEZZUTO, P.R. & C. Borzone. 1997. Relatórios dos cruzeiros do projeto Vieira. Cruzeiros II (15-17 março de 1996) e III (20-22 abril de 1996). *Notas Técnicas da FACIMAR*. 1:81-88.
51. PIZZATTO, L. 1982. Apresentação do “Manejo Ambiental”, IV Congresso Florestal Brasileiro. Belo Horizonte – MG.
52. PL. 07032/2002- Projeto de Lei, Pizzatto, L. Cria o Parque Nacional das Ilhas dos Currais, no Estado do Paraná. Câmara dos Deputados. 25 maio 2002.
53. PORTARIA 121/02. Proibição da pesca do Mero (*Epinephelus itajara*). . 20 agosto 2002.
54. PORTELLA, K.F.; Nogueira, J.R.G.; Kormann, A.C.M.; Baron, O.; Cantão, M.P.; Henke S.L.; Joukoski, A.; Kenny, E.D.; Silva, A.S.; Ceron, C. 2001. Estudo de

dosagem e desempenho de concreto para a construção de recifes artificiais marinhos. Um ano de envelhecimento natural a 17 m. de profundidade na Costa do Estado do Paraná. In: 43º Congresso Brasileiro de Concreto. Foz do Iguaçu. 16- 20 Agosto.

55. REBELLO, J. & Brandini, F.P. 1990. Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá, Paraná (junho/87-fevereiro/88). *Neritica*, 5(1): 95-111.

56. RISK, M.J. 1981. Artificial Reefs in Discovery Bay, Jamaica. *Atoll. Res. Bull.*, 255:91- 100

57. SCHERER-NETO, P., Straube, F. C. 1989. Ornitologia. In: *Zoneamento do litoral paranaense*. Curitiba, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 127-141.

58. SILVA, A. S. 2001. Estrutura e dinâmica de comunidades epilíticas de habitats artificiais e suas relações com os fatores ambientais na plataforma rasa do Estado do Paraná. Tese de Doutorado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 178pp.

59. SILVA, E.T.; Silva, A.S.; Brandini, F.P.; Brusamolín, F.P. 1997. Recifes Artificiais Marinhos (RAM): Uma proposta de conservação da biodiversidade e desenvolvimento da pesca artesanal na costa do Estado do Paraná. Anais da Semana Nacional de Oceanografia. UNIVALI/FACIMAR, Itajaí, 5 a 10 de outubro. p.566-569.

60. YONESHIGUE- VALENTIN, Y. 1990. The life cycle of *Laminaria abyssalis* (Laminariales, Phaeophyta) in culture. *Hydrobiologia* 204/ 205: 461- 466.

61. ZALMON, I.R. 1995. Programa Recifes Artificiais no Litoral Norte do Estado do Rio de Janeiro. Projeto (não publicado), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Biociências e Biotecnologia, 19p.