

**PROJETO PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO DOS
ECOSSISTEMAS BRASILEIROS – PROECOS PROJETO
PNUD BRA/00/009 – PRODUTO 3.**

**ESTUDO DE CAPACIDADE DE
CARGA E DE OPERACIONALIZAÇÃO
DAS ATIVIDADES DE TURISMO
NÁUTICO NO PARQUE NACIONAL
MARINHO DE FERNANDO DE
NORONHA**

por Osmar J. Luiz Jr.

Brasília, Dezembro de 2009



Conteúdo

Sumário executivo	iii
Introdução	01
Mergulho Autônomo	06
Impactos ambientais causados pelo turismo de mergulho	07
Determinação da capacidade de carga para o mergulho autônomo no PARNAMAR	09
<i>O conceito de capacidade de carga</i>	09
<i>A capacidade de carga no manejo do mergulho autônomo</i>	10
<i>O método Cifuentes</i>	12
<i>Resultados da estimativa da capacidade de carga para o mergulho autônomo no PARNAMAR</i>	13
Discussão sobre a capacidade carga para o mergulho autônomo no PARNAMAR	41
<i>Número máximo de mergulhadores simultâneos por ponto de mergulho</i>	41
<i>Quantidade máxima de barcos simultâneos por ponto de mergulho</i>	41
<i>Número máximo de mergulhadores por dia em cada ponto de mergulho</i>	42
<i>O mergulho noturno no PARNAMAR</i>	43
<i>A capacidade de carga anual dos pontos de mergulho</i>	43
Monitoramento Ambiental dos Pontos de Mergulho	44
O Mergulho Autônomo em Fernando de Noronha e os Golfinhos Rotadores	45
<i>Programa de pesquisa sobre a influência do mergulho no comportamento dos golfinhos-rotadores</i>	47
Mergulho Livre	49
Determinação da capacidade de carga para o mergulho livre no PARNAMAR	51
<i>Elementos do cálculo de capacidade de carga</i>	51
Discussão sobre a capacidade carga para o mergulho livre no PARNAMAR	58

Passeio de Barco	60
Impactos ambientais causados por embarcações de passeio	60
<i>O impacto ambiental causado pela utilização de âncoras</i>	<i>62</i>
<i>O impacto do trânsito de embarcações aos golfinhos-rotadores</i>	<i>63</i>
<i>O distúrbio visual na paisagem causado pelas embarcações</i>	<i>64</i>
Determinação da capacidade de carga para passeios de barco no PARNAMAR	64
<i>Elementos considerados no cálculo de capacidade de carga</i>	<i>64</i>
<i>Ancoragem</i>	<i>64</i>
<i>Presença de Golfinhos rotadores</i>	<i>65</i>
<i>Trajetos e duração do passeio de barco</i>	<i>69</i>
<i>Distúrbio visual da paisagem</i>	<i>70</i>
Discussão sobre a capacidade carga para passeios de barco no PARNAMAR	70
Protocolo de adequação ambiental para as embarcações de turismo no PARNAMAR	73
<i>Quanto as embarcações</i>	<i>73</i>
<i>Comprometimento ambiental das empresas de turismo</i>	<i>74</i>
Mergulho Rebocado	75
Impactos ambientais causados pelo mergulho rebocado	75
Boa prática da atividade de mergulho rebocado e qualidade percebida pelo visitante	76
Determinação da capacidade de carga para o mergulho rebocado no PARNAMAR	79
<i>Trajetos e duração do mergulho rebocado</i>	<i>79</i>
Referências	81

Sumário Executivo

Como qualquer atividade que se utiliza de recursos naturais, o ecoturismo necessita de manejo adequado para evitar que sua prática cause danos ambientais e coloque em risco a sua própria existência. Assim, estabelecer normas de uso turístico em ambientes naturais não tem apenas como objetivo proteger o ambiente natural dos danos causados pela visitação, mas também tem como finalidade proteger a viabilidade do empreendimento. O Arquipélago de Fernando de Noronha possui uma grande vocação para o desenvolvimento do ecoturismo; belas paisagens, praias selvagens, animais carismáticos e mar com águas quentes e claras. Entretanto, estas mesmas características que atraem tantos visitantes ao Arquipélago podem ter seu balanço ecológico afetado pela visitação descontrolada e entrar em colapso gerando sua degradação ambiental e a conseqüente perda de qualidade turística. As atividades náuticas relativas ao ecoturismo que são praticadas dentro da área do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha incluem Mergulho Autônomo, Mergulho Livre, Passeio de Barco e Mergulho Rebocado.

O presente trabalho analisou cada uma destas atividades. As características de cada uma, como podem causar danos ao meio ambiente e um histórico sobre as metodologias empregadas para o manejo destas atividades. A seguir, as principais informações apresentadas neste trabalho estão listadas abaixo.

Mergulho Autônomo:

- O mergulho autônomo é atualmente uma das mais importantes atividades de turismo náutico ao redor do mundo representando hoje um importante ramo da indústria de turismo internacional e uma parcela muito significativa da economia de muitas nações.
- O mergulho autônomo tem sido considerado uma atividade de baixo ou nenhum impacto ecológico. Apesar de exemplos de que a atividade pode ser perfeitamente sustentável evidências mostram que o uso indiscriminado pode causar severos danos ambientais. A ancoragem de embarcações sobre recifes representa o maior tipo de impacto direto da atividade de mergulho. Entretanto, em Fernando de Noronha, as embarcações de mergulho autônomo não lançam âncora ao fundo o que representa um enorme fator positivo da contenção dos impactos oriundos da atividade. Os mergulhadores podem infligir danos aos organismos bentônicos através de contatos físicos diretos através das nadadeiras, mãos, joelhos, mangueiras soltas e outras partes de seu corpo e equipamento.
- Apesar de recomendações anteriores para não se abrir novos pontos de mergulhos de uso público no PARNAMAR/FN além do que foi determinado no plano de manejo, foi percebido que outros pontos além dos recomendados vem sendo utilizados pelas operadoras de mergulho. Entre estes, o ponto de mergulho denominado “Morro de Fora” apresenta grande sensibilidade a atividade de mergulho e inúmeros indícios de

impactos causados por mergulhadores. Recomenda-se o fechamento imediato deste ponto para a prática de mergulho autônomo.

- Pesquisas prévias demonstram que a intervenção do guia de mergulho é uma das mais eficazes estratégias para a diminuição do impacto físico dos mergulhadores com o recife. Recomenda-se que todos os mergulhos sejam guiados e supervisionados por guias locais.
- O tamanho do grupo considerado ideal, face ao controle dos condutores de mergulho sobre o comportamento dos mergulhadores e para evitar a sensação de congestionamento pelos visitantes é de 12 visitantes por grupo mais 3 condutores de mergulho, respeitando uma razão de 1:4 (um condutor para quatro visitantes).
- Os 5 fatores seguintes: *a)* colocação de poitas nos pontos de mergulho utilizados por iniciantes; *b)* realização de preleções ambientais antes do mergulho; *c)* atitude pró-ativa dos condutores; *d)* restrição de uso de luvas e facas e *e)* atenção especial aos fotógrafos subaquáticos, são consideradas aqui como essenciais no manejo do mergulho autônomo. Se qualquer um destes fatores não for efetivamente aplicado pelas operadoras atuantes no PARNAMAR/FN a capacidade de carga será diminuída na proporção de 20% por cada fator não aplicado.
- O tipo de embarcação de casco duplo, popularmente chamado de catamarã, utilizado atualmente pela maioria das operadoras de mergulho de Fernando de Noronha é o melhor meio de transporte de mergulhadores para ser utilizado dentro de áreas de proteção. Entre as vantagens de se utilizar o catamarã como embarcação padrão em operações de mergulho se inclui: 1) Não tem a capacidade de desenvolver grandes velocidades como lanchas, por exemplo, reduzindo a incidência de colisões com a fauna marinha; 2) Navega com maior estabilidade e possui espaço mais amplo para montagem de equipamentos que os barcos monocasco, reduzindo o desconforto e náuseas nos visitantes durante o deslocamento para os pontos de mergulho e 3) Transporta uma quantidade relativamente maior de pessoas do que os barcos de casco único, diminuindo a quantidade de viagens necessárias para se transportar a mesma quantidade de pessoas e reduzindo o tráfego marítimo ao mesmo tempo em que mantém o volume de visitação.
- O número máximo de mergulhadores por dia que pode utilizar determinado ponto de mergulho é dado na tabela 2.6 (CCE). Independente da quantidade de vezes que um ponto for visitado por dia, cada visita não pode exceder a quantidade máxima de mergulhadores simultâneos no ponto de mergulho e a soma de pessoas presentes em todas as visitas de um mesmo dia não pode exceder a CCE do ponto de mergulho.
- O impacto ambiental dos mergulhadores aumentam nos mergulhos noturnos. Foi observado que a quantidade de vezes com que um mergulhador toca o fundo durante os mergulhos noturnos é em média duas vezes maior do que em mergulhos diurnos. Desta forma, as seguintes diretrizes são sugeridas para a prática do mergulho noturno no PARNAMAR/FN: 1) O número de grupos, e conseqüentemente o número máximo

de mergulhadores simultaneamente no ponto de mergulho, deve ser reduzido em 50% do determinado para mergulhos diurnos. 2) Em mergulhos noturnos, cada mergulhador contará como 2 no cálculo da capacidade de carga diária do ponto de mergulho.

- Devido ao desconhecimento dos possíveis desdobramentos do turismo de mergulho sobre as populações de golfinhos-rotadores, não é recomendada a operação de mergulho específica para observação de golfinhos. O ponto de mergulho denominado “Sela Ginete” (outro ponto não relacionado no plano de manejo) deve ser fechado para operações de mergulho autônomo. Entretanto, este ponto deve ser aproveitado para a realização de pesquisas sobre a influência do mergulho na população de golfinhos.

Mergulho Livre:

- Pelo fato do mergulhador livre estar restrito a superfície, ele tem pouco potencial de causar danos a comunidade bentônica, salvo em situações onde o local é extremamente raso e o fundo esteja ao alcance dos braços e das pernas ou em locais onde é necessário caminhar sobre corais para acessar o ponto de mergulho (e onde há uma grande frequência de animais que podem ter seu comportamento modificado pela perseguição e manuseio dos mergulhadores).
- Durante o trabalho, foram identificados cinco locais apropriados para a prática do mergulho livre: Praia do Sancho, Baía dos Porcos, Praia do Atalaia, Praia do Leão e Baía de Sueste. Os pontos de mergulho para o cálculo de capacidade de carga do mergulho livre em Fernando de Noronha foram escolhidos por apresentarem boas condições de acessibilidade e segurança, de maneira que qualquer visitante não especializado possa chegar transportando seu próprio equipamento, onde o mar apresente condições tranquilas e estáveis na maior parte do ano e não seja proibido entrar na água. Nossa escolha foi corroborada pela observação de que estes locais são visivelmente preferidos pelos praticantes de mergulho livre.
- Na Praia do Atalaia a profundidade é extremamente rasa, sendo o fundo facilmente acessível aos mergulhadores pela distância de um braço esticado, além disso o mergulho livre lá é restrito a uma piscina natural de tamanho relativamente bem limitado, impondo restrições de espaço físico aos mergulhadores livres. A área disponível para o mergulho livre na Baía de Sueste é relativamente grande, porém o local possui uma frequência muito grande de tartarugas marinhas que utilizam a área para funções biológicas como alimentação e limpeza.
- Devido as condições especiais presentes na Praia do Atalaia, sua capacidade de carga não pode ser definida pelo método proposto. Desta forma, o presente trabalho sugere que seja adotado um limite máximo de 25 pessoas ao mesmo tempo na piscina natural (chegando ao máximo de 100 pessoas/dia em 3 horas de uso/dia) somente em condições ideais. Devido a grande variabilidade na área disponível para ao mergulho

devido ao acúmulo de areia dentro da área da piscina natural, esta capacidade deve ser diminuída para 18 pessoas ao mesmo tempo na piscina (72 pessoas/dia) se a piscina natural tiver até 1/3 de sua área de uso diminuída pelo acúmulo de areia depositada pela maré. Se a piscina natural apresentar mais de 1/3 de sua área total coberta pela areia, a visitação deve ser interrompida até que as condições ambientais estejam dentro das descritas acima

- Os seguintes itens devem ser considerados como manejo do mergulho livre nestes pontos mais sensíveis (Atalaia e Baía de Sueste): a) Proibição do uso de nadadeiras (pés de pato), para diminuir a possibilidade de contato com o fundo e levantamento de suspensão (apenas no Atalaia) e b) Uso do colete de flutuação, para evitar a imersão do mergulhador.

Passeio de Barco:

- Os impactos relativos a ancoragem de embarcações, indução de stress a vertebrados marinhos e interferência visual, são os mais importantes e com mais probabilidades de distúrbio dentro do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.
- A ancoragem, desde que realizada apenas em fundo de areia; longe do costão rochoso e do parcel do Sancho, não é um fator limitante para a utilização da Praia do Sancho como local de uso pelos barcos de turismo.
- Os golfinhos-rotadores são reconhecidamente animais oceânicos que não dependem exclusivamente de áreas costeiras e ilhas para desenvolver suas atividades. Se o distúrbio causado pelo excesso de visitação exceder o conforto obtido pela utilização de áreas abrigadas, os golfinhos podem deixar de utilizar as ilhas do Arquipélago sem nenhum prejuízo significativo a sua biologia. Assim, devemos entender que o manejo adequado do turismo de passeios de barco no Arquipélago é mais importante para a sobrevivência da atividade turística do que para a dos próprios golfinhos.
- Bóias de sinalização devem estar presentes nos locais de uso dos golfinhos para descanso e interações sociais (Baía dos Golfinhos e Sela Ginete) para que as embarcações não adentrem a área fechada ao uso. Para minimizar os impactos do som produzido pelas embarcações nestas áreas consideradas críticas para a biologia dos golfinhos, no máximo quatro embarcações simultaneamente devem navegar defronte as áreas de uso dos golfinhos e a uma distância mínima de 400 metros das bóias de sinalização.
- O controle de velocidade de embarcações reduz os riscos de colisões com mamíferos marinhos através de três formas: 1) permite um tempo de reação maior por parte do piloto da embarcação evitar o choque; 2) permite um tempo maior de reação para os golfinhos evitarem o choque e 3) reduz a gravidade dos ferimentos caso um animal seja atingido pela embarcação. Considerando que a velocidade de descolamento dos golfinhos seja em torno de 5 nós, é recomendado que esta seja a velocidade permitida

por qualquer embarcação dentro dos limites do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.

- Barcos pequenos (menos de 20 passageiros) com motores de popa e lanchas com motores de popa ou centro/rabeta devem ser proibidas de navegar dentro do parque. Motores de popa produzem um ruído muito maior que os motores de centro independentemente do tamanho da embarcação (Au & Green, 2000). Isto se deve ao fato de que a principal fonte de barulho de uma embarcação é o deslocamento de água gerado pela rotação do hélice. Os barcos com motores de popa possuem hélices geralmente menores do que barcos grandes com motores de centro. Assim, o número de rotações por minuto (RPM) requeridas para um motor de popa fazer o barco navegar é muito maior do que o RPM necessário para um motor de centro com grandes hélices.
- Durante o trabalho de campo, observamos o máximo de 3 embarcações ao mesmo tempo ancoradas dentro da Baía do Sancho. As embarcações ocupam uma área preferencial ao lado direito da Praia. Sugerimos que se mantenha esse padrão de ancoragem sempre ao lado direito, deixando o lado esquerdo da praia totalmente livre da presença de barcos para manter seu aspecto natural. Assim, fica disponível aos visitantes que chegam por terra que queiram usufruir de um ambiente sem qualquer influência antropogênica um espaço adequado a suas expectativas. Em relação ao lado da praia onde seja permitida a ancoragem de embarcações, é sugerido que o máximo de 4 embarcações ao mesmo tempo estejam presentes no local.
- Como vimos nos itens analisados acima para a capacidade de carga do passeio de barco, o fator mais limitante é o número de barcos (4) que podem estar ao mesmo tempo nas proximidades das áreas reservadas a uso exclusivo dos golfinhos. Considerando o horário de funcionamento do Parque das 8:00 as 18:00 horas, o tempo de duração de cada passeio sendo aproximadamente de 3 horas e o tempo de almoço dos tripulantes, se todas as viagens mantiverem de forma inalterada o trajeto acima descrito, o máximo de viagens que seria possível realizar seriam 8 por dia. Com quatro embarcações saindo por turno (manhã e tarde). Porém, é possível dobrar esta capacidade de viagens se o trajeto do passeio for flexibilizado. Se quatro embarcações deixarem o porto para realizar o trajeto normal descrito para o passeio (grupo 1), enquanto outras 4 embarcações realizem exatamente o trajeto oposto (grupo 2), não haverá mais do que 4 barcos ao mesmo tempo próximos as duas áreas de uso exclusivo dos golfinhos.

Mergulho Rebocado:

- O mergulho rebocado é utilizado em outros lugares do mundo apenas como ferramenta de pesquisa e monitoramento ambiental e a sua utilização com finalidade turística é conhecida apenas para Fernando de Noronha.

- O mergulho rebocado aparenta ser uma atividade de baixo risco ecológico. Na área onde é praticada, os mergulhadores tem acesso muito limitado ao fundo, eliminando assim o impacto físico com o substrato. Além disso, o fato dos mergulhadores estarem ligados ao cabo de reboque impede que eles tenham liberdade de perseguir animais.
- Há ainda a se considerar o impacto ambiental causado pela embarcação. A embarcação utilizada para o mergulho rebocado está sujeita as mesmas condições impostas ao passeio de barco.
- O operador de mergulho rebocado deverá fornecer ao visitante uma explicação sobre a atividade. Esta explicação deverá ser dada na forma de uma aula curta realizada ainda em terra e não na dentro da embarcação. Fatores como barulho, distrações visuais e enjôo dos visitantes podem reduzir consideravelmente o nível de atenção dos visitantes. A aula teórica deverá discorrer sobre a utilização da prancha e sobre medidas de segurança a serem tomadas.
- A prancha deverá ser profissionalmente confeccionada para a atividade. É sugerido que se adote como padrão as pranchas já fabricadas pela empresa “Plana Sub” visto que não há outro fabricante deste equipamento em território nacional. Pranchas “caseiras” feitas de madeira ou isopor não poderão ser usadas. As pranchas profissionalmente confeccionadas possuem uma qualidade superior de resistência do material e design.
- Dois trajetos são sugeridos para a prática do mergulho rebocado. Estes trajetos se baseiam na profundidade do local (não tão raso a ponto de o visitante manter contato constante com o substrato e nem tão profundo a ponto do visitante não conseguir ver o fundo) e na distância do porto, pois pontos mais próximos do local de embarque e desembarque minimizam o tempo que a embarcação navega pelo parque. Um trajeto entra nos limites do Parque Nacional, indo do Porto até a costa sudoeste da Ilha do Meio, enquanto o outro trajeto percorre a Área de Proteção Ambiental (APA) indo do porto até o Morro de Fora ou até a Laje do Boldró.

1. Introdução

O Arquipélago de Fernando de Noronha está localizado na costa nordeste do Brasil, distante 360 quilômetros de Natal, no Estado do Rio Grande do Norte e 545 quilômetros de Recife, no Estado de Pernambuco, sendo estes os pontos mais próximos do Arquipélago na costa continental Brasileira. A ilha principal, de mesmo nome do Arquipélago, é a única habitada. Possui 10 quilômetros de comprimento, 3,5 quilômetros de largura, 60 quilômetros de perímetro e 17 quilômetros quadrados de área exposta acima do nível do mar. O Arquipélago possui ainda outras 20 ilhas e ilhotas, sendo as maiores (depois da ilha principal) denominadas de Ilha da Rata, Ilha do Meio, Ilha Sela Gineta, Ilha Rasa, São José, Ilha do Frade e outras 14 ilhotas menores (Linsker, 2003). Em 1988 o Decreto nº 96.693 criou o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha (PARNAMAR / FN), que é formado por 2/3 da ilha principal e vai até a isóbata de 50 m de profundidade. Nele estão incluídas todas as ilhas secundárias. Sua extensão total é de 112,7 km² e tem um perímetro de 60 km (Fig. 1.1).

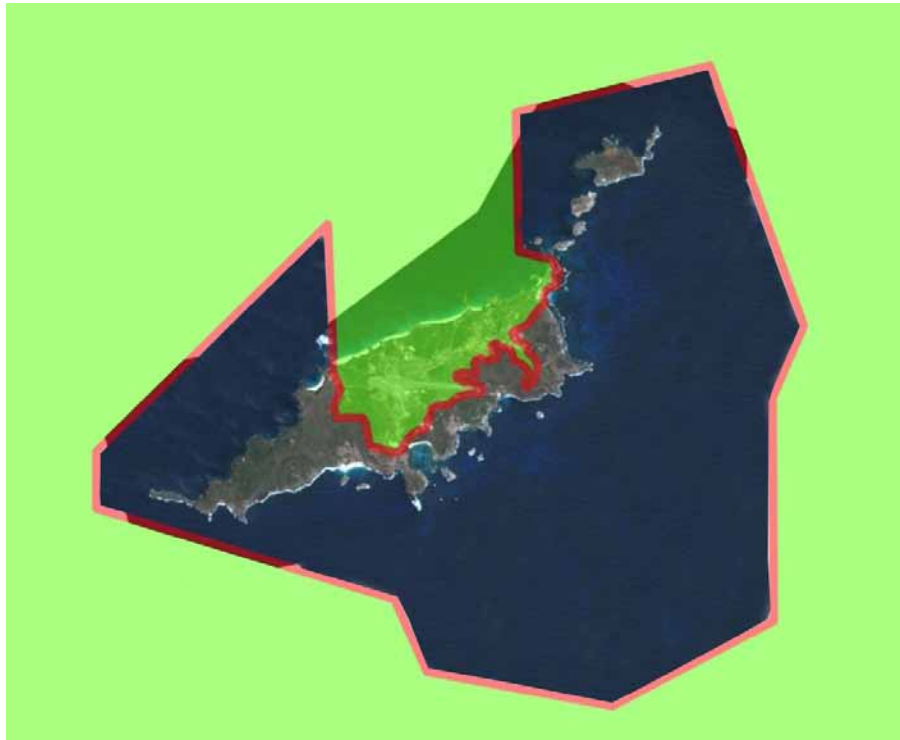


Fig.1.1. A linha vermelha acompanha a isóbata de 50 metros na área marinha e traça os limites do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha (PARNAMAR-FN), sendo o Parque a área interna a linha. Fonte: ICMBio – FN.

O Arquipélago de Fernando de Noronha viveu momentos variados de ocupação humana ao longo de sua história, passou por ocupação de descobridores, piratas e navegadores estrangeiros ao longo dos séculos XVI e XVII. Apenas em 1737 que Portugal ocupa definitivamente o Arquipélago, que começa a ser utilizado principalmente como local de desterro de degredados e prisioneiros durante todo o século XVIII, período em que são construídas algumas fortificações. Ao final do século XIX e início do século XX empresas estrangeiras de cabeamento submarino e de correio aéreo transatlântico instalam bases operacionais que duram poucas décadas até que a tecnologia nos meios de comunicação dispensasse a necessidade de bases intermediárias. Em 1938 o presídio comum é desativado, passando a receber presos políticos até 1940 e em 1942 recebe a instalação de uma base da Marinha Norte-Americana para atender o destacamento de aliados durante a Segunda Guerra Mundial. Após a guerra é criado um destacamento permanente da Força Aérea Brasileira e o Arquipélago passa a ser controlado por militares até 1988. Neste período é formado um núcleo de habitantes considerado hoje como “fundador” da população atual de Fernando de Noronha, basicamente formado por alguns remanescentes da “época do presídio” e um considerável contingente civil de trabalhadores livres que foi trazido para o Arquipélago pelos militares para desempenhar diferentes funções como agricultura, criação de animais e pesca. Em 1988 o Arquipélago de Fernando de Noronha foi integrado ao Estado de Pernambuco e o Parque Nacional Marinho é criado. Este período é marcado por uma nova leva de migrantes que representa mais do que o dobro do que a população “nativa” estabelecida. Estes novos migrantes, denominados *haoles* pelos “nativos”, promovem uma nova fase de diversificação étnica e cultural. O Arquipélago passa então por uma mudança social significativa, agitada por novas maneiras de viver e novos projetos sociais, marcada pela emergência de novos personagens sociais que não cresceram sobre a influência das regras impostas pelos militares. Neste novo tempo, a população antiga e a nova convive em uma área geograficamente isolada, dando margem a uma visível polaridade entre o modo de vida daqueles descendentes da população fundadora e os recém chegados.

É neste complexo contexto que se inicia e desenvolve a atividade turística em Fernando de Noronha. Com o início do turismo no Arquipélago, este se mostrou uma atividade extremamente lucrativa em razão do crescente número de visitantes, atraindo ainda mais “haoles” para trabalhar no Arquipélago e antigos moradores a substituir suas atividades tradicionais para também trabalhar a margem do turismo. Hoje a economia da ilha baseia-se totalmente em torno da atividade turística e a sociedade insular demonstra uma perigosa dependência dela. Qualquer

desestabilização dos recursos naturais do qual o turismo depende pode desencadear um colapso econômico e social sem precedentes no Arquipélago.

Fernando de Noronha possui uma vocação natural para a atividade a que denominados de ecoturismo. Apesar do termo “ecoturismo” ser atualmente bastante discutido em relação ao que ele realmente representa e que formas de turismo podem ou não ser admitidas sob este conceito (Carrier & Macleod, 2005) ele é normalmente aceito como uma forma de turismo voltado à experiência de se estar em áreas naturais atrativas e interessantes de forma a não degradar o ambiente. Ecoturismo também é utilizado como rótulo para viagens com o objetivo de conhecer povos e culturas diferentes e interessantes, de forma a respeitar e apoiar a comunidade local. A prática de esportes em áreas naturais ou selvagens também é considerada dentro do espectro *Lato sensu* do ecoturismo.

Como qualquer atividade que se utiliza de recursos naturais, o ecoturismo necessita de manejo adequado para evitar que sua prática cause danos ambientais e coloque em risco a sua própria existência. Assim, estabelecer normas de uso turístico em ambientes naturais não tem apenas como objetivo proteger o ambiente natural dos danos causados por sua prática, mas também tem como finalidade proteger a sua viabilidade. Políticas de manejo do uso turístico das áreas naturais são geralmente vistas como excessivamente conservadoras e restritivas pelos usuários (visitantes) e operadores (empresários) da atividade. Entre os usuários, isso ocorre pelo fato de que cada visitante geralmente encara apenas o seu nível de impacto individual no ambiente, não levando em consideração a multiplicação deste impacto pelo número de visitantes e pelo número de dias em que a atividade é realizada. Essa tendência pode ser ilustrada pelo mergulhador que coleta uma concha no fundo do mar para enfeitar sua estante e quando é repreendido argumenta: “- *Peguei só uma conchinha, não vai fazer falta*”, esquecendo-se de considerar que se cada visitante, como ele, retirasse uma concha do fundo, provavelmente não haveria conchas para todos, muito menos para os animais que as utilizam. Em relação aos operadores de turismo, essa tendência a considerar o manejo muito conservador vem de uma postura dos empresários que assumem um risco ambiental maior frente à possibilidade de uma maior rentabilidade, principalmente quando duas ou mais empresas concorrem pelos mesmos recursos. Essa visão é um exemplo do que Hardin (1968) chamou de “tragédia do bem comum” onde o mesmo recurso disponível gratuitamente a todos (no caso o meio ambiente) tende a ser super-utilizado, pois o ganho oriundo de um excesso no uso por uma das partes é sempre superior ao custo do dano, que será dividido por todos. Por essa razão que o manejo das áreas naturais deve ser realizado

de forma técnica por administradores que, diferentemente dos operadores, não utilizem o recurso para fins econômicos.

Por ser um arquipélago oceânico, é natural que os tipos de atividades turísticas em Fernando de Noronha se enquadrem dentro do que Orams (1999) definiu como “turismo marinho”:

“Turismo marinho inclui as atividades que envolvem o deslocamento do indivíduo de um local de origem e que tem como destino ou foco o ambiente marinho (sendo este definido como águas salgadas e afetadas pela mudança das marés)”.

Realmente é difícil imaginar um visitante escolher Fernando de Noronha como destino e não considerar o mar como foco de sua viagem. Mesmo que o visitante não tenha a intenção de entrar no mar, mas utilizar a praia para banho de sol, observar a paisagem onde invariavelmente o mar estará presente ou observar golfinhos de um mirante em terra ele está enquadrado na definição acima como turista marinho, pois seu foco de atenção em todos os casos envolve o mar. Entretanto, nem todo o turismo marinho envolve a *atividade náutica*, esta definida como realizada *dentro* do mar ou *sobre* ele. É sobre este tipo de atividade de que trata este trabalho. As atividades turísticas náuticas que são praticadas dentro da área do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha incluem Mergulho Autônomo, Mergulho Livre, Passeio de Barco e Mergulho Rebocado. Todas estas atividades são realizadas e operacionalizadas comercialmente dentro do Parque por empresas já estabelecidas, sem um estudo técnico que empregue metodologia científica para detectar possíveis danos ambientais causados por cada uma destas atividades.

Os próximos capítulos irão considerar separadamente cada uma destas atividades, características de cada uma, perfil do usuário, como podem causar danos ao meio ambiente e um histórico sobre as metodologias empregadas para o manejo destas atividades. Durante o trabalho de campo em Fernando de Noronha procuramos fazer as observações e/ou coleta de dados sobre cada atividade de forma que me permitisse inferir sobre sua capacidade de carga máxima, sejam por técnicas já utilizadas em estudos similares ou por outras observações descritas na literatura.

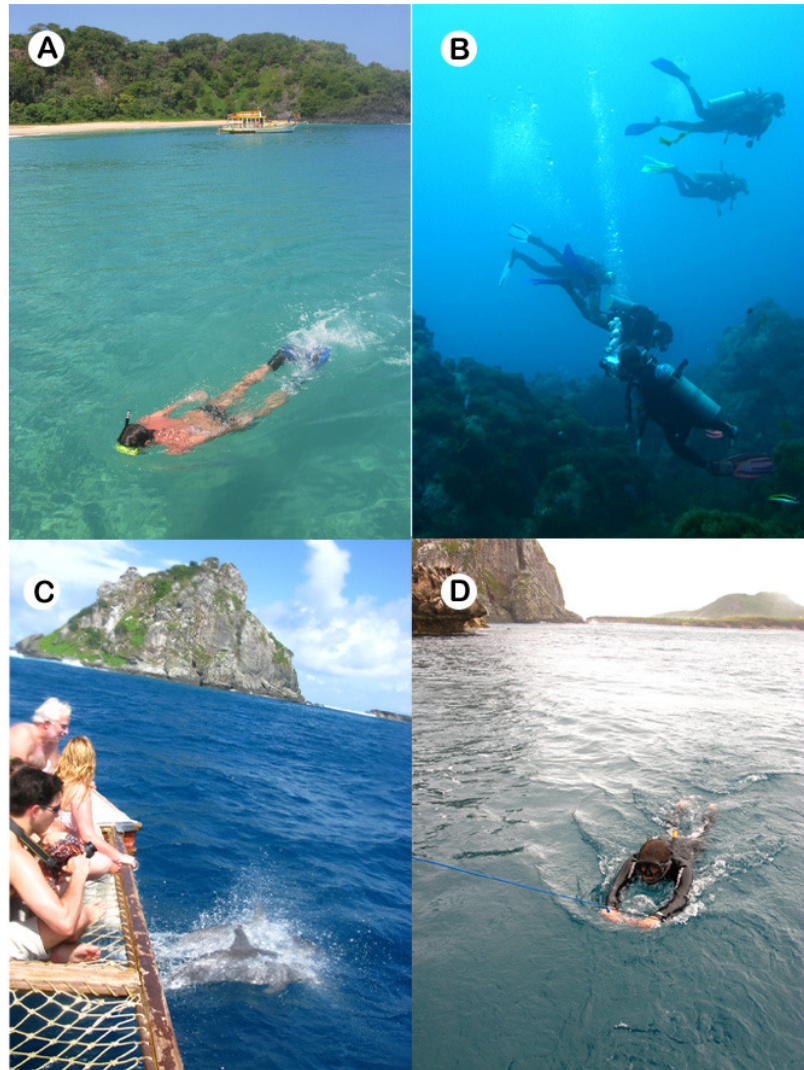


Figura 1.2. Modalidades de turismo náutico praticado dentro dos limites do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. A) Mergulho Livre; B) Mergulho Autônomo; C) Passeio de Barco e D) Mergulho Rebocado. Fotos: João Luiz Gasparini.

2. Mergulho Autônomo Recreativo

O mergulho autônomo, também chamado de mergulho SCUBA (sigla para - *Self Contained Underwater Breath Apparatus*) é atualmente uma das mais importantes atividades de turismo náutico ao redor do mundo (Orams, 1999). Sua popularidade cresceu muito nos últimos anos junto com o aumento do interesse público pelo mar e pelo ambiente subaquático. O avanço da tecnologia empregada no desenvolvimento e fabricação de equipamentos de mergulho aumentou o nível de segurança ao mesmo tempo em que reduziu os custos associados com a atividade, contribuindo com o crescimento do mergulho autônomo como uma atividade de lazer acessível. Além disso, câmeras fotográficas e filmadoras adaptadas ao uso subaquático estão cada vez mais diversificadas e populares, facilitando o registro do mundo marinho pelos mergulhadores, contribuindo com a divulgação da atividade e conseqüentemente com a indústria do turismo de mergulho. Uma das maiores agências de treinamento de mergulhadores do mundo, a PADI (*Professional Association of Dive Instructors*), já credenciou mais de 10 milhões de mergulhadores desde a sua fundação. Apenas no ano de 2000, último ano em que os dados foram disponibilizados em sua página na internet, a PADI emitiu 854.052 certificações de mergulho e a taxa média de crescimento anual no número de certificações gira em torno de 8-10% (*PADI Statistics*, dados disponibilizados on-line: www.padi.com). Esses dados certamente estão subestimados, já que há outras certificadoras importantes no mercado (PDIC, NAUI, SSI, CMAS) e um número considerável de proprietários de embarcações que praticam mergulho autônomo sem terem realizado treinamento especializado. Ao mesmo tempo, a indústria do turismo detectou esta tendência e a explora muito bem, sendo uma constante descobridora e divulgadora de novos destinos de viagens para a prática de mergulho (Garrod & Gösslig, 2008). Como resultado, o turismo de mergulho representa hoje um importante ramo da indústria de turismo internacional e uma parcela muito significativa da economia de muitas ilhas-nações e pequenos países em desenvolvimento espalhados pelas regiões tropicais. Na Ilha de Bonaire, no sul do Caribe, por exemplo, todo o recurso gerado diretamente ou indiretamente do turismo de mergulho representa cerca de 2/3 do produto interno bruto (PIB) (Dixon *et al.*, 1993).

Além do retorno econômico financeiro, o turismo de mergulho ainda pode representar um importante meio de subsistência para pescadores que atuavam em áreas agora protegidas, sendo uma importante ferramenta para gerenciar conflitos sociais emergentes após a proibição da pesca (Roberts & Hawkins, 2000), além de ter

o potencial de fornecer muitos outros benefícios sociais para as populações locais (Towsend, 2008a). Entretanto, como em qualquer outra atividade baseada na utilização de recursos naturais, ela deve estar sujeita a manejo a fim de evitar a degradação devido à má utilização ou ao uso excessivo destes recursos.

2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO TURISMO DE MERGULHO

Devido ao seu caráter contemplativo, o mergulho autônomo recreativo tem sido considerado uma atividade de baixo ou nenhum impacto ecológico. Apesar de exemplos de que a atividade pode ser perfeitamente sustentável (Walters & Samways, 2001; Hawkins *et al.*, 2005) evidências mostram que o uso indiscriminado pode causar severos danos ambientais. A ancoragem de embarcações sobre recifes representa o maior tipo de impacto direto da atividade de mergulho sobre os organismos associados ao fundo. Os efeitos são devastadores e ultrapassam em muito os danos que são ocasionados pelos próprios mergulhadores. Recifes de corais sujeitos a alta visitação por barcos que lançam âncora apresentam índice elevado de fragmentos coralíneos dispersos pelo substrato (Davis, 1977). Os danos são ocasionados pelo choque e arrasto da âncora sobre corais e em outros invertebrados. Locais que recebem embarcações regularmente podem apresentar até 20% da área de recifes de corais com danos severos provocados pela ancoragem (Davis, 1977). Entretanto, em Fernando de Noronha, as embarcações de mergulho autônomo não lançam âncora ao fundo e em virtude disso a análise específica a este tipo de impacto será discutido na seção que trata sobre os passeios de barco.

Os mergulhadores podem infligir danos aos organismos bentônicos (animais e algas que vivem junto ao fundo) através de contatos físicos diretos através das nadadeiras, mãos, joelhos, mangueiras soltas e outras partes de seu corpo e equipamento (Roberts & Harriot, 1994; Roupael & Inglis, 1995; Harriot *et al.*, 1997; Zakai & Chadwick-Furman, 2002; Barker & Roberts, 2004). Os mergulhadores também podem causar distúrbio à comunidade bentônica através de uma taxa excessiva de ressuspensão de sedimentos causados pelo batimento de nadadeiras junto ao fundo arenoso. Devido a essa grande susceptibilidade a impactos, os organismos bentônicos são geralmente utilizados como bio-indicadores em análises envolvendo efeitos do turismo de mergulho sobre ambientes recifais.

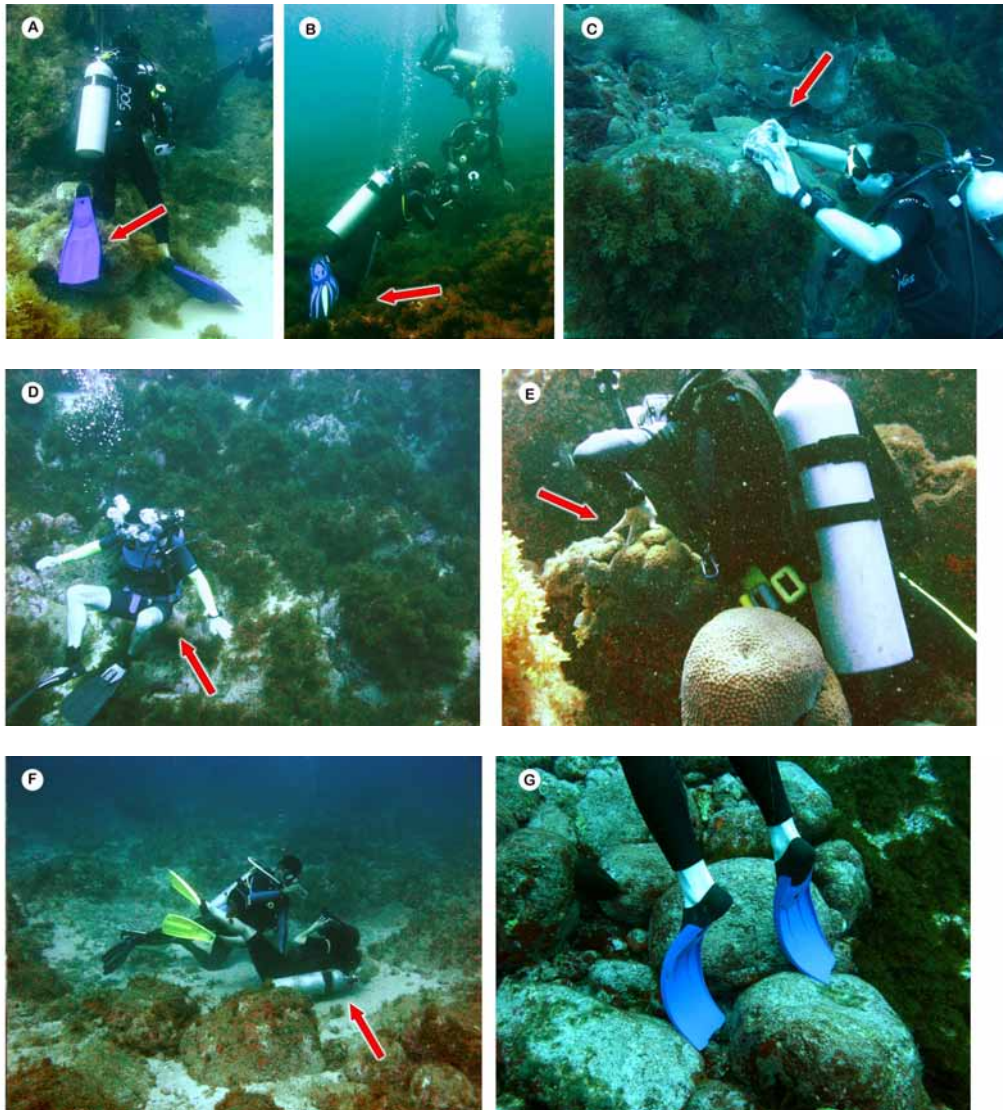


Figura 2.1. Flagrantes de mergulhadores realizando contatos com o fundo recifal no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, podendo infligir danos aos organismos bentônicos: A) e G) nadadeiras raspando sobre o fundo; B) ajoelhado sobre o fundo; C) posicionando a câmera sobre o coral; D) sentado no fundo; E) apoiando a mão sobre o coral e F) deitado ao fundo. Fotos: João Luiz Gasparini.

2.2. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA PARA O MERGULHO AUTÔNOMO RECREATIVO NO PARQUE NACIONAL MARINHO DE FERNANDO DE NORONHA

2.2.1. O conceito de capacidade de carga

O conceito de capacidade de carga para uso recreativo começou a ser aplicado nos Estados Unidos como uma adaptação do manejo de pastagens (Wagar, 1964) e foi definido como: *o número máximo de visitantes por um determinado período que uma determinada área pode suportar antes que alguma degradação ambiental ocorra*. Isto pode ser visualizado em termos de um limiar de uso que pode ser biologicamente determinado e medido objetivamente. Entretanto, logo os pesquisadores que utilizavam este conceito perceberam que a quantidade de pessoas em um local também afeta a experiência recreativa do usuário, seja pela sensação de “crowd” ou de multidão que diminui a satisfação do visitante ou pelos danos ao ambiente que embora não atinja níveis biologicamente significantes, diminua o valor estético do ambiente e conseqüentemente altere a experiência de visitação do usuário. A partir deste conceito, a capacidade de carga recreativa passou a ser definida como: *“o nível de uso recreativo que uma determinada área pode suportar ao mesmo tempo em que proporciona uma qualidade da experiência recreativa sustentável”* (Wagar, 1974). Assim, o conceito de capacidade de carga para uso recreativo passa a ser composto por dois componentes: biológico e social. O primeiro considerando altera es ecológicas no ecossistema e o segundo considerando o  ndice de satisfa o do visitante.

Este novo componente social da capacidade de carga impôs algumas limita es na sua aplica o, basicamente devido   varia o observada na resposta de diferentes usuários com expectativas variadas em rela o aos mesmos impactos e as mesmas situa es (Lindberg *et al.*, 1997). Além destas limita es técnicas também há uma falta de metodologias práticas e aplicáveis a realidade dos países em desenvolvimento (Cifuentes, 1992). Apesar destes problemas com o componente social da capacidade de carga para alcançar a sustentabilidade da atividade recreativa, o que implica em última instância na conserva o dos recursos naturais utilizados, as limita es de uso devem ser estabelecidas primariamente pelas características ecológicas ao invés da experiência humana.

2.2.2. A capacidade de carga no manejo do mergulho autônomo

Dixon *et al.* (1993) foram os primeiros a apresentarem um modelo conceitual entre a densidade de mergulhadores e um nível de limiar de stress com o propósito principal de indicar o quanto este limiar pode ou não ser alterado através de um manejo efetivo do turismo de mergulho. Uma versão modificada do gráfico de Dixon *et al.* (1993) pode ser visualizado na figura 1, onde a linha OD é uma função dos danos, que mostra o impacto do mergulhador. O nível A representa o nível limite de stress onde o impacto ambiental provocado no ecossistema começa a ser percebido, e o ponto E é o número de mergulhos onde este nível é alcançado. Este número foi estimado pelos autores como entre 190.000 a 200.000 mergulhos por ano, o que representa cerca de 4.000 a 6.000 mergulhos por ponto de mergulho por ano. Foi então argumentado que o limiar de impactos pode ser aumentado através do manejo adequado do parque marinho, enquanto que a função de dano OD fosse movida para a direita do gráfico através da prática de educação ambiental entre os mergulhadores. O resultado geral seria então um incremento na capacidade de carga. O diagrama de Dixon *et al.* (1993) foi um importante passo no desenvolvimento de um modelo que considerasse as relações entre o impacto do mergulhador, ecologia do ecossistema e a economia da exploração do ponto de mergulho.

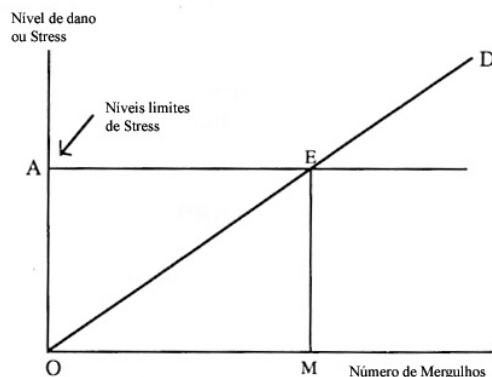


Figura 2.3. Relação entre níveis de stress e quantidade de mergulhos (modificado a partir de Dixon et al. 1993).

Entretanto, há outras questões que estavam a ser resolvidas, como por exemplo, se a função de dano ao recife é linear com a quantidade de mergulhos ou se consiste por múltiplos atributos. Além disso, medidas objetivas de impactos podem diferir entre percepções individuais e consistir em medidas subjetivas. Assim, o limiar de dano ambiental não é fácil de identificar, pois é indicado que é baseado no nível em que o

dano passa a ser “percebido” pelos mergulhadores e a demanda por visitas nestes pontos diminui com o aumento de danos nos corais. Hawkins & Roberts (1997) estenderam o conceito, comparando locais geograficamente distantes com diferentes níveis de mergulho, porém com o mesmo tipo de ecossistema. Eles demonstraram que a relação entre número de mergulhos e o impacto nos corais é uma relação não-linear, onde o impacto se acumula lentamente com o aumento da quantidade de mergulhos realizados, até que inicie um crescimento abrupto (fig. 2.4), sugerindo um aparente limiar de impacto aceitável entre 5.000 a 6.000 mergulhos anuais por ponto, onde após esta quantidade o número de corais quebrados acumula mais rapidamente. Os autores sugerem então que o número de colônias quebradas e fragmentos coralíneos sejam uma significativa medida biológica de capacidade de carga que pode ser objetivamente medida.

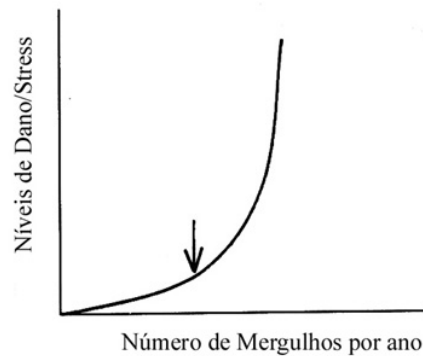


Figura 2.4. Crescimento exponencial da relação stress/ nº de mergulhos, a seta indica um valor significativo e mensurável do que pode ser considerado um limite de capacidade suporte seguro (modificado a partir de Hawkins et al. 1997).

Muitos autores discutem a limitação na aplicabilidade do conceito de capacidade de carga no mergulho (Rouphael & Hanafy, 2007) porque o conceito assume a quantidade de mergulhos como um confiável diagnóstico para a quantidade de danos ambientais nos recifes e essa afirmação não leva em consideração outros importantes fatores. Por exemplo, o comportamento dos mergulhadores, o tipo de atividades que eles praticam e atributos físicos e biológicos dos recifes influenciam o nível de impacto independente do número de mergulhos realizados (Rouphael & Inglis, 2001; Barker & Roberts, 2004). Além disso, a resistência dos recifes de corais a distúrbios físicos varia espacialmente e temporalmente em resposta a mudanças nas condições ambientais. Por exemplo, tempestades podem modificar o crescimento e a forma das colônias quebrando partes de corais de estrutura ramificada. Assim, mesmo que a capacidade

pode ser estimada corretamente ela não pode ser apropriada para todas as localidades ou a todos os pontos de mergulho de uma mesma área marinha protegida.

Apesar destas limitações, não é aceitável considerar que o número de visitantes possa crescer sem limites e um parâmetro operacional deve ser estipulado. Uma alternativa mais realista, proposta ao cálculo de capacidade de carga, emprega em sua fórmula fatores de correção para diferentes condições ambientais e elementos probabilísticos de risco e vulnerabilidade, o que proporciona maior confiabilidade ao cálculo frente a vários parâmetros que influenciam o nível de impacto. Esse é o método proposto por Cifuentes (1992) e que será adotado no presente trabalho.

2.2.3. O método Cifuentes

O método de Cifuentes foi adaptado para o mergulho autônomo recreativo por Gallo *et al.* (sem data), Wedekin (2003) e Skaf (sem data) cada autor realizou pequenas adaptações do método original que foram aplicadas no presente trabalho, além de modificações próprias que mostraram-se pertinentes ao longo do trabalho de campo realizado em Fernando de Noronha. O processo de cálculo para a capacidade de carga recreativa de Cifuentes (1992) consiste em 3 etapas:

- a) **Cálculo da capacidade de carga física (CCF):** indica quantos visitantes uma determinada área pode receber por dia, considerando o tamanho do local, o tempo que o local estará aberto a visitação e o espaço ocupado por cada visitante. A CCF é calculada pela seguinte fórmula:

$$CCF = S / s.v. \times T / t.v$$

Onde: S = superfície total da área visitada

s.v. = espaço ocupado por cada visitante

T = tempo total em horas/dia que a área está disponível a visitação

t.v. = o tempo necessário para visitar a área

- b) **Capacidade de carga real (CCR):** indica o limite máximo de visitantes, determinado a partir da CCF após considerar os **fatores de correção limitantes** que são determinados pela análise de variáveis físicas, ambientais, biológicas, sociais, de manejo ou qualquer outra que se mostrar determinante na variabilidade de impactos causados pelos usuários na área. A CCR é calculada pela seguinte fórmula:

$$\mathbf{CCR = CCF \times FC1 \times FC2 \times FCn}$$

Onde: CCF = capacidade de carga física

FC = fatores de correção

Cada fator de correção é calculado pela seguinte fórmula:

$$\mathbf{FC = 1 - (MR/MT)}$$

Onde: MR = magnitude restritiva para uma determinada variável

MT = magnitude total para uma determinada variável

- c) **Capacidade de carga efetiva (CCE):** indica o limite máximo de visitas que se pode permitir de acordo com a capacidade de ordená-las e manejá-las. A CCE é calcula pela fórmula:

$$\mathbf{CCE = CCR \times CM / 100}$$

Onde: CCR = capacidade de carga real

CM = capacidade de manejo, expressa em porcentagem e definida como a soma de condições de manejo que a administração da área protegida possui dividido pela soma das condições que necessita para cumprir todas as funções propostas, como por exemplo: pessoal, equipamento, estrutura, etc.

2.2.4. Resultados da estimativa da capacidade de carga para o mergulho recreativo no PARNAMAR-FN

2.2.4.1. ELEMENTOS DO CÁLCULO DE CAPACIDADE DE CARGA

a) Pontos de Mergulho

Os pontos de mergulho considerados no cálculo de capacidade de carga foram os locais previamente relacionados no plano de manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha (PARNAMAR/FN) como pontos de mergulho para uso público mais seis outros locais que foram posteriormente incorporados a esta lista no Programa de Uso Recreativo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha realizado pela organização não governamental *World Wildlife Fund* (WWF 2001).

Apesar da recomendação feita no documento da WWF para não se abrir novos pontos de mergulhos de uso público no PARNAMAR/FN, foi percebido tanto durante o trabalho de campo deste trabalho como na análise das fichas de saída das embarcações durante o último ano que outros pontos além dos recomendados vem sendo utilizados pelas operadoras de mergulho. Entre estes pontos, estão os seguintes: Morro de Fora, Sela Ginete, Buraco das Cabras, Ponta da Macaxeira, Enseada do Cação, Caieiras, Cabeço das Cordas e 30 Reis.

Destes pontos, 4 foram visitados no presente trabalho. Dois deles tem a utilização recomendada após a análise de suas características físico-biológicas e foram incluídos entre os pontos já relacionados em documentos passados (Buraco das Cabras e Caieiras). Para os outros dois pontos analisados (Sela Ginete e Morro de Fora) é fortemente sugerido que se interrompa seu uso para o mergulho autônomo imediatamente. O ponto conhecido por Sela Ginete vem sendo utilizado por Golfinhos-Rotadores para interações sociais de maneira similar que praticam na Baía dos Golfinhos e seu uso já vem sendo vetado pelo Projeto Golfinho Rotador. Já o ponto conhecido como Morro de Fora é um ponto raso e pequeno, junto a Praia da Conceição, com uma grande cobertura de corais-de-fogo (*Millepora*), que é particularmente sensível a presença de visitantes. Apesar do uso recente deste ponto pelas operadoras, pode-se observar uma quantidade acima do normal de colônias quebradas e fragmentos de corais espalhados, reforçando a recomendação de que não seja praticado mergulho recreativo naquele local. Os demais pontos (Ponta da Macaxeira, Enseada do Cação, Cabeço das Cordas e 30 Reis) não puderam ser visitados durante o presente trabalho e é sugerido que seu uso seja também suspenso até que o perfil físico e biológico destes locais sejam analisados.

O ICMBio tem controle sobre todas as saídas de embarcações de turismo do porto de Fernando de Noronha, mantendo dados de horário de saída, número de passageiros e destino de mergulho. As fichas de saídas de todas as embarcações de mergulho do período de 01 de julho de 2007 a 30 de junho de 2008 foram listadas para verificar quais os pontos mais visitados pelos mergulhadores. A Tabela 1 apresenta os resultados desta análise.

Tabela 2.1. Ranking dos pontos de mergulhos mais freqüentados no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Os pontos acima da linha pontilhada (>2.000 mergulhos/ano) são utilizados em mais de 70% dos mergulhos realizados por ano.

<i>Ponto de Mergulho</i>	<i>No. Mergulhos/ano</i>	<i>Lado da Ilha</i>	<i>Nível de dificuldade</i>
Cagarras rasas	5.154	Mar de dentro	Básico
Ressureta	5.070	Mar de dentro	Básico
Ilha do Meio	3.684	Mar de dentro	Básico
Buraco do inferno	2.659	Mar de dentro	Básico
Buraco das cabras	2.259	Mar de fora	Básico
Laje dos 2 irmãos	2.210	Mar de dentro	Básico/Avançado
Canal da rata	2.144	Mar de dentro	Básico
Caverna da sapata	2.085	Mar de dentro	Avançado
Pedras secas 1	1.738	Mar de fora	Avançado
Caieiras	1.546	Mar de fora	Básico
Cagarras fundas	1.229	Mar de dentro	Básico/Avançado
Cordilheiras	1.035	Mar de dentro	Básico/Avançado
Ilha do Frade	613	Mar de fora	Básico/Avançado
Pedras secas 2	552	Mar de fora	Avançado
Cabeço das cordas	529	Mar de fora	Avançado
Cabeço da sapata	454	Mar de dentro	Avançado
Ponta da macaxeira	432	Mar de fora	Avançado
Pontal do norte	419	Mar de dentro	Avançado
30 reis	290	Mar de fora	Avançado
Cabeço submarino	287	Mar de fora	Avançado
Morro de fora	287	Mar de dentro	Básico
Sela ginete	284	Mar de dentro	Básico
luias	244	Mar de fora	Avançado
outros	150	-----	-----

Os pontos mais utilizados, com mais de 2.000 mergulhos/ano efetuados foram na seqüência: Cagadas Rasas, Ressureta, Ilha do Meio, Buraco do Inferno, Buraco das Cabras, Laje dos 2 Irmãos, Canal da Rata e Caverna da Sapata. Estes pontos apresentam algumas características que podem explicar a maior freqüência de utilização observada. Em primeiro lugar, todos com exceção ao Buraco das Cabras localizam-se no mar de dentro e em segundo todos os pontos, com exceção da Ponta da Sapata, são abrigados e por isso melhor para receber mergulhadores de nível

básico e iniciantes. Os pontos localizados no mar de dentro são os mais visitados (fig. 2.5) por duas razões principais:

- 1) Localizam-se mais próximo ao porto do que os pontos localizados no mar de fora, isso significa um tempo de viagem mais curto e conseqüentemente mais comodidade para os prestadores de serviço (mestres e guias de mergulho) finalizar o serviço mais cedo. Importante ressaltar que são eles que determinam o ponto de mergulho a ser visitado;
- 2) Os ventos predominantes na região sopram regularmente de leste para o oeste na maior parte do ano, fazendo com que o mar de fora fique a maior parte do tempo agitado e desconfortável para a navegação, enquanto o mar de dentro é protegido dos ventos na maior parte do tempo e ainda conta com várias baías e enseadas que aumentam ainda mais a proteção.

O mar de dentro assim apresenta os melhores locais para que as empresas conduzam mergulhadores iniciantes, que representam a maior parte dos mergulhadores que visitam Fernando de Noronha ao mesmo tempo em que são mais próximos do porto e preferidos pelos mestres das embarcações e guias de mergulho.

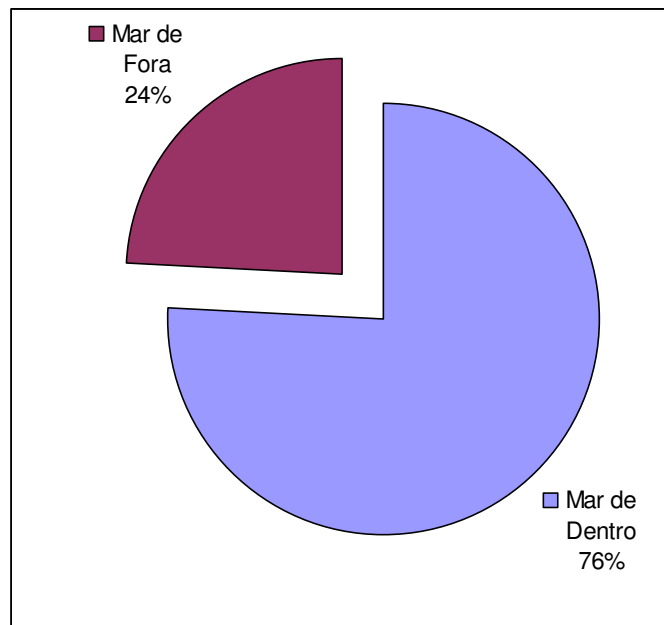


Figura 2.5. Utilização relativa dos pontos de mergulho localizados no Mar de Dentro vs. Mar de Fora.

b) Medida da área dos pontos de mergulho

As áreas superficiais (expressas em metros quadrados) dos pontos de mergulho utilizados no cálculo da CCF foram obtidas através do programa Google Earth Pro. As delimitações de cada ponto de mergulho foram estipuladas baseadas na observação de campo (tabela 2; fig. 2.6). Os mergulhadores utilizam exclusivamente áreas de fundo rochoso, onde pode ser encontrada grande concentração de vida marinha e raramente realizam mergulhos em locais de fundo arenoso. Nos pontos de mergulho localizados junto a costa das Ilhas, foi considerado para o cálculo da CCF uma área que se estende pelo comprimento do costão rochoso do ponto de mergulho, multiplicado por uma faixa de 20 metros ao longo do costão, que representa uma faixa média de fundo rochoso e corresponde a área disponível para o mergulho em determinado ponto (Wedekin, 2003). Em pontos que não são adjacentes a linha da costa, a área foi definida a partir da observação da mancha que representa o fundo rochoso em fotos de satélite (por ex. Laje dos Dois Irmão e Pedras Secas). Pontos que não ficam juntos a linha da costa e cujo fundo rochoso não é visível em fotos de satélites foram determinados como sendo a mesma da área da menor área estabelecida (Pedras Secas) como medida de precaução.

Tabela 2.2. Estimativa aproximada da área dos pontos de mergulho considerados para o mergulho autônomo.

Ponto de Mergulho	Área Aproximada
<i>Cagarras Rasas</i>	6.875 m ²
<i>Ressureta</i>	8.025 m ²
<i>Ilha do Meio</i>	12.762 m ²
<i>Buraco do Inferno</i>	13.581 m ²
<i>Buraco das Cabras</i>	7.268 m ²
<i>Laje dos 2 Irmãos</i>	19.802 m ²
<i>Canal da Rata</i>	6.865 m ²
<i>Caverna da Sapata</i>	5.820 m ²
<i>Pedras secas 1</i>	8.060 m ²
<i>Caieiras</i>	20.542 m ²
<i>Cagarras fundas</i>	7.165 m ²
<i>Cordilheiras</i>	8.060 m ²
<i>Ilha do Frade</i>	9.910 m ²
<i>Pedras secas 2</i>	8.060 m ²
<i>Cabeço das cordas</i>	8.060 m ²
<i>Cabeço da sapata</i>	8.060 m ²
<i>Pontal do norte</i>	8.060 m ²
<i>Cabeço submarino</i>	8.060 m ²
<i>luis</i>	8.060 m ²

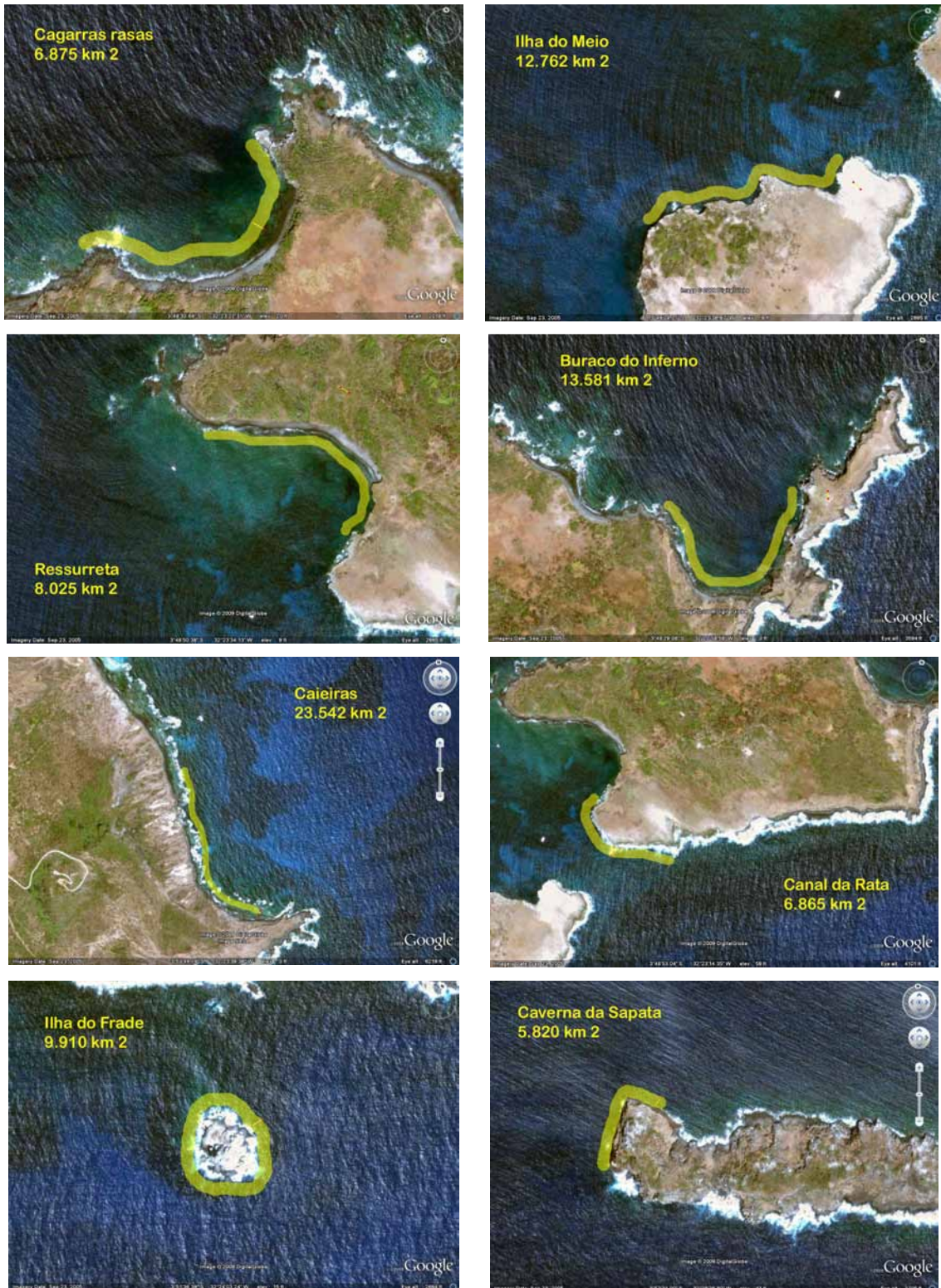


Figura 2.6. Alguns exemplos de como foi estimada a área aproximada dos pontos de mergulho determinada a partir do Google Earth Pro. Fotos em diferentes escalas.

c) Área utilizada pelo visitante:

A área que um visitante ocupa fisicamente no espaço da área de visitação é outro fator considerado no cálculo da CCF. Tradicionalmente, em ambientes terrestres, tem se considerado o espaço de 1 m² como o suficiente para uma pessoa de pé, geralmente em uma trilha. A adaptação desta área para a atividade de mergulho ainda não é bem definida. O ambiente aquático possui um volume de ocupação maior que o terrestre já que em tese o mergulhador pode se posicionar por toda a coluna d'água. Entretanto, é um fato real que os mergulhadores não se posicionam um sobre o outro, pois o mergulhador mais perto da superfície teria a sua visão do fundo prejudicada pelo mergulhador localizado abaixo dele. Assim, é mais natural considerarmos os mergulhadores um ao lado do outro e por isso a área do ponto de mergulho é calculada a partir de sua superfície e não pelo seu volume. Nos poucos trabalhos já realizados utilizando-se a metodologia de Cifuentes (1992), nem Gallo *et al.* (sd.) nem Skaf (sd.) indicaram qual a área que utilizaram como a utilizada pelo visitante. Wedekin (2003) indica a área de **25 m²**, considerando que o mergulhador nada na posição horizontal.

c) Tempo de visitação:

O tempo total de horas abertas para visitação por dia foi estipulado em **10 horas/dia**, baseado no horário de funcionamento do Parque (08:00-18:00 hs). O tempo necessário para visitar cada área foi determinado pelo tempo médio de fundo em um mergulho (00:50h) mais o tempo de equipagem, embarque e desembarque dos mergulhadores, considerando assim **02:00h** o período que cada visitante ou grupo de visitantes efetivamente pratica o mergulho em cada ponto. A princípio não está se considerando mergulhos noturnos neste cálculo de capacidade suporte. Mais adiante serão discutidas estratégias para o manejo do mergulho noturno.

d) Fator de correção 1- Vulnerabilidade Biológica:

A variabilidade de organismos vivendo no substrato é considerada como um fator que influencia a susceptibilidade de cada ponto de mergulho a receber impactos. Quanto mais frágil aos toques dos mergulhadores e maior a probabilidade de quebra ou morte do organismo menor será a capacidade de carga do local. Assim, a caracterização da comunidade bentônica nos pontos onde será praticada a atividade e a avaliação de sua vulnerabilidade é de primordial importância antes de calcular

quantas pessoas poderão utilizar o local. Para calcular o fator de correção referente a sensibilidade dos organismos, foi utilizada a metodologia de mapeamento da comunidade adotada por Lloret *et al.* (2006).

Para a caracterização dos organismos residentes no substrato, foto-quadrats foram realizados aleatoriamente pelo fundo com uma câmera digital durante o trabalho de campo no Arquipélago. A metodologia para a realização dos foto-quadrats foi baseada em Preskitt *et al.*(2004). Após a campanha de campo, as fotografias digitais foram analisadas através do software *Coral-Point-Count with Excel Extensions* (CPCe) (Kohler & Gill, 2006) para estimativa de cobertura e abundância relativa de organismos.

Cada organismo fotografado foi enquadrado dentro de um grupo funcional. As características de cada grupo funcional são baseadas na semelhança de forma e função ecológica dos organismos. Para cada grupo funcional foi determinado um índice de vulnerabilidade, baseado na fragilidade dos organismos aos toques dos mergulhadores. Dez tipos de grupos funcionais consideradas representativas de todos os habitats foram determinados (tabela 3), incluindo substratos não orgânicos como areia, cascalho e rocha. Para substrato não orgânico foi determinado como sendo de peso 1; Para espécies de crescimento rápido e organismos com exoesqueleto duro que não se quebram facilmente também foram determinados como sendo de peso 1; Espécies que podem ser facilmente danificadas ou quebradas mas apresentam um rápido índice de crescimento, foram determinadas como sendo de peso 2; e para espécies de crescimento extremamente lento, sensíveis ao contato, facilmente quebradas ou removidas do substrato pelo contato físico foi determinado o peso de 3 (Tabela 3).

Tabela 2.3. Índice de fragilidade determinado para os principais organismos que compõem os grupos funcionais utilizados na análise de vulnerabilidade do substrato.

<i>Grupo Funcional</i>	<i>Organismos ou tipo de substrato</i>	<i>Índice de fragilidade</i>
Rodolito	<i>Algas vermelhas calcáreas</i>	1
Substrato não consolidado	<i>Areia e cascalho</i>	1
Matriz epilítica	<i>Algas em tufo</i>	1
Banco de algas pardas	<i>Dictyota spp.</i>	1
	<i>Dyctiopteris spp.</i>	1
	<i>Lobophora variegata</i>	1
	<i>Padina gymnospora</i>	1
	<i>Sargassum spp.</i>	1
	<i>Styopodium zonale</i>	1

	<i>Turbinaria turbinata</i>	1
Algas verdes	<i>Bryopsis</i> spp.	1
	<i>Caulerpa</i> spp.	1
	<i>Chaetomorpha</i> spp.	1
	<i>Cladophora</i> spp.	1
	<i>Codium</i> spp.	1
	<i>Halimeda</i> spp.	1
	<i>Udotea flabellum</i>	1
	<i>Ulva</i> spp.	1
	<i>Valonia</i> spp.	1
	<i>Ventricaria ventricosa</i>	1
Esponjas	<i>Agelas dispar</i>	2
	<i>Amphimedon</i> spp.	2
	<i>Aplysina</i> spp.	2
	<i>Callyspongia</i> spp.	2
	<i>Clathria</i> spp.	2
	<i>Clathrina</i> spp.	2
	<i>Cliona varians</i>	2
	<i>Diplastrella megaestelata</i>	2
	<i>Ectyoplasia ferox</i>	2
	<i>Halisarca</i> sp.	2
	<i>Iotrochota birotulata</i>	2
	<i>Ircinia</i> spp.	2
	<i>Leucetta floridiana</i>	2
	<i>Monanchora arbuscula</i>	2
	<i>Mycale arenaria</i>	2
	<i>Niphates erecta</i>	2
	<i>Plakortis</i> spp.	2
	<i>Ptiocaulis bistila</i>	2
	<i>Spirastrella hartmanni</i>	2
	<i>Tedania ignis</i>	2
	<i>Xetospongia muta</i>	2
Corais ramificados	<i>Millepora</i> spp.	3
Zoantídeos	<i>Palythoa caribeorum</i>	2
Corais massivos	<i>Favia gravida</i>	3
	<i>Montastrea cavernosa</i>	3
	<i>Mussismilia hispida</i>	3

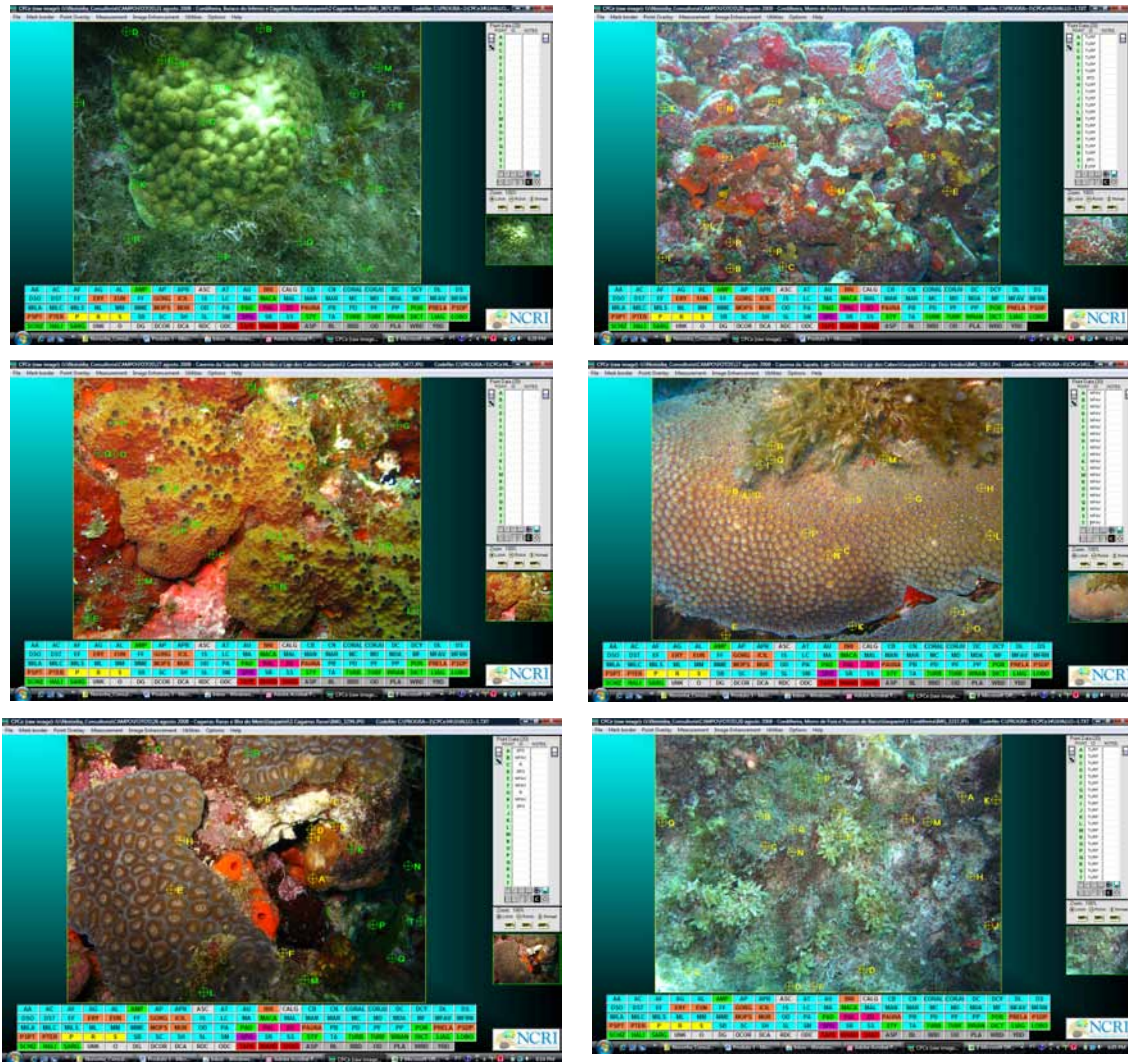


Figura 2.7. Exemplos de fotografias tiradas aleatoriamente do fundo e analisadas com o programa CPCe para estimativa da cobertura bentônica nos pontos de mergulho.

A vulnerabilidade de cada ponto de mergulho baseado em sua cobertura bentônica é calculada pela seguinte fórmula:

$$V = \left(\frac{\sum x_i f_i}{100} \right) + k^1 + k^2$$

Onde: x_i = frequência relativa do grupo funcional i

f_i = fragilidade do grupo funcional

k^1 = coeficiente de correção para o efeito da profundidade do ponto de mergulho

k^2 = coeficiente de correção para o efeito da inclinação do fundo

O coeficiente k^1 é determinado por: + 0,33 em profundidades rasas (<10m); 0,0 em profundidades intermediárias (10-24m) e - 0,33 nos pontos mais profundos (>24m). A razão deste coeficiente é baseada na observação de que a probabilidade do mergulhador tocar no fundo é variável com a profundidade. Sendo muito menor a quantidade de toques nos locais fundos do que nos rasos (veja Quadro 1).

O Coeficiente k^2 é determinado pela inclinação do fundo, que é dependente do ângulo: 0,0 de 0° a 70°; - 0,33 de 70° a 110°; e +0,66 de 110° a 180°. A razão deste coeficiente é baseada na observação de que a probabilidade do mergulhador tocar no fundo é variável com a inclinação do fundo. Sendo muito menor a quantidade de toques nos locais onde o fundo apresenta um perfil vertical (parede) do que nos locais onde o fundo apresenta um perfil horizontal (Lloret *et al.* 2006). Por outro lado, em locais de inclinação negativa (110° a 180°) como em cavernas e tocas onde há teto o impacto do mergulhador é grande devido a maior chance de toque devido a restrição de espaço ao passar pelo local e ao acúmulo de bolhas que formam bolsões de ar no teto impactando os organismos incrustantes.

Devido a impossibilidade de efetuar a coleta de dados nos pontos do mar de fora, como medida de precaução será considerado para estes locais a fragilidade dos organismos igual ao maior valor obtido nos pontos amostrados.

Quadro 1. A influência da profundidade no número de toques dos mergulhadores com o substrato

Apesar do crescente conhecimento acerca do manejo do comportamento do mergulhador para minimizar seus impactos sobre o ambiente, a análise de diferentes características fisiográficas dos pontos de mergulho que determinam variados níveis de susceptibilidade a danos causados pelos mergulhadores ainda é um assunto pouco estudado. A identificação destes fatores que tornam os pontos mais frágeis ou mais resistentes a visita é uma informação importante que deve ser incorporada as ferramentas de manejo de áreas protegidas. Apesar de alguns diferentes perfis topográficos terem sido testados sem detectar nenhuma influência sobre o número de toques do mergulhador, a profundidade dos pontos de mergulho ainda é um fator não testado até agora. Dificuldades com a capacidade de manter uma boa performance em fluabilidade é uma das principais explicações sobre a causa de mergulhadores constantemente tocarem no fundo (Harriot *et al.* 1997) e é de conhecimento comum a mergulhadores experientes que o controle da fluabilidade vai se tornando mais fácil com o aumento da profundidade. Assim, foi levantada a hipótese de que o número de contatos involuntários feitos pelos mergulhadores com o fundo é menor em locais mais fundos do que nos rasos.

O perfil dos pontos de mergulho em Fernando de Noronha é extremamente adequado para testar esta hipótese, pois possuem uma grande variabilidade de profundidade entre os pontos ao passo que dentro de cada ponto há pouca variabilidade. Neste trabalho foi comparada a taxa de toques de 109 mergulhadores em 6 pontos de mergulhos diferentes que diferem substancialmente em sua profundidade, sendo Ilha do Meio, Cagarras Rasas e Morro de Fora (~10m prof) e Laje dos 2 Irmãos, Caverna da Sapata e Cagarras Fundas (~20m prof). Dentre todos os parâmetros utilizados para avaliação, nível de certificação, experiência prévia de mergulho e profundidade do ponto de mergulho, apenas a profundidade do ponto de mergulho foi estatisticamente significativa como determinante da variabilidade de toques dos mergulhadores entre os pontos (Mann-Whitney U test; $p < 0,0001$).

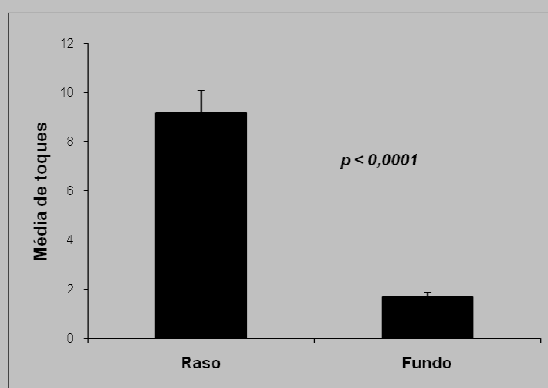


Figura 2.8. Média de toques (\pm erro padrão) realizados por mergulhadores em 3 pontos de mergulho rasos e 3 pontos fundos (Mann-Whitney U test; $n=109$; $p < 0,0001$).

No método de Cifuentes (1992) cada fator de correção da CCR deve ser calculado através da fórmula:

$$\mathbf{FC = 1 - (MR/MT)}$$

Onde: MR = magnitude restritiva para uma determinada variável

MT = magnitude total para esta determinada variável

Com a aplicação desta fórmula, considerando os índices de vulnerabilidade já descritos, temos para cada ponto os seguintes fatores de correção para vulnerabilidade do substrato.

Tabela 2.4. Índice de vulnerabilidade do substrato e fator de correção para vulnerabilidade para os pontos de mergulho utilizados na determinação da capacidade de carga do PARNAMAR-FN. Onde f = fragilidade baseada na abundância dos organismos bentônicos; $k1$ = coeficiente de correção para profundidade do ponto (<12m +, 13-23m 0, >24m -) ; $k2$ = coeficiente de correção para inclinação do ponto (parede vertical -, plano 0, tocas e grutas com teto +); IVS = índice de vulnerabilidade do substrato; FCvul = fator de correção para a vulnerabilidade do ponto de mergulho).

Ponto de Mergulho	f	$k1$	$k2$	IVS	FCvul
<i>Cagarras Rasas</i>	1,2385	+	0	1,5685	0,4771
<i>Ressurreta</i>	1,3348	+	0	1,5685	0,4771
<i>Ilha do Meio</i>	1,0048	+	+	1,9948	0,3350
<i>Buraco do Inferno</i>	1,1255	+	+	2,0855	0,3048
<i>Buraco das Cabras</i>	1,0285	+	0	1,3604	0,5465
<i>Laje dos 2 Irmãos</i>	1,6235	0	0	1,6235	0,4588
<i>Canal da Rata</i>	1,0285	+	0	1,3604	0,5465
<i>Caverna da Sapata</i>	1,3424	-	+	2,0855	0,3048
<i>Pedras Secas 1</i>	1,6235	0	+	2,2835	0,2388
<i>Caieiras</i>	1,6235	0	0	1,6235	0,4588
<i>Cagarras Fundas</i>	1,6235	-	0	1,2935	0,5688
<i>Cordilheiras</i>	1,6235	0	0	1,6235	0,4588
<i>Ilha do Frade</i>	1,6235	0	0	1,6235	0,4588
<i>Pedras Secas 2</i>	1,6235	0	+	2,2835	0,2388
<i>Cabeço da Sapata</i>	1,6235	-	+	1,9535	0,3488
<i>Pontal do Norte</i>	1,6235	-	0	1,2935	0,5688
<i>Cabeço Submarino</i>	1,6235	-	0	1,2935	0,5688
<i>Iuias</i>	1,6235	-	+	1,9535	0,3488

e) Fator de correção 2 - Social:

Quantidade de pessoas que compõem o grupo de visitantes

A quantidade de pessoas que compõem o grupo de visitantes é uma questão sujeita a subjetividade de quem estima. Em muitos outros pontos de mergulho no território brasileiro os mergulhadores formam pequenos grupos de duas ou três pessoas e mergulham sem supervisão. Entretanto, por questões ambientais e de segurança e isso não pode ser aceito em uma área de proteção.

Pesquisas prévias (Barker & Roberts 2004) demonstram claramente que a intervenção do guia de mergulho é uma das mais eficazes estratégias para a diminuição do impacto físico dos mergulhadores com o recife. Apesar de muitos mergulhadores se demonstrarem contrariados com o mergulho em grupo e supervisão direta, essa já é uma prática comum entre as operadoras que atuam em Fernando de Noronha, portanto, sua aplicação não deverá causar contrariedade entre os visitantes.

Quatro mergulhadores é uma quantidade razoável de pessoas que um condutor de mergulho pode manter sob controle visual direto (razão condutor/visitantes 1:4). Para aumentar a satisfação dos visitantes, um grupo pequeno seria mais adequado, entretanto, espalhar muitos grupos pela área do ponto de mergulho aumenta o potencial de impacto ambiental sobre o mesmo. Assim, 12 visitantes com 3 condutores (15 pessoas) por grupo é uma quantidade que atende a satisfação do visitante, a diminuição do impacto ambiental e também a segurança da operação, já que é comum os mergulhadores terminarem os mergulhos em tempos diferentes devido ao consumo diferenciado de ar, garantindo que quando um condutor retorna ao barco com os primeiros mergulhadores que terminaram seu mergulho ainda fiquem pelo menos dois condutores com o resto do grupo.

Quantidade de grupos ao mesmo tempo no ponto de mergulho

Este fator leva em consideração o congestionamento do ponto de mergulho, que afeta a experiência do visitante e a sensação de se estar em um ambiente natural e pristino. Para calcular este fator, é necessário estabelecer a distância mínima entre os grupos de mergulhadores. Wedekin (2003) sugere uma distância mínima de 30 metros para que um grupo não encontre com outro, determinando assim cada grupo de mergulhadores mantendo uma área circular vazia de **2.825 m²** até o grupo mais próximo, baseado na distância mínima entre grupos.

* Se a distância mínima entre grupos deve ser de 30 metros, para calcular a área que um grupo utiliza no ponto de mergulho, uma alternativa é calcular a área de uma circunferência na qual o grupo de mergulhadores está no centro e, em sua volta, existe um espaço de 30 metros sem outro grupo de mergulhadores, ou seja, cada grupo ocupa uma área circular de 15 metros de raio. A área de uma circunferência é dada pela seguinte fórmula: $A = 4 \pi R^2$. Assim, temos que a área ocupada por cada grupo durante um mergulho é: $A = 4 \times 3,1415 \times 15^2 = 2.827,35 \text{ m}^2$ (Wedekin 2003).

Para calcular quantos grupos podem visitar o ponto de mergulho simultaneamente, deve-se dividir a área total do ponto de mergulho pela área utilizada por cada grupo.

$$\mathbf{NG = AP / 2.825 \text{ m}^2}$$

Onde: NG = número de grupos simultâneos

AP = área do ponto de mergulho

Para calcular quantas pessoas podem visitar o ponto de mergulho simultaneamente, é necessário multiplicar o número de grupos pelo número de pessoas por grupo. O tamanho do grupo considerado ideal, face ao controle dos condutores de mergulho sobre o comportamento dos mergulhadores e para evitar a sensação de congestionamento pelos visitantes é de 12 visitantes por grupo mais 3 condutores de mergulho, respeitando uma razão de 1:4 (um condutor para quatro visitantes).

Assim:

$$\mathbf{P_{\text{máx}} = \text{tamanho do grupo (15)} \times \text{NG}}$$

Onde: $P_{\text{máx}}$ = número máximo de pessoas por ponto simultaneamente

NG = número de grupos simultaneamente

Cálculo do fator de correção social

O fator de correção social corresponde a área que não será ocupada para que seja mantida a distância entre os grupos:

$$\mathbf{FC_{\text{soc}} = 1 - [AP - (P_{\text{máx}} \times \text{área utilizada por um visitante}) / AP]}$$

Onde: FC_{soc} = fator de correção social

AP = área do ponto de mergulho

$P_{\text{máx}}$ = número máximo de pessoas por ponto simultaneamente

Considerando que os grupos terão o mesmo tamanho em todos os pontos de mergulho, o **FCsoc = 0,132743** é comum a todos os pontos.

f) Fator de correção 3 – Presença de Megafauna:

A presença constante de mergulhadores pode alterar a presença de grandes animais nos pontos de mergulho. Devido a grande capacidade de mobilidade, animais como tubarões, raias e tartarugas podem evitar locais com alta concentração de visitação (Meadows 2004, Pollard 1996). Diferentemente de corais e outros organismos bentônicos, tubarões e tartarugas não necessariamente precisam ser tocados pelos mergulhadores para implicar na diminuição de sua densidade, apenas a visualização, mesmo a distância, dos visitantes é o suficiente para iniciar o comportamento de fuga nestes animais. A melhor estratégia para minimizar o impacto da visitação em grandes animais é aumentar a distância mínima entre os grupos, diminuindo a densidade de mergulhadores para assim diminuir a chance de encontro dos animais com mais de um grupo por período de visitação. Assim, a distância mínima de 30 metros entre grupos, utilizada acima para minimizar a sensação de “multidão” entre os mergulhadores, será ampliada para 50 metros em locais considerados biologicamente importantes para espécies de tubarões e tartarugas. A área que deve ser mantida vazia entre os grupos de mergulhadores passa a ser então de **7.853 m²**.

Os pontos de mergulho onde foi aplicado este fator de correção são: Laje dos Dois Irmãos e Caieiras (mergulho autônomo), devido a importância destes pontos como berçário de espécies de tubarões (Garla 2004); e Baía de Sueste (mergulho livre), devido ao fato de ser um local onde há uma grande agregação de tartarugas-marinhas que usam a baía como local de alimentação e interações simbióticas de limpeza (Grossman et al. 2006, Sazima et al. 2004)

g) Capacidade de carga efetiva

Neste trabalho, será considerado que todos os parâmetros necessários e definidos para o manejo eficaz do mergulho recreativo no PARNAMAR-FN serão providos pelos operadores. Neste caso a capacidade de manejo (CM) não restringe a CCR. Nos itens abaixo, estão listados todos os itens que deverão ser providos ao Parque pelos operadores para uma plena capacidade de carga efetiva:

Instalação de poitas de amarração em pontos selecionados e a proibição incondicional de ancoragem nos pontos de mergulho

O lançamento de âncora ao fundo é considerado o maior tipo de impacto negativo do turismo de mergulho. Em Fernando de Noronha as operadoras que hoje operam no local evitam esse problema simplesmente não lançando a âncora e mantendo o barco em marcha neutra com o motor ligado sobre o ponto de mergulho. Entretanto, isso torna o embarque e desembarque de mergulhadores iniciantes e com pouca experiência relativamente desconfortável. Assim, é sugerida a instalação de poitas de amarração nos pontos de mergulho mais adequados ao mergulho de iniciantes e batismos, sendo eles: Ilha do Meio, Ressureta, Cagarras Rasas e Buraco do Inferno.

Foi notado durante a fase de campo do presente trabalho que as operadoras instalaram por conta própria algumas “gambiarras” com o intuito de substituir as poitas (Fig. 2.8). Este material, entretanto, está muito aquém de como uma poita para mergulho deve ser feita. Foi observado que o cabo de amarração está atado diretamente a rocha, enquanto ele deve ser fixado no fundo com substrato arenoso. Além disso, o objeto utilizado para localização dos cabos (flutuadores) é composto por garrafas plásticas de bebidas já utilizadas, impactando visualmente o ponto de mergulho, dando a impressão de lixo boiando (Fig. 2.9). Um guia de planejamento e instalação de poitas para embarcações de mergulho é apresentando no anexo 1 deste trabalho.



Figura 2.8. Poita de amarração localizada na Ilha do Meio, amarrada a rocha enquanto que o procedimento correto seria instalar a base sob o fundo arenoso.



Figura 2.9. Flutuador da poita de amarração localizada no ponto Cagarras Rasas. Uma garrafa plástica boiando e poluindo visualmente o local. O correto é instalar uma bóia apropriada para essa função de cor amarela para rápida visualização e localizada a cerca de 1 metro e meio de profundidade para não ficar exposta na paisagem. Fotos: João Luiz Gasparini.

Preleção ambiental obrigatória em todos os mergulhos

A preleção pré-mergulho, ou *briefing* como é comumente chamada entre os profissionais do mergulho, é geralmente composta por informações passadas pelo condutor de mergulho para os visitantes e focam principalmente em questões de segurança e características sobre o ponto de mergulho.

A interpretação e educação ambiental podem ser utilizadas no processo de prover relevante informação ambiental aos visitantes, de maneira a enriquecer sua experiência de mergulho ao mesmo tempo em que diminui seu impacto sobre o ambiente. Interpretação é definida como: “... o trabalho de revelar aos visitantes algo de belo e maravilhoso, a inspiração e o significado espiritual que está por trás do que o visitante percebe através de seus sentidos”. Ao interpretar um ambiente através de explicações, painéis e folhetos, o entendimento e a apreciação do visitante aumentam e a experiência é enriquecida. A interpretação tem o objetivo de tornar a visita mais agradável e prover ao visitante maior simpatia com o local. Simpatizando com o local, o visitante estará menos propenso a agir de maneira que degrade o ambiente e mais propenso a doar tempo ou dinheiro para a proteção daquele ambiente. Assim, o principal objetivo da interpretação não é necessariamente de manejo sobre o comportamento do visitante em relação a impactos ambientais, mas sobre a experiência de visitação.

Diferentemente da “*interpretação ambiental*”, o termo “*educação ambiental*” tende a ser usado como uma provisão mais metódica e objetiva de informação, com o objetivo claro de alterar o comportamento do visitante. A maneira como a informação é passada ao ouvinte é de fundamental importância para a efetividade da ação. Elas não devem ter uma lógica simples e não contem informação demais que possa se tornar desinteressante ao ouvinte, ao mesmo tempo, as mensagens menos esquecidas são aquelas onde o ouvinte tem a oportunidade de agir em cima da informação tão logo ele a tenha adquirido. A preleção feita antes do mergulho é uma ótima oportunidade de se passar informação relevante aos impactos do mergulho, pois dá a oportunidade dos mergulhadores a agirem imediatamente após sua transmissão. Claudia Townsend (2000, 2008b) pesquisou a efetividade de diferentes mensagens durante a preleção de mergulhos na área marinha protegida das Ilhas Virgens Britânicas. Sua principal preocupação era tornar as mensagens curtas o suficiente para que não comprometessem a demanda de tempo da operação e outras informações sobre segurança do mergulho ao mesmo tempo em que fossem efetivas na redução de impactos causados por mergulhadores. Em sua pesquisa Townsend (2000) determinou que 3 frase, curtas e simples, devem ser enfatizadas durante a preleção.

Estas frases podem ser ditas durante a preleção normal sobre o ponto e a segurança de mergulho sem que haja um aumento significativo do tempo em que é feita.

3 frases obrigatórias para a preleção do mergulho:

- 1) *Os corais são seres vivos muito frágeis que podem sofrer um estresse muito grande se o mergulhador tocá-los ou favorecer que sedimento em excesso seja depositado sobre eles.*
- 2) *Mantenha todas as mangueiras de seu regulador e acessórios presos ao colete para que não se arrastem pelo fundo.*
- 3) *Mantenham-se sempre na posição horizontal, a uma distância mínima de um metro do fundo para garantir que as nadadeiras não toquem no fundo ou levistem sedimento.*

Estas frases foram formuladas baseadas na premissa de que além de informar os mergulhadores que eles podem causar impactos ambientais, também devem ser fornecidas aos mergulhadores as ferramentas que os ajudem a evitar estes impactos. É comum em preleções de mergulho ao redor do mundo dizer apenas para os mergulhadores não pisarem nos corais ou encostarem-se aos recifes sem fornecer maiores informações sobre *como* evitar o impacto. Ao mesmo tempo, mergulhadores aprendem sobre técnicas de flutuabilidade neutra e posicionamento nas nadadeiras em seu curso básico, entretanto, em geral isto não é diretamente relacionado com a proteção do ambiente pelos mergulhadores iniciantes. Alertar aos mergulhadores para não danificarem o ambiente marinho sem auxiliá-los nesta tarefa com dicas práticas sobre como fazer isso apenas aumenta a sensação de culpa e medo, mas não necessariamente impede que estabeleçam o contato físico com o fundo marinho.

Atitude pró-ativa do condutor de mergulho na contenção de impactos

Outra maneira, considerada até mais eficaz do que a preleção ambiental, na redução de impactos do mergulhador durante o mergulho é a intervenção direta do condutor de mergulho sobre mergulhadores que estejam inadvertidamente tocando no fundo (Barker & Roberts, 2004). Os condutores devem alertar os mergulhadores sobre o comportamento não apropriado sob a água, sinalizando para os mergulhadores

quando estão próximos demais do fundo, tocando nos corais ou levantando muito sedimento. Pesquisas demonstram que quando mergulhadores propensos a causar impactos ao fundo são alertados pelos condutores sobre seu comportamento, há uma redução de até 5 vezes no número de toques com o substrato (Barker & Roberts, 2004).

Entrevistas feitas com mergulhadores que foram repreendidos durante o mergulho pelo condutor mostram que, na maioria das vezes, eles reconheceram que deveriam ter sido alertados. Como a maioria dos contatos realizados são não-intencionais, este resultado não é surpreendente. Os mergulhadores preferem ser avisados de que estão causando algum dano ao ambiente do que permitir que os deixem fazer.

Como o mergulho em Fernando de Noronha é e deve continuar sendo conduzido, não há porque não se aplicar esta estratégia de manejo. A relação condutor/mergulhadores proposta de 1:4 facilita com que os condutores tenham um amplo controle sobre o comportamento de todos eles, o que também é facilitado pelas excelentes condições de visibilidade em Fernando de Noronha.

Infelizmente essa atitude do condutor foi muito variável durante as observações de campo realizadas para este trabalho, com alguns condutores realmente preocupados em evitar os impactos dos mergulhadores enquanto outros não demonstravam nenhuma intenção de intervir a despeito de claramente observarem mergulhadores tocando nos corais.

Restrição ao uso de luvas e facas

Como já aplicado em vários Parques e Áreas de Proteção Marinhas ao redor do mundo, a proibição ao uso de luvas e facas pelos visitantes é uma medida para reduzir o impacto causado pelo contato do mergulhador com a fauna bentônica. Ao utilizar luvas, o mergulhador se sente mais confortável para se apoiar sobre o recife, aumentando a incidência de contatos. É observado também que muitos mergulhadores se utilizam da faca de mergulho para tocar em organismos. A proibição destes dois acessórios não implica em maior desconforto aos visitantes. A temperatura da água em Fernando de Noronha é considerada agradável e quente, não sendo necessária a utilização de luvas para o aquecimento das mãos. A faca de mergulho é tida como um instrumento de segurança a ser utilizada em possíveis situações de enrosco em cabos de embarcações, redes ou linhas de pesca. Assim, é recomendado que cada condutor ou guia de mergulho tenha uma faca de mergulho consigo para

assistir aos visitantes sob sua vigilância que por ventura se encontrarem em uma situação de perigo.

Atenção especial aos fotógrafos subaquáticos

Dentro do leque de atividades praticadas pelos mergulhadores, a fotografia subaquática é considerada a que mais induz o mergulhador ao contato, intencional e não-intencional, com o fundo recifal (Rouphael & Inglis 2001). O mergulhador pode se distrair ao tentar fazer uma fotografia e perder seu controle de flutuabilidade resultando em um toque não intencional com o substrato, ou então o mergulhador deliberadamente se apóia na estrutura recifal para conseguir maior estabilidade para bater uma foto (Fig. 2.1). O condutor ou guia de mergulho, ao notar a presença de mergulhadores portando câmeras fotográficas, deverá manter constante monitoramento sobre o comportamento do mesmo, alertando-o sempre que perceber a possibilidade de contato com o fundo e evitar que se afaste do grupo e de seu campo de visão.

Os 5 fatores acima descritos: *a)* colocação de poitas nos pontos de mergulho utilizados por iniciantes; *b)* realização de preleções ambientais antes do mergulho; *c)* atitude pró-ativa dos condutores; *d)* restrição de uso de luvas e facas e *e)* atenção especial aos fotógrafos subaquáticos, são consideradas aqui como presentes no cálculo da CCE e consideradas na tabela abaixo como 100% na capacidade de manejo. Se qualquer um destes fatores não for efetivamente aplicado pelas operadoras atuantes no PARNAMAR/FN a capacidade de carga será diminuída na proporção de 20% por cada fator não aplicado.

A aplicação destes fatores deve ser periodicamente monitorada para verificar sua aplicação. Recomenda-se que o monitoramento seja feito periodicamente por consultores independentes, visto que o comportamento dos condutores de mergulho foi bastante variável durante o trabalho de campo para este estudo. Das três operadoras existentes em Fernando de Noronha, em duas delas os condutores agiram de forma exemplar, em uma delas, porém, foi constatado um descaso evidente dos condutores frente ao comportamento inadequado dos visitantes.

h) O mergulho no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha ao longo do ano – Fator de correção para ventos e condições de navegação

As condições climáticas ao longo do ano no PARNAMAR/FN são variáveis, relativamente previsíveis e impedem a possibilidade de mergulho em todos os pontos ao mesmo tempo em boa parte do ano.

Dados coletados através da análise do uso dos pontos de mergulho pelas empresas que operam o mergulho no PARNAMAR/FN mostram que as probabilidades de uso dos pontos de mergulho são:

- 1) Março a Junho** – Boa probabilidade de mergulho nos dois lados da Ilha.
- 2) Julho a Outubro** – Vento leste dificulta a navegação no mar de fora, maior probabilidade de mergulho nos pontos do mar de dentro somente.
- 3) Novembro a Fevereiro** – Mar agitado no mar de dentro, época que ocorre o campeonato de surfe, com a ocorrência de grandes ondas no mar de dentro. Probabilidade maior de mergulho nos pontos do mar de fora somente.

Assim, o fator de correção para a capacidade de carga anual do turismo de mergulho autônomo nos pontos de mergulho do PARNAMAR/FN é calculado da seguinte forma:

$$\text{FCnav} = 1 - (\text{meses em que o ponto pode ser utilizado} / \text{meses totais do ano})$$

Como tanto o mar de dentro como o mar de fora possuem chances de estarem interditados cerca de 4 meses por ano, a FCnav para os pontos de mergulho é **0,3333**.

Tabela 2.5. Sumário do número de grupos e quantidade máxima de pessoas que cada ponto de mergulho suporta simultaneamente. FC mf – fator de correção para presença de megafauna; NG – número máximo de grupos simultâneos; Pmáx – número máximo de pessoas simultâneas no ponto de mergulho.

Ponto de Mergulho	Área (m²)	FC mf	NG	Pmáx
<i>Cagarras Rasas</i>	6.875		2,43	36
<i>Ressurreta</i>	8.025		2,84	42
<i>Ilha do Meio</i>	12.762		4,51	68
<i>Buraco do Inferno</i>	13.581		4,80	72
<i>Buraco das Cabras</i>	7.268		2,57	38
<i>Laje dos 2 Irmãos</i>	19.802	*	2,50	37
<i>Canal da Rata</i>	6.865		2,43	36
<i>Caverna da Sapata</i>	5.820		2,06	30
<i>Pedras Secas 1</i>	8.060		2,85	42
<i>Caieiras</i>	20.542	*	2,60	39
<i>Cagarras Fundas</i>	7.165		2,53	38
<i>Cordilheiras</i>	8.060		2,85	42
<i>Ilha do Frade</i>	9.910		3,50	52
<i>Pedras Secas 2</i>	8.060		2,85	42
<i>Cabeço da Sapata</i>	8.060		2,85	42
<i>Pontal do Norte</i>	8.060		2,85	42
<i>Cabeço Submarino</i>	8.060		2,85	42
<i>Iuias</i>	8.060		2,85	42

Tabela 2.6. Sumário dos parâmetros calculados e a capacidade de carga máxima por dia para o turismo de mergulho no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. CCF – capacidade de carga física; FCvul – fator de correção para vulnerabilidade do substrato; FCsoc – fator de correção social; CCR – capacidade de carga real; CM – capacidade de manejo; CCE – capacidade de carga efetiva diária.

Ponto de Mergulho	Área (m²)	CCF	FCvul	FCsoc	CCR	CM	CCE
<i>Cagarras Rasas</i>	6.875	1.375	0,4771	0,1327	87,09	100%	87,09
<i>Ressureta</i>	8.025	1.605	0,4771	0,1327	101,66	100%	101,66
<i>Ilha do Meio</i>	12.762	2.552	0,3350	0,1327	113,52	100%	113,52
<i>Buraco do Inferno</i>	13.581	2.716	0,3048	0,1327	109,91	100%	109,91
<i>Buraco das Cabras</i>	7.268	1.453	0,5465	0,1327	105,45	100%	105,45
<i>Laje dos 2 Irmãos</i>	19.802	3.960	0,4588	0,0477	86,77	100%	86,77
<i>Canal da Rata</i>	6.865	1.373	0,5465	0,1327	99,60	100%	99,60
<i>Caverna da Sapata</i>	5.820	1.164	0,3048	0,1327	47,10	100%	47,10
<i>Pedras Secas 1</i>	8.060	1.612	0,2388	0,1327	51,10	100%	51,10
<i>Caieiras</i>	20.542	4.108	0,4588	0,0477	90,01	100%	90,01
<i>Cagarras Fundas</i>	7.165	1.433	0,5688	0,1327	108,20	100%	108,20
<i>Cordilheiras</i>	8.060	1.612	0,4588	0,1327	98,18	100%	98,18
<i>Ilha do Frade</i>	9.910	1.982	0,4588	0,1327	120,71	100%	120,71
<i>Pedras Secas 2</i>	8.060	1.612	0,2388	0,1327	51,10	100%	51,10
<i>Cabeço da Sapata</i>	8.060	1.612	0,3488	0,1327	74,64	100%	74,64
<i>Pontal do Norte</i>	8.060	1.612	0,5688	0,1327	121,72	100%	121,72
<i>Cabeço Submarino</i>	8.060	1.612	0,5688	0,1327	121,72	100%	121,72
<i>Iúias</i>	8.060	1.612	0,3488	0,0867	74,64	100%	74,64

Tabela 2.7. Capacidade de carga máxima anual para o turismo de mergulho nos pontos de mergulho do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. CCE/dia – capacidade de carga efetiva diária; FCnav – fator de correção para condições de navegação; Máx Ano – número máximo de mergulhos que o ponto pode receber por dia.

Ponto de Mergulho	CCE/dia	FCnav	Máx Ano
<i>Cagarras Rasas</i>	87,09	0,3333	10.595
<i>Ressurreta</i>	101,66	0,3333	12.367
<i>Ilha do Meio</i>	113,52	0,3333	13.810
<i>Buraco do Inferno</i>	109,91	0,3333	13.371
<i>Buraco das Cabras</i>	105,45	0,3333	12829
<i>Laje dos 2 Irmãos</i>	86,77	0,3333	10.556
<i>Canal da Rata</i>	99,60	0,3333	12.117
<i>Caverna da Sapata</i>	47,10	0,3333	5.730
<i>Pedras Secas 1</i>	51,10	0,3333	6.217
<i>Caieiras</i>	90,01	0,3333	10.950
<i>Cagarras Fundas</i>	108,20	0,3333	13.163
<i>Cordilheiras</i>	98,18	0,3333	11.944
<i>Ilha do Frade</i>	120,71	0,3333	14.685
<i>Pedras Secas 2</i>	51,10	0,3333	6.217
<i>Cabeço da Sapata</i>	74,64	0,3333	9.080
<i>Pontal do Norte</i>	121,72	0,3333	14.807
<i>Cabeço Submarino</i>	121,72	0,3333	14.807
<i>Iuias</i>	74,64	0,3333	9.080

2.2.5. Discussão sobre a capacidade de carga para o mergulho recreativo no parque nacional marinho de Fernando de Noronha

2.2.5.1. NÚMERO MÁXIMO DE MERGULHADORES SIMULTÂNEOS POR PONTO DE MERGULHO

A quantidade máxima sugerida de mergulhadores que podem visitar cada um dos pontos de mergulho ao mesmo tempo é dada na tabela 2.5. Os fatores que influenciam esse número é o tamanho do ponto de mergulho e a sua importância como habitat para megafauna (tubarões, tartarugas, golfinhos). O número máximo de grupos também é determinado na tabela 2.5.

O número máximo de mergulhadores não corresponde ao número máximo de visitantes, e sim ao número de visitantes mais os guias de mergulho. Assim, um ponto de mergulho com a capacidade simultânea de 36 mergulhadores, por exemplo, pode comportar no máximo 28 visitantes, sendo que deve contar dentro desta quantidade máxima ainda 7 guias ou condutores de mergulho para respeitar a proporção determinada na relação condutor por visitante (1:4).

2.2.5.2. QUANTIDADE MÁXIMA DE BARCOS SIMULTÂNEOS POR PONTO DE MERGULHO

O tipo de embarcação de casco duplo, popularmente chamado de catamarã, utilizado atualmente pela maioria das operadoras de mergulho de Fernando de Noronha é o melhor meio de transporte de mergulhadores para ser utilizado dentro de áreas de proteção. Entre as vantagens de se utilizar o catamarã como embarcação padrão em operações de mergulho se inclui: 1) Não tem a capacidade de desenvolver grandes velocidades como lanchas, por exemplo, reduzindo a incidência de colisões com a fauna marinha; 2) Navega com maior estabilidade e possui espaço mais amplo para montagem de equipamentos que os barcos monocasco, reduzindo o desconforto e náuseas nos visitantes durante o deslocamento para os pontos de mergulho e 3) Transporta uma quantidade relativamente maior de pessoas do que os barcos de casco único, diminuindo a quantidade de viagens necessárias para se transportar a mesma quantidade de pessoas e reduzindo o tráfego marítimo ao mesmo tempo em que mantém o volume de visitação.

Dado a capacidade de transporte de passageiros nos catamarãs ser em torno de 30 a 40 pessoas, ao analisar a quantidade máxima de mergulhadores simultâneos

na maioria dos pontos de mergulho conclui-se que a norma operacional de uma (1) única embarcação por vez em cada ponto deve ser adotada.

Apenas duas exceções seriam possíveis, nos pontos de mergulho denominados Ilha do Meio e Buraco do Inferno, devido a grande área passível de visitação e a baixa ocorrência de organismos frágeis, a capacidade máxima de mergulhadores simultâneos é de 68 e 72, respectivamente. Apenas nestes pontos a presença de dois barcos simultaneamente seria possível. Entretanto, mesmo nestes casos, a permissão para apenas um barco de cada vez é ainda sugerida em nome de uma melhor qualidade de visitação e a experiência do visitante de estar em um ambiente natural. Alternativamente, se a presença de dois barcos ao mesmo tempo for permitida nestes pontos em caráter experimental, recomenda-se que sejam instaladas duas poitas, uma em cada extremo dos pontos de mergulho para manter os grupos de mergulhadores de cada barco o mais distante possível e garantir que a utilização dos pontos não se concentre no mesmo local.

As embarcações para operação do mergulho autônomo dentro dos limites do PARNAMAR/FN deverão seguir as mesmas normas de navegação e características para prevenção de poluição do ambiente marinho sugeridas para os barcos de passeio (ver cap. 4).

2.2.5.3. NÚMERO MÁXIMO DE MERGULHADORES POR DIA EM CADA PONTO DE MERGULHO

O número máximo de mergulhadores por dia que pode utilizar determinado ponto de mergulho é dado na tabela 2.6 (CCE). Independente da quantidade de vezes que um ponto for visitado por dia, cada visita não pode exceder a quantidade máxima de mergulhadores simultâneos no ponto de mergulho e a soma de pessoas presentes em todas as visitas de um mesmo dia não pode exceder a CCE do ponto de mergulho.

Por exemplo, a CCE do ponto Cagarras Rasas é de 87 pessoas/dia. Tendo o número máximo de 36 mergulhadores simultâneos neste ponto ($P_{max} = 36$), se o ponto Cagarras Rasas receber duas visitas em um mesmo dia com sua permissão máxima ($2 \times 36 = 72$), ele poderá receber uma terceira visita portando no máximo 15 mergulhadores, incluindo nesta conta visitantes e condutores de mergulho. Respeitando sempre a proporção de 1 condutor para cada 4 visitantes (no caso de 15 mergulhadores – 12 visitantes e 3 condutores).

2.2.5.4. O MERGULHO NOTURNO NO PARQUE NACIONAL MARINHO DE FERNANDO DE NORONHA

O mergulho noturno é uma modalidade do mergulho autônomo recreativo que propicia ao visitante uma excelente e agradável oportunidade de observar animais de hábitos noturnos que não são vistos durante o dia ou presenciar comportamentos que só ocorrem neste período. Entretanto, devido a diminuição do campo visual do mergulhador e a conseqüente proximidade que ele mantém do fundo, as chances de contatos com a fauna bentônica e conseqüentemente o impacto ambiental do mergulhador aumentam nos mergulhos noturnos. Foi observado que a quantidade de vezes com que um mergulhador toca o fundo durante os mergulhos noturnos é em média duas vezes maior do que em mergulhos diurnos (Barker & Roberts 2004).

Desta forma, as seguintes diretrizes são sugeridas para a prática do mergulho noturno no PARNAMAR/FN:

1) O número de grupos, e conseqüentemente o número máximo de mergulhadores simultaneamente no ponto de mergulho, deve ser reduzido em 50% do determinado para mergulhos diurnos.

2) Em mergulhos noturnos, cada mergulhador contará como 2 no cálculo da capacidade de carga diária do ponto de mergulho.

Por exemplo, o ponto de mergulho Ressurreta tem uma capacidade efetiva diária (CCE) de 101 mergulhadores. Se durante o dia o ponto recebeu 55 mergulhadores, ainda restam 46 para completar sua CCE, entretanto, como no mergulho noturno cada mergulhador vale por dois, então só poderá utilizar a metade do que resta da CCE, ou seja, 23 mergulhadores é o máximo que poderá conduzir para o mergulho noturno (lembrando sempre que este valor inclui visitantes e condutores). Porém, a quantidade máxima de mergulhadores simultaneamente no ponto Ressurreta também deve ser reduzido pela metade em mergulhos noturnos. Assim, sendo o $P_{m\acute{a}x} = 42$ neste ponto, então a operação noturna deverá restringir seu número máximo de mergulhadores para 21.

2.2.5.5. A CAPACIDADE DE CARGA ANUAL DOS PONTOS DE MERGULHO

A capacidade de carga anual estimada para os pontos de mergulho do PARNAMAR/FN é dada na tabela 2.7. Esta estimativa é baseada nas condições climáticas e oceanográficas que influenciam a probabilidade de uso dos pontos de mergulho ao longo do ano. Entretanto, devido a relativa variabilidade que pode haver dentro dos períodos climáticos determinados aliados as mudanças climáticas globais,

não é recomendado que se baseie o manejo dos pontos pela capacidade de carga anual e sim pela capacidade de carga diária. Entretanto, a estimativa da capacidade de carga anual é importante para estudos de viabilidade econômica do turismo de mergulho dentro do Parque Nacional.

Estudos prévios de capacidade de carga para o mergulho autônomo realizados no Brasil sugerem o manejo a partir de um número diário de visitantes (Wedekin 2003), devido a incapacidade de saber previamente exatamente as condições climáticas de dias pré-determinados ao longo do ano. Servindo estes números anuais apenas para análises probabilísticas.

2.3. MONITORAMENTO AMBIENTAL DOS PONTOS DE MERGULHO

Poucos estudos prévios estimaram a capacidade de carga ambiental para pontos de mergulho, e dentre os poucos que o fizeram nenhum a publicou resultados avaliando a efetividade destas estimativas. O manejo do mergulho autônomo recreativo, não só no Brasil, mas no mundo, ainda está na fase da tentativa e erro. Desta forma, toda a implementação de manejo neste sentido deve ser seguida de uma constante avaliação dos resultados obtidos.

O monitoramento tem dois objetivos claros e distintos: 1) verificar se as condições impostas para a capacidade de manejo estão sendo cumpridas efetivamente e 2) verificar se os parâmetros biológicos de fragilidade do substrato se mantêm constantes ou se estão se alterando devido ao uso público. O monitoramento então deve abranger tanto a fiscalização das operações de mergulho como o levantamento de dados biológicos dos pontos de mergulho. A fiscalização das operações envolve a presença de um auditor externo (consultor, servidor treinado ou pesquisador) de preferência que não resida na ilha, para verificar se as embarcações realmente se dirigem aos pontos que relatam no seu plano de embarque, se cumprem com as determinações de preleção e de controle dos visitantes. Este tipo de situação se faz necessária frente ao que foi observado durante a pesquisa de campo para este estudo. Apesar de ser permitido que apenas um barco por vez utilize cada ponto de mergulho, foi verificado diversas vezes mais de um barco operando simultaneamente no mesmo ponto. Apesar de duas entre as três operadoras orientar muito bem a postura de seus condutores, uma delas claramente emprega condutores de mergulho claramente descompromissados com o impacto ambiental causado pelos visitantes. Entre as empresas que prestam serviço de foto e vídeo subaquático foi notado que os próprios fotógrafos que trabalham nestas empresas muitas vezes causam muito mais

dano ao substrato do que os próprios visitantes. Como foi demonstrado na seção 2.2.4.1g, se estes cuidados não estiverem sendo aplicados efetivamente, a capacidade de carga dos pontos de mergulho deverá ser menor do que a estabelecida baseada na premissa de que a capacidade de manejo é eficaz.

Além da fiscalização da capacidade de manejo, o monitoramento dos parâmetros biológicos é necessário para se avaliar a própria metodologia aplicada no cálculo de capacidade de carga. Desta forma, é desejável que um monitor ambiental realize coleta de dados fotográficos do fundo nos pontos de mergulho mais utilizados ao longo do ano através da metodologia de quadrados-fotográficos descrita em Preskitt et al. (2004). A análise destas fotografias permite estimar a cobertura dos organismos sésseis bentônicos e detectar alterações de densidade. A análise conjunta destes dados biológicos, juntamente com as observações dos padrões de uso dos pontos permitirá inferir se a capacidade de carga estabelecida está sendo capaz de manter a comunidade biológica estável e, portanto, se está sendo sustentável o uso público do local.

2.4 O MERGULHO AUTÔNOMO EM FERNANDO DE NORONHA E OS GOLFINHOS ROTADORES

O Arquipélago de Fernando de Noronha é famoso pela população de golfinhos-rotadores (*Stenella longirostris*) que vive ao largo das ilhas. Os golfinhos-rotadores utilizam diferentes áreas do Arquipélago de maneiras distintas, sendo algumas destas áreas de importantes para o desempenho de importantes funções sociais e biológicas, como acasalamento, descanso, cuidado dos filhotes e brincadeiras entre os golfinhos (Silva Jr. et al. 2005). O local mais importante de socialização e descanso dos golfinhos-rotadores em Fernando de Noronha é a Baía dos Golfinhos, local onde a maior parte dos estudos com esta espécie foi realizada no Arquipélago (Silva Jr. 1996), e em segundo lugar, a Baía localizada na região denominada de “Entre Ilhas”, entre a Ilha Rasa, do Meio, São José e a Ilha Sela Gineta, também é um local utilizado pelos golfinhos-rotadores para socialização e descanso (José Martins Silva Jr. & Ivan Sazima, comunicação pessoal). Ambas as localidades situam-se no “mar de dentro” e localizam-se entre pontos de mergulho bastante utilizados pelas operadoras locais. Outros locais de uso dos golfinhos foram identificados, principalmente para alimentação, muitos destes locais localizam-se em águas oceânicas, relativamente distantes das ilhas do Arquipélago, com exceção de duas localidades no “mar de fora” onde os golfinhos-rotadores normalmente se alimentam estas duas áreas de

alimentação não se encontram entre as rotas tradicionais das operações de mergulho autônomo.

Os golfinhos-rotadores são um dos principais motivos pelo qual o turismo se desenvolveu em Fernando de Noronha, sendo a principal atração procurada pelos visitantes do Arquipélago. O turismo de observação de golfinhos em Fernando de Noronha é caracterizado pela observação em terra (mirante dos golfinhos) ou pelos passeios de barcos. A presença destas duas modalidades de turismo com golfinhos traz, por inferência, uma idéia por parte de algumas pessoas de que este turismo com golfinhos pode ser expandido para ser utilizado pelo mergulho autônomo, em um programa específico direcionado ao “mergulho com golfinhos”.

A presença de golfinhos e mergulhadores em um Arquipélago pequeno como Fernando de Noronha implica que casualmente golfinhos e mergulhadores se encontrem em baixo d’água. Entretanto, um programa voltado para o mergulho intencional com golfinhos deve ser evitado. A principal razão disto é que o impacto de mergulhadores autônomos em contato freqüente com golfinhos (e com qualquer outro mamífero marinho) jamais foi estudado e as conseqüências desta interação são totalmente desconhecidas (Curtin & Garrod, 2008). Uma única observação ocasional é apresentada por Courbis (2004) que relata que o barulho gerado por mergulhadores autônomos em treinamento (*check out*) na Baía de Honaunau no Havaí pode estar afugentando os golfinhos de dentro da Baía. O turismo de natação com golfinhos é praticado em outras localidades do mundo, mas mesmo o pouco conhecimento sobre esta atividade não se aplica ao mergulho autônomo, esta atividade apresenta um potencial muito maior de alterar o comportamento de golfinhos, pois mergulhadores podem seguir golfinhos durante sua permanência em baixo d’água e ficar mais tempo em contato com eles do que um nadador ficaria (Curtin & Garrod, 2008).

Devido ao total desconhecimento sobre possíveis desdobramentos na interação entre mergulhadores e golfinhos não é recomendado que este tipo de turismo se desenvolva em Fernando de Noronha. Áreas onde a freqüência de golfinhos é constante devem ser evitadas pelos operadores de mergulho, assim as áreas que os golfinhos utilizam para descanso e interações sociais (Baía dos Golfinhos e Baía da Sela Gineta) devem ser fechadas para a prática de mergulho autônomo. Estas duas áreas não oferecem maiores atrações submarinas aos mergulhadores do que a presença de golfinhos, a baía da Sela Ginete, por exemplo, nem é citada no plano de manejo do Parque como um ponto de mergulho, demonstrando o baixo interesse dos mergulhadores por esse ponto. Desta forma o fechamento deste ponto para o mergulho não é conflitante com o interesse das operadoras de mergulho e a reivindicação de seu uso para mergulhos pontuais deve

ser interpretada como um interesse de mergulho intencional com golfinhos ali presentes.

Entretanto, ao contrário das áreas de uso freqüente pelos golfinhos, encontros casuais e esporádicos em locais que reconhecidamente não são locais de agregação de golfinhos não tem potencial para causar impactos (Samuels *et al.* 2000; Curtin & Garrod, 2008) devido a não acumulação de fatores de stress a curto prazo em efeitos a longo prazo. Assim, a probabilidade de encontros não intencionais, fora das áreas utilizadas pelos golfinhos para interações sociais, entre mergulhadores e golfinhos causar um efeito em longo prazo no comportamento é baixa. Porém, nestas situações o mergulhador deve evitar a perseguição aos golfinhos e manter o perfil de seu mergulho conforme o planejado, deixando que o tempo da interação e a distância de observação ocorram nos termos definidos pelos próprios animais.

2.4.1. Programa de pesquisa sobre a influência do mergulho autônomo no comportamento dos golfinhos-rotadores

Apesar do crescente número de estudos sobre o impacto do trânsito de embarcações no comportamento e fisiologia de golfinhos e baleias, virtualmente nada se sabe sobre a influência de seres humanos praticando mergulho livre ou autônomo junto a esses animais (Curtin & Garrod, 2008). As condições apresentadas no Arquipélago de Fernando de Noronha representam uma excelente oportunidade de se realizar as primeiras análises neste sentido. O comportamento dos golfinhos-rotadores já vem sendo estudado há mais de uma década pelo projeto golfinho-rotador (Silva Jr., 1996) e uma linha de base bem definida sobre a caracterização do comportamento social “normal” dos golfinhos em um ambiente relativamente não impactado já está disponível (Silva Jr. *et al.*, 2005). Recentemente, tem se observado que os golfinhos-rotadores vêm utilizando a Baía da Sela Ginete (região denominada entre-ilhas) como área de descanso e interações sociais (José Martins Silva Jr. & Ivan Sazima, comunicação pessoal), desta forma, eu sugiro que aproveite esta oportunidade de se efetuar operações de mergulho experimentais, não comerciais, com o intuito de se estudar possíveis modificações no comportamento social dos golfinhos causados pela presença de mergulhadores. A ocorrência dos golfinhos na Baía da Sela Ginete nos proporciona a oportunidade de pesquisar possíveis impactos do turismo de mergulho sobre os golfinhos ao mesmo tempo que a Baía dos Golfinhos seja mantida intocada e protegida de impactos oriundos da pesquisa.

É sugerido que esta pesquisa seja conduzida nos seguintes termos:

- a) Seja contratado um pesquisador responsável pela coordenação do trabalho.
- b) As observações sobre o comportamento dos golfinhos deverão ser coletadas pelo pesquisador responsável e por seus auxiliares no local. Primeiro em condições naturais, sem a presença de mergulhadores, durante o período de 6 meses a um ano para estabelecer a semelhança do comportamento no local com a Baía dos Golfinhos e para efeito de comparação com dados coletados posteriormente com a presença da operação de mergulho. Após este período, as observações deverão ser repetidas com a simulação de uma operação de mergulho ocorrendo no local. Os dados devem ser coletados de maneira semelhante aos realizados por Silva Jr. *et al.* (2005) para efeito da padronização da metodologia utilizada.
- c) As operadoras de mergulho presentes em FN cedam os barcos e tripulação para a simulação das operações de mergulho na Baía da Sela Ginete.
- d) Os mergulhadores presentes nestas operações de pesquisa não podem pagar para participar e devem agir e se comportar durante o mergulho com os golfinhos da forma com que o pesquisador responsável pelo projeto determinar.
- e) O pesquisador responsável deverá coordenar a pesquisa de forma que sejam analisados os seguintes parâmetros da operação e sua influência no comportamento dos golfinhos: 1) Quantidade de mergulhadores por operação; 2) Diferenças entre operações de mergulho autônomo e mergulho livre; 3) Utilização de um cabo de segurança para limitar a dispersão dos mergulhadores; 4) Diferenças na resposta dos golfinhos frente atitude passiva *versus* ativa dos mergulhadores.
- f) As observações do comportamento dos golfinhos mediante a presença dos mergulhadores deverá ser comparada e analisada estatisticamente com os dados obtidos na Baía dos Golfinhos (Silva Jr. 2005) e com os dados obtidos no local durante a fase de observações sem a presença de mergulhadores.
- g) Os resultados do projeto deverão fornecer subsídios técnicos para a análise da realização ou não realização de atividades de mergulho em áreas de concentração de golfinhos, e, se favorável a realização, a definição dos termos em que a visitação deverá ser realizada.

3. Mergulho Livre

O mergulho livre é a prática de nadar equipado na superfície de um corpo d'água utilizando uma máscara de mergulho, um tubo em formato de J chamado *snorkel* e geralmente com nadadeiras ou pés-de-pato. O uso destes acessórios permite ao mergulhador livre observar a paisagem subaquática por longo período de tempo com relativo baixo esforço. É uma atividade muito popular, particularmente em destinos turísticos marinhos tropicais, com águas quentes e claras.

Mergulho livre também é definido pela atividade de descer a profundidades semelhantes a do mergulho autônomo, porém utilizando apenas o ar dos pulmões, segurando a respiração enquanto se está embaixo d'água. Entretanto, este perfil de mergulhador livre é muito mais especializado do que o visitante que apenas utiliza o equipamento de mergulho para ver a mundo marinho da superfície. O mergulhador livre não especializado, que não mergulha a profundidades semelhantes ao mergulho autônomo e que muitas vezes está utilizando o equipamento pela primeira vez é perfil do mergulhador livre que visita Fernando de Noronha e é apenas desse tipo de mergulho livre que trataremos neste trabalho (Fig. 3.1).

Para praticar mergulho livre não é necessário treinamento específico como no mergulho autônomo, apenas a habilidade de nadar e respirar através do *snorkel*. Entretanto, por medidas de segurança, orientação dada por um condutor de turismo, pela loja que aluga ou vende o material de mergulho é recomendada. Esta orientação geralmente discorre sobre o uso adequado do equipamento, noções básicas de segurança, o que observar embaixo d'água e um alerta em relação à conservação dos organismos marinhos, como corais-de-fogo, por exemplo, que podem ser facilmente danificados pelo contato do mergulhador.

Em alguns locais freqüentados por mergulhadores livres, é requerido o uso de coletes infláveis, similares a um colete salva-vidas. Com coloração chamativa, amarelo ou laranja, estes coletes são presos ao corpo do usuário por tiras sobre a região torácica. A máscara e o *snorkel* são similares aos utilizados no mergulho autônomo, mas como não estão sujeitos a pressão encontrada em profundidades maiores, podem ser mais leves e confortáveis.

Pelo fato do mergulhador livre estar restrito a superfície, ele tem pouco potencial de causar danos a comunidade bentônica, salvo em situações onde o local é extremamente raso e o fundo esteja ao alcance dos braços e das pernas ou em locais onde é necessário caminhar sobre corais para acessar o ponto de mergulho (Hawkins & Roberts, 1993; Allison, 1996; Leujak & Ormond, 2008) e onde há uma grande

freqüência de animais que podem ter seu comportamento modificado pela perseguição e manuseio dos mergulhadores (Meadows, 2004; Milazzo *et al.* 2005). Entretanto, uma questão recorrente no manejo do turismo de mergulho livre é a qualidade de visitação. A quantidade de pessoas visitando o mesmo local ao mesmo tempo diminui a sensação de estar próximo da natureza (Inglis *et al.* 1999). Em Fernando de Noronha a grande maioria dos visitantes pratica mergulho livre, mesmo quem nunca experimentou antes aproveita as belas condições das praias e do mar para fazer mergulho livre com equipamento que pode ser alugado em estabelecimentos comerciais. Durante o trabalho, foram identificados cinco locais apropriados para a prática do mergulho livre: Praia do Sancho, Baía dos Porcos, Praia do Atalaia, Praia do Leão e Baía de Sueste. Os dois primeiros localizam-se no “mar de dentro” e são locais onde o acesso é feito pela areia da praia e a comunidade de organismos bentônicos está relativamente bem protegida pela profundidade pouco acessível aos mergulhadores livres. Os outros dois pontos localizam-se no “mar de fora” e possuem algumas características que os tornam sujeitos a algum tipo de distúrbio pelos mergulhadores. Na Praia do Atalaia a profundidade é extremamente rasa, sendo o fundo facilmente acessível aos mergulhadores pela distância de um braço esticado, além disso o mergulho livre lá é restrito a uma piscina natural de tamanho relativamente bem limitado, impondo restrições de espaço físico aos mergulhadores livres. A área disponível para o mergulho livre na Baía de Sueste é relativamente grande, porém o local possui uma freqüência muito grande de tartarugas marinhas que utilizam a área para funções biológicas como alimentação e limpeza (Sazima *et al.* 2004; Grossman *et al.* 2006). O quanto a utilização da Baía do Sueste para a prática do mergulho livre influencia o comportamento das tartarugas marinhas ainda é uma questão a ser estudada.

A capacidade de carga para os pontos de mergulho livre em Fernando de Noronha foram calculadas pelo mesmo método utilizado para o mergulho autônomo. Durante o período de campo deste trabalho as condições de mar impossibilitaram o mergulho do local de maneira apropriada a se coletar os dados e fazer as observações necessárias para a análise.



Figura 3.1. Atividade de mergulho livre no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.

3.1. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA PARA O MERGULHO LIVRE NO PARQUE NACIONAL MARINHO DE FERNANDO DE NORONHA

3.1.1. Elementos do cálculo de capacidade de carga

a) Pontos de Mergulho considerados no cálculo

Os pontos de mergulho para o cálculo de capacidade de carga do mergulho livre em Fernando de Noronha foram escolhidos por apresentarem boas condições de acessibilidade e segurança, de maneira que qualquer visitante não especializado possa chegar transportando seu próprio equipamento, onde o mar apresente condições tranquilas e estáveis na maior parte do ano e não seja proibido entrar na água. Nossa escolha foi corroborada pela observação de que estes locais são visivelmente preferidos pelos praticantes de mergulho livre.

b) Medida da área dos pontos de mergulho

As áreas superficiais (expressas em metros quadrados) dos pontos de mergulho utilizados no cálculo da CCF foram obtidas através do programa Google Earth Pro. As delimitações de cada ponto de mergulho foram estipuladas baseadas na observação de campo (tabela 3.1; fig. 3.2). Os mergulhadores utilizam exclusivamente áreas de fundo rochoso, onde pode ser encontrada grande concentração de vida marinha e raramente realizam mergulhos em locais de fundo arenoso. Nos pontos de mergulho localizados junto a costa das Ilhas, foi considerado para o cálculo da CCF uma área que se estende pelo comprimento do costão rochoso do ponto de mergulho, multiplicado por uma faixa de 20 metros ao longo do costão, que representa uma faixa média de fundo rochoso e corresponde a área disponível para o mergulho em determinado ponto (Wedekin, 2003). Em locais que não são adjacentes a linha da costa, a área foi definida a partir da observação da mancha que representa o fundo rochoso em fotos de satélite (por ex. Laje do Sancho).

Tabela 3.1 Área dos pontos de mergulho considerados no cálculo da CCF

Ponto de Mergulho	Área
<i>Praia do Sancho</i>	<i>12.547 m²</i>
<i>Baía dos Porcos</i>	<i>5.044 m²</i>
<i>Praia do Leão</i>	<i>19.924 m²</i>
<i>Praia do Atalaia</i>	<i>3.988 m²</i>
<i>Baía de Sueste</i>	<i>10.811 m²</i>

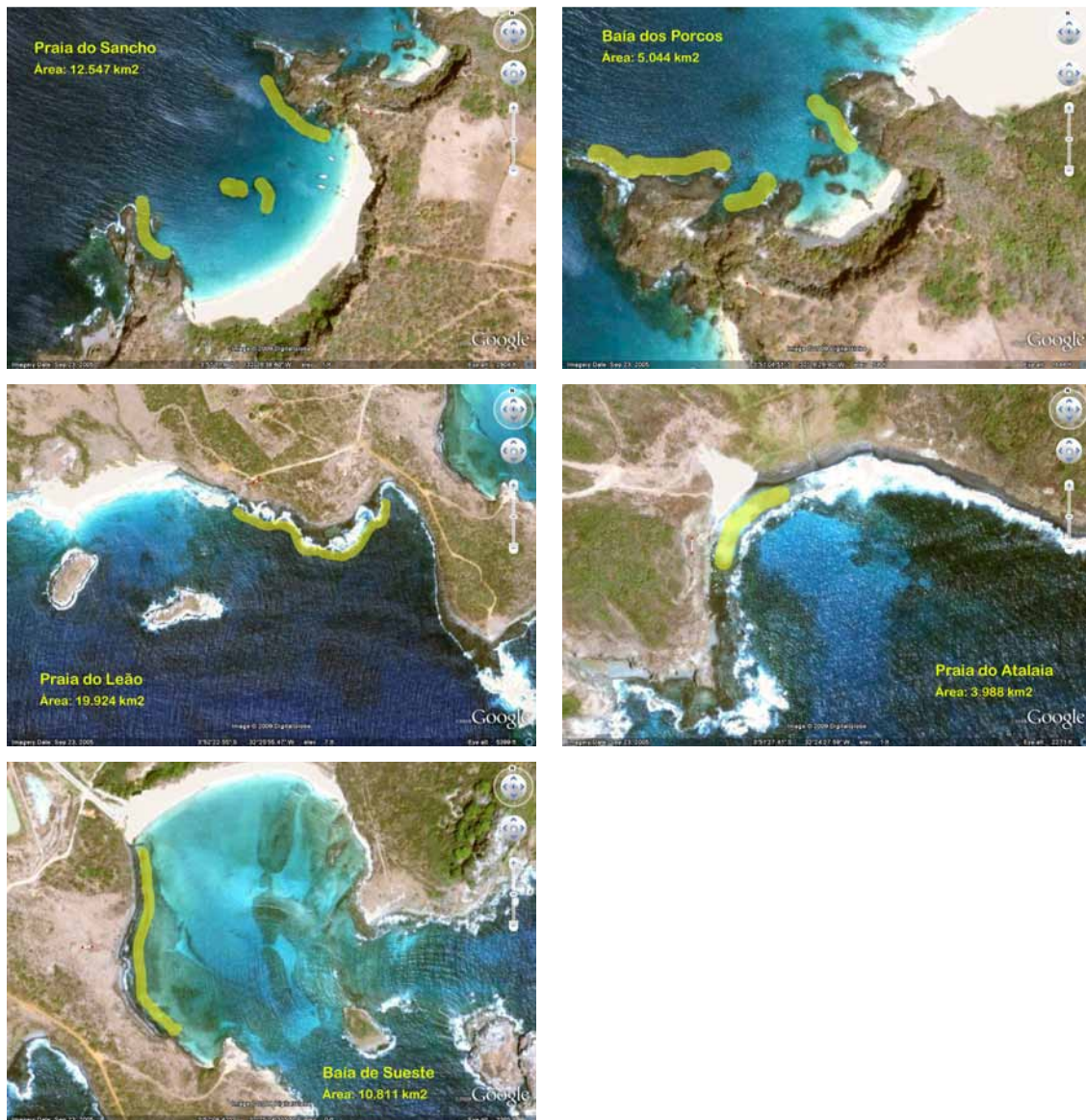


Figura 3.2. Estimativa da área dos pontos para mergulho livre, determinada a partir do Google Earth Pro. Fotos em diferentes escalas.

c) Área utilizada pelo visitante:

Não há na literatura nenhuma referência sobre algum trabalho que tenha definido qual a área ocupada por um mergulhador livre para que ele não tenha a sensação de multidão. Foi utilizada no cálculo de capacidade de carga para o mergulho livre a mesma área definida para o mergulhador autônomo, de 25 m². É possível enxergar essa área como um quadrado de 5 por 5 metros ao redor do mergulhador.

d) Tempo de visitação:

O tempo total de horas abertas para visitação por dia foi estipulado em **10 horas/dia**, baseado no horário de funcionamento do Parque (08:00-18:00 hs). Não é possível estipular o tempo necessário exato para cada visitante praticar o mergulho livre, pois não há limitação de tempo de fundo nem controle de entrada nos pontos de mergulho livre, com exceção da Praia do Atalaia. Uma vez no local o visitante pode dispor do tempo que quiser para praticar o mergulho. Considerando que cada visitante utilize a manhã ou a tarde toda para visitar a praia, podemos definir um tempo de uso médio de **3 horas** em cada ponto. O único ponto de mergulho livre que é afetado pelas marés é a Praia do Atalaia, que por condições de segurança e de conforto dos mergulhadores deve ser realizado o mergulho apenas em períodos próximos ao estofa da baixa-mar.

Neste caso para a Praia do Atalaia, devido a restrição imposta pela maré, será definido um tempo total de horas abertas de 3 horas diárias e o tempo de visitação por usuário máximo de 45 minutos para maior rotatividade de visitantes no ponto.

e) Fator de correção 1- Vulnerabilidade do Substrato

Como observado em campo, os pontos de mergulho do “mar de dentro” não apresentam vulnerabilidade do substrato sujeito a impactos do mergulho livre, pois o fundo está relativamente protegido dos toques dos mergulhadores pela profundidade. Entretanto, nos pontos do “mar de fora” consideráveis impactos ao substrato existem. Na Praia do Atalaia e na Baía de Sueste, entretanto, devido a baixa profundidade no local onde o mergulho é realizado o fundo está sempre ao alcance dos mergulhadores. A probabilidade de contato é muito alta, por isso como medidas precaução, a estimativa para o fator de vulnerabilidade do substrato nestes pontos será considerada próxima dos valores dos pontos de mergulho autônomo rasos e que apresentaram grande cobertura de corais, aproximadamente 0,5.

f) Fator de correção 2 – Social

Este fator leva em consideração o congestionamento do ponto de mergulho, que afeta a experiência do visitante e a sensação de se estar em um ambiente natural e pristino. Para calcular este fator, é necessário estabelecer a distância mínima entre os mergulhadores. Inglis *et al.* (1999) demonstra o problema em se encontrar este número para praticantes de mergulho livre, pois a satisfação referente ao número de pessoas utilizando um mesmo ponto é altamente variável entre os usuários desta

modalidade. Geralmente a satisfação com a quantidade de visitantes ao mesmo tempo no local varia com a expectativa prévia do visitante e sua experiência com a atividade. Visitantes mais experientes demonstram uma grande preferência para o menor número possível de usuários, enquanto que visitantes pouco experientes não demonstram rejeição a sensação de multidão. Usuários visitando pela primeira vez o local até preferem locais com mais pessoas, pois transmite a sensação de segurança (Inglis *et al.* 1999). Desta forma é sugerida uma distância mínima de 10 metros entre os grupos de mergulhadores. Para manter esta distância entre grupos é necessária uma área circular vazia de 314,15 m² até o grupo mais próximo. Baseado na distância mínima entre grupos, temos:

$$\mathbf{NG = AP / 314,15 \text{ m}^2}$$

Onde: NG = número de grupos simultâneos

AP = área do ponto de mergulho

Para calcular quantas pessoas podem visitar o ponto de mergulho simultaneamente, é necessário multiplicar o número de grupos pelo número de pessoas por grupo. O tamanho do grupo mínimo para a prática de mergulho livre, em face de sugestões de segurança, é de 2 mergulhadores por grupo (mergulho em dupla).

Assim:

$$\mathbf{P_{\text{máx}} = \text{tamanho do grupo (2)} \times \text{NG}}$$

Onde: P_{máx} = número máximo de pessoas por ponto simultaneamente

NG = número de grupos simultaneamente

O fator de correção social corresponde a área que não será ocupada para que seja mantida a distância entre os grupos:

$$\mathbf{FC_{\text{soc}} = 1 - [AP - (P_{\text{máx}} \times \text{área utilizada por um visitante}) / AP]}$$

Onde: FC_{soc} = fator de correção social

AP = área do ponto de mergulho

P_{máx} = número máximo de pessoas por ponto simultaneamente

Considerando que os grupos terão o mesmo tamanho em todos os pontos de mergulho e as outras variáveis são proporcionais, o **FC_{soc} = 0,15916** é comum a todos os pontos.

g) Capacidade de carga efetiva

A capacidade de manejo para o mergulho livre em Fernando de Noronha a alguns pontos, sendo virtualmente inexistente em outros. Desta forma, apenas serão considerados pontos com 100% de capacidade de manejo os locais onde há controle e fiscalização do acesso dos visitantes a área. Os pontos de mergulho livre onde há esse controle são Atalaia e Baía de Sueste e, portanto o fator de correção para a capacidade de manejo nestes locais será igual a 1. Em locais onde não há nenhuma fiscalização ou base do ICMBio (Baía dos Porcos e Praia do Leão) e portanto, nenhuma capacidade de manejo, o fator de correção aplicado será igual a 0,5. Na Praia do Sancho, podemos considerar que a capacidade de manejo é parcialmente aplicável, pois apesar de não se ter o controle sobre o acesso de banhistas pela trilha, é possível controlar o acesso através da quantidade de pessoas permitidas nos barcos de passeio que param na Praia do Sancho para os visitantes praticarem mergulho livre. Assim, o fator de correção para a capacidade de manejo aplicado a Praia do Sancho será igual a 0,7.

Tabela 3.2. Sumário dos parâmetros calculados e a capacidade de carga para o turismo de mergulho livre no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. CCF – capacidade de carga física; FCvul – fator de correção para vulnerabilidade do substrato; NG – número máximo de grupos simultâneos; Pmáx – número máximo de pessoas simultâneas no ponto de mergulho; FCsoc – fator de correção social; CCR – capacidade de carga real; CM – capacidade de manejo; Fcman – fator de correção para capacidade de manejo; CCE – capacidade de carga efetiva diária.

Ponto de Mergulho	Área (m²)	CCF	FCvul	NG	Pmáx	FCsoc	CCR	CM (Fcman)	CCE
<i>Praia do Sancho</i>	12.547 m ²	1.672	1	39,9	79,8	0,15916	266,26	50% (0,7)	186,38
<i>Baía dos Porcos</i>	5.044 m ²	5.044	1	16,05	32,1	0,15916	107,04	0% (0,5)	53,52
<i>Praia do Atalaia</i>	3.988 m ²	3.988	0,5	12,69	25,3	0,15916	*	100% (1)	*
<i>Praia do Leão</i>	19.924 m ²	19.924	1	63,42	126,8	0,15916	422,81	0% (0,5)	211,40
<i>Baía de Sueste</i>	10.811 m ²	10.811	0,5	34,41	68,82	0,15916	114,71	100% (1)	114,71

* Devido as condições especiais presentes na Praia do Atalaia (pequena área, alta variabilidade na área de uso devido ao nível da maré e deposição de areia) sua capacidade de carga não pode ser definida pelo método proposto, pois o método requer que a área de utilização seja fixa. Desta forma, o presente trabalho sugere que seja adotado um limite máximo de 25 pessoas ao mesmo tempo na piscina natural (chegando ao máximo de 100 pessoas/dia em 3 horas de uso/dia) somente em condições ideais. Devido a grande variabilidade na área disponível para ao mergulho devido ao acúmulo de areia dentro da área da piscina natural, esta capacidade deve ser diminuída para 18 pessoas ao mesmo tempo na piscina (72 pessoas/dia) se a piscina natural tiver até 1/3 de sua área de uso diminuída pelo acúmulo de areia depositada pela maré. Se a piscina natural apresentar mais de 1/3 de sua área total coberta pela areia, a visitação deve ser interrompida até que as condições ambientais estejam dentro das descritas acima.

3.1.2 Discussão sobre a capacidade de carga para o mergulho livre no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha

O mergulho livre é uma das atividades mais praticadas em Fernando de Noronha. Foi observado que os pontos de mergulho escolhidos para este trabalho são os mais utilizados pelos visitantes, principalmente por facilidade de acesso, boas condições de mar e atrações como a beleza da paisagem e vida marinha. Todos os pontos estudados localizam-se dentro do Parque Nacional. Os pontos localizados no “mar de dentro”: Praia do Sancho e Baía dos Porcos e Porto de Santo Antônio não possuem nenhum controle relativo à quantidade de visitantes ou ao tempo de permanência. Estes pontos citados também possuem baixa vulnerabilidade ao impacto de mergulhadores, principalmente pelo fato dos mergulhadores livres estarem restritos principalmente a superfície do mar e a profundidade destes pontos, que impede o contato freqüente dos visitantes com o fundo.

Nos dois pontos de mergulho livre localizados no “mar de fora” a situação é diferente. A Praia do Atalaia é uma piscina natural com uma área muito restrita em relação aos outros pontos. Além disso, esta piscina é extremamente rasa, estando o fundo ao alcance de um braço ou perna esticado. Assim, a probabilidade de contatos com o fundo, causando abrasão nos organismos ou suspensão de sedimentos é muito grande e isso limita muito a quantidade de visitantes que pode mergulhar na piscina. Outro fator limitante é que o mergulho na Praia do Atalaia deve ser realizado apenas em período de maré baixa, para maior segurança e conforto dos visitantes, isto restringe a visita diária apenas para três horas por dia próximas aos estofo da baixa-mar. Devido a vulnerabilidade do ponto de mergulho e ao curto período de acesso, é sugerido que o mergulho livre na Praia do Atalaia seja monitorado por fiscais do PARNAMAR-FN. A capacidade de carga para este ponto sugere que 25 pessoas podem estar ao mesmo tempo na piscina. Se houver um rodízio de visitantes a cada 45 minutos, assim, durante três horas, 100 visitantes poderão visitar o ponto de mergulho por dia. Estes números, entretanto, são válidos apenas para quando a piscina natural apresenta condições ideais de utilização, com toda a sua área disponível para a prática do mergulho livre. Eventualmente a piscina natural sofre alta deposição de areia, diminuindo drasticamente a sua área de utilização. Nestes casos, se aplica a capacidade máxima de 18 pessoas ao mesmo tempo no local (72/dia) se a piscina natural apresentar uma redução de até 1/3 de sua área (ver tabela 3.2). Se a piscina natural apresentar deposição de areia em mais de 1/3 de sua área a visita deve ser interrompida.

A Baía de Sueste é outro ponto muito utilizado para o mergulho livre no “mar de fora”. Ela possui a maior área para a prática de mergulho entre todos os outros pontos, porém fatores ambientais podem impor limites a quantidade de mergulhos realizados. A Baía de Sueste é um ponto de concentração de tartarugas marinhas, onde realizam importantes funções biológicas, como alimentação e limpeza (Sazima *et al.*, 2004; Grossman *et al.*, 2006). A presença de muitos mergulhadores pode fazer com as tartarugas passem menos tempo desempenhando estas funções (Meadows, 2006) ou então que provoquem algum impacto ao substrato e aos organismos que as tartarugas se alimentam ou estações de limpeza de peixes ou camarões. Estudos sobre o impacto dos mergulhadores na Baía do Sueste necessitam ser realizados para regularizar a quantidade de visitantes no local.

os seguintes itens devem ser considerados como manejo do mergulho livre nestes pontos:

a) Proibição do uso de nadadeiras (pés de pato), para diminuir a possibilidade de contato com o fundo e levantamento de suspensão (apenas no Atalaia).

b) Uso do colete de flutuação, para evitar a imersão do mergulhador.

c) Fator de correção para vulnerabilidade do substrato de 0,5; estimativa baseada em cálculos de pontos de mergulho autônomo com grande quantidade de corais.

4. Passeio de Barco

O crescimento do turismo marinho é uma tendência mundial, conforme demonstrado por Orams (1999) e discutido em detalhes na introdução deste trabalho. A maioria destes visitantes geralmente se limita a explorar a área terrestre ao longo da costa e suas praias, entretanto, um número considerável de visitantes expande seu espectro de atividades ao incluir um ou mais passeios de barcos em seu itinerário de viagem, tornando esta atividade uma das mais proeminentes do turismo náutico e marinho (Warnken & Byrnes, 2004). O principal produto deste setor depende da qualidade ambiental das águas costeiras e de sua biota. A maior parte dos operadores de passeios em embarcações utiliza pontos de partida próximos do local de interesse, como uma ou mais atrações naturais que estejam localizadas a no máximo um dia de viagem e normalmente limitada em extensão, como recifes de corais; ou limitada em recursos, como pesqueiros. Dentro deste cenário um pequeno número de viagens por ano causaria pouca ou nenhuma ameaça a integridade destes recursos naturais. Na prática, entretanto, fatores econômicos fazem com que os operadores de turismo precisem realizar o máximo de viagens possíveis: dependendo da demanda e de condições climáticas, de várias viagens por dia e sete dias por semana. Como resultado, o número freqüente de visitas em pontos com área limitada pode colocar ecossistemas costeiros ou espécies marinhas sob quantidades de stress que podem deteriorar sua condição ecológica. Assim, o impacto gerado pelo excesso de visitação pode resultar não somente na perda de determinada área de hábitat ou uma espécie rara, mas também irá resultar na perda da atração primária que gera a demanda principal para o negócio de passeios de barcos (Warnken & Byrnes, 2004).

O tipo de embarcação considerado neste trabalho são as mesmas que são utilizadas atualmente para as operações de turismo no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, ou seja, barcos pequenos e médios, com motor central e capacidade variando entre 10 a 40 passageiros e tripulantes. Serão considerados neste capítulo apenas os impactos derivados com a operação de embarcações, não sendo consideradas as originadas pela atividade dos turistas, como mergulho livre, que é tratada no capítulo 3.

4.1 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR EMBARCAÇÕES DE PASSEIO

Vários estudos investigaram os efeitos originados por barcos de turismo náutico no meio ambiente (Revisão em Warnken & Byrnes, 2004). Muitos destes

estudos foram feitos em sistemas fluviais, como lagos e rios, porém em princípio são aplicáveis ao ambiente marinho. Embarcações podem causar impactos ambientais de várias formas, incluindo:

- 1) Emitindo ou despejando substâncias poluentes: metais pesados e algicidas oriundos de tintas com componentes anti-incrustantes; óleo lubrificante ou combustível por pequenos vazamentos do motor e durante reabastecimentos; CO₂ (dióxido de carbono), NO (óxido de nitrogênio) e outros resíduos de motores a combustão.
- 2) Danos físicos causados por impacto das hélices de propulsão em vertebrados aquáticos; deslocamento de substrato para macrófitas aquáticas e corais, causado pelo lançamento e recolhimento de âncora e encalhe acidental.
- 3) Distúrbios no comportamento natural de espécies sensíveis, causando pressão adicional ao balanço energético destas espécies ao induzir respostas de alerta, defesa, fuga ou proteção da prole.
- 4) Interferência visual por incluir itens artificiais, manufaturados industrialmente pelo homem, no cenário natural.
- 5) Emissão de barulho, na maioria dos casos oriundos do motor.

Dentre os potenciais impactos relacionados acima, os relacionados aos itens 1 (poluição) e 5 (barulho) atingem níveis críticos geralmente em locais de grande densidade de embarcações, espaço limitado e pouca profundidade. Esta conjunção de fatores é encontrada nas marinas e portos utilizados para manutenção, carregamento, descarregamento, abastecimento, embarque e desembarque das embarcações. Estas condições se apresentam em Fernando de Noronha apenas no Porto Santo Antônio, localizado fora dos limites do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Foi observado, entretanto, que o lixo despejado por embarcações na área do Porto é um impacto a ser considerado (Fig. 4.1), mas a origem da poluição no Porto confunde-se ainda entre os impactos derivados das embarcações de turismo e os derivados das embarcações comerciais de carga.

Por outro lado, os impactos relativos aos itens 2 (ancoragem de embarcações), 3 (indução de stress a vertebrados marinhos) e 4 (interferência visual) são os mais importantes e com mais probabilidades de distúrbio dentro do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha por duas razões: primeiro, os barcos de passeio sempre fazem uma parada para os visitantes praticarem mergulho livre e nestas ocasiões lançam âncora ao fundo e em segundo lugar, existe uma grande população de golfinhos-rotadores, tartarugas-marinhas e tubarões que vive ao largo do

Arquipélago de Fernando de Noronha, se movimentando para atividades de alimentação por locais utilizados pelas embarcações de turismo como roteiro de navegação. Particularmente os golfinhos-rotadores utilizam áreas específicas do Arquipélago para atividades sociais, como cuidado dos filhotes, descanso e acasalamento (Silva Jr. *et al.*, 2005). Desta maneira a capacidade de carga para barcos de passeio dentro do PARNAMAR-FN será definida com base da análise destes três tipos de impactos ambientais e um protocolo de adequação ambiental é proposto para as embarcações que forem operar dentro dos limites do PARNAMAR/FN.

4.1.1. O impacto ambiental causado pela utilização de âncoras

Uma das maiores preocupações referente ao uso recreativo de embarcações é a utilização de âncoras. Há um grande acúmulo de registros de danos causados a recifes de corais na Flórida (Davis, 1977), Ilhas Galápagos (Glynn, 1994), Filipinas (McManus *et al.*, 1997) e muitos outros locais ao redor do globo. Os danos são ocasionados pelo choque e arrasto da âncora sobre corais e em outros invertebrados. Um indicador de que uma área esteja sofrendo danos ocasionados pelo excesso de ancoragem é a quantidade de cabeços de corais revirados e/ou tombados (Dinsdale & Harriot 2004). Locais que recebem embarcações regularmente podem apresentar até 20% da área de recifes de corais com danos severos provocados pela ancoragem (Davis 1977). Da mesma forma, de uma maneira até mais detalhada, danos causados por âncoras foram demonstrados em bancos de macrófitas na Austrália, Mar Mediterrâneo e na Flórida (Hastings *et al.*, 1995; Francour *et al.*, 1999). A magnitude do impacto geralmente é dependente do tipo de embarcação, a frequência de uso do local, o tipo de substrato ou sedimento e a profundidade do local onde o barco está operando.

Para controlar o impacto sobre os recifes, algumas unidades de conservação marinhas estabeleceram áreas próprias para o fundeio de embarcações. Estes locais normalmente se encontram afastados dos recifes ou costões em locais onde se imagina ser de fundo arenoso. Porém, como mencionado acima, a ancoragem tem efeitos nocivos também sobre comunidades de macrófitas aquáticas (*seagrasses*) que por vezes formam extensas planícies verdes entre os recifes (Creed & Amado-Filho 1999). Formadas principalmente por plantas superiores (angiospermas) adaptadas à vida marinha, estes habitats abrigam espécies próprias, são importantes locais de alimentação e berçário para espécies de peixes recifais e tartarugas marinhas. As ancoragens nestes bancos de macrófitas arrancam grandes pedaços de plantas

formando uma descontinuidade no habitat (Creed & Amado-Filho 1999). Um mapeamento minucioso dos habitats presentes na unidade de conservação deve ser realizado antes de se estabelecer áreas de ancoragem para ter certeza de que o fundo não contenha outras comunidades sensíveis. Caso contrário corre-se o risco de afetar outro importante habitat marinho no intuito de proteger os recifes (Creed & Amado-Filho 1999).

4.1.2. O impacto do trânsito de embarcações aos golfinhos rotadores

O espectro de espécies que sofrem com o impacto da presença de embarcações é amplo e vai desde a diminuição da capacidade reprodutiva em aves aquáticas até a mortalidade direta em mamíferos marinhos causados por colisão com as embarcações. Mais recentemente, o rápido crescimento no número de passeios devotados ao turismo de observação de cetáceos vem sendo alvo de um grande número de pesquisas que mostram diversas reações comportamentais dos animais frente a visitação (Stensland & Berggren, 2007). No Arquip elago de Fernando de Noronha, o golfinho-rotador   a espécie que mais está sujeita a este tipo de impacto e constantemente vem sendo utilizado como recurso turístico pelas operadoras de passeio de barco locais. Mesmo sendo o contato das embarca es com os animais de dura o relativamente limitada, o efeito de distúrbios pontuais e localizados causados pela introdu o de sons no ambiente marinho e a presença física das embarca es pode ter conseq ncias importantes em longo prazo como   demonstrado por Lusseau & Bedjer (2007). Muitos mamíferos marinhos utilizam a audi o como  rgo primário de sentido e os cetáceos em particular são altamente dependentes do som para encontrar alimento, se comunicar, detectar predadores e para deslocamento. Eles apresentam, portanto, uma grande sensibilidade aos sons introduzidos pelo ser humano em seu ambiente (Weilgart, 2007).

O aumento no nível de ruídos no ambiente subaquático associado a presença de barcos produz modifica es importantes no comportamento de golfinhos. Pesquisas mostram que golfinhos sujeitos a visita o turística apresentam altera es na sincronia e taxa de respira o (Janik & Thompson, 1996; Lusseau, 2005), diminui o tempo que passa se alimentando (Dans et al., 2008), na distância que mant m entre indivíduos do mesmo grupo, aumenta a velocidade e altera o sentido de nata o (Nowacek et al., 2001) e os padrões de utiliza o de áreas para descanso e socializa o (Lusseau, 2005) muitas vezes fazendo os golfinhos abandonarem as áreas muito freqüentadas por barcos. Estudos recentes demonstram que pequenos impactos considerados antes como localizados ou pontuais possuem conseq ncias

em longo prazo para a sobrevivência de indivíduos e a dinâmica de populações expostas a estes distúrbios (Lusseau & Bedjer, 2007). Estas conseqüências podem ocorrer em uma escala temporal maior, como por exemplo, gerar custos energéticos adicionais a rotina dos animais e alterar a sua capacidade de manutenção da população e conseqüentemente sua viabilidade ecológica.

Além do distúrbio causado pelo barulho e presença das embarcações no comportamento natural dos golfinhos, a navegação em área de ocorrência destes mamíferos marinhos pode ainda provocar danos físicos e morte através de colisões entre barcos e golfinhos. Colisões entre barcos e cetáceos vêm aumentando drasticamente nos últimos anos e recentemente vem sendo reconhecido como um fator importante de mortalidade destes animais (Van Waerebeek et al., 2006). Inclusive já com relatos de colisões entre golfinhos rotadores e embarcações no Arquipélago de Fernando de Noronha (Camargo & Bellini, 2007).

4.1.1. O distúrbio visual na paisagem causado pelas embarcações

Não há na literatura referências a pesquisas que avaliaram o impacto visual de embarcações em Parques e Reservas naturais. Neste aspecto, a ênfase é dada no impacto visual de construções de estruturas relacionadas a atividade, como marinas, rampas de lançamentos, pontões nos locais de destino e trapiches. Entretanto, é reconhecido o potencial conflito existente entre diferentes tipos de usuários, causado pelo barulho de pessoas gritando, pulando na água ou ouvindo rádio. Apesar deste tipo de barulho ter pouco impacto sobre a fauna nativa, visitantes que apreciam a serenidade de uma praia isolada percebem estes barulhos como um grande impacto no local (Warnken & Byrnes, 2004).

4.2. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA PARA PASSEIOS DE BARCO NO PARQUE NACIONAL MARINHO DE FERNANDO DE NORONHA

4.2.1. Elementos considerados na análise da capacidade de carga

a) Ancoragem

Observações de campo através de mergulho livre foram efetuadas na Praia do Sancho, local onde as embarcações de passeio ancoram para que os visitantes tomem banho de mar durante os passeios. O substrato marinho na área é arenoso e contém poucas espécies de macrofauna residentes, apesar de alguns exemplares da

raia-prego, *Dasyatis americana*, terem sido observados, não aparentam ser uma espécie atingida pela ancoragem no local. A análise de fotografias feitas antes, durante e imediatamente depois da ancoragem revelou um baixo nível de impacto, caracterizado por baixo distúrbio do substrato. De fato, mesmo após o recolhimento da âncora, o material ressuspendido se assentou rapidamente e alguns minutos depois já era impossível de se determinar visualmente o local onde a âncora estava previamente posicionada.



Figura 4.1. Fotos mostrando o posicionamento da âncora no substrato e a situação do substrato após a retirada da âncora. Nenhum distúrbio visual foi detectado.

A inexistência de impactos causados pela ancoragem aparentemente não é devida apenas ao tipo de substrato arenoso, mas também devido a topografia ao redor da praia que fornece abrigo do vento para as embarcações. Outras praias, mesmo de fundo arenoso, mas sem este importante abrigo ao vento fornecido pela Praia do Sancho provavelmente causaria um índice de ressuspensão maior de areia, pois sem o abrigo a força dos ventos exigiria uma tensão maior da âncora ao substrato para conter o deslocamento da embarcação, além de que talvez fosse necessária a utilização de âncoras maiores e mais pesadas.

A ancoragem, portanto, **desde que realizada apenas em fundo de areia; longe do costão rochoso e do parcel do Sancho**, não é um fator limitante para a utilização da Praia do Sancho como local de uso pelos barcos de turismo.

b) Presença de golfinhos-rotadores

Os golfinhos-rotadores são uma das mais importantes atrações turísticas do Arquipélago de Fernando de Noronha e necessita ser adequadamente manejado para que sua exploração como recurso turístico se mantenha dentro dos limites sustentáveis. **O uso não sustentável dos golfinhos como recurso turístico significa a**

alteração de seus padrões de comportamento, aumento da mortalidade induzida por atividades humanas e o conseqüente abandono de uso do local pela população de golfinhos (Lusseau, 2005; Lusseau et al., 2006).

O manejo do turismo de passeios de barco tem o objetivo não apenas de preservar a condição ecológica da população de golfinhos-rotadores no Arquipélago, mas também de viabilizar economicamente a prática deste turismo. Os golfinhos-rotadores são reconhecidamente animais oceânicos que não dependem exclusivamente de áreas costeiras e ilhas para desenvolver suas atividades (Norris et al., 1994). **Se o distúrbio causado pelo excesso de visitação exceder o conforto obtido pela utilização de áreas abrigadas ele pode simplesmente deixar de utilizar as ilhas do Arquipélago sem nenhum prejuízo significativo a sua biologia. Assim, devemos entender que o manejo adequado do turismo de passeios de barco no Arquipélago é mais importante para a sobrevivência da atividade turística do que para a dos próprios golfinhos.**

O turismo de observação de cetáceos é um ramo extremamente recente da indústria turística e por isso estudos de manejo e avaliação de impactos ainda são relativamente raros ou não concluídos. Apesar disso, **uma forma reconhecidamente eficaz de manejo para reduzir os níveis de impactos é através da determinação de habitats críticos e a delimitação das áreas utilizadas pelos mamíferos marinhos para atividades essenciais como descanso, reprodução e sociabilidade (Lusseau & Highan, 2004).**

Como já demonstrado na seção 4.1.2, pesquisas anteriores detectaram que interações com barcos de passeio afetam o balanço comportamental das populações de golfinhos (Lusseau, 2003; Carrera et al., 2008; Stockin et al., 2008). **Além disso, também demonstram que os golfinhos são mais sensíveis a estas interações quando estão descansando e socializando. Estes resultados sugerem que minimizar as interações de embarcações com grupos de golfinhos durante estes estados comportamentais é uma importante estratégia de mitigação destes impactos sobre as populações de golfinhos em questão. A obtenção de dados sobre a ecologia espacial dos golfinhos e a determinação de habitats críticos onde golfinhos praticam estas atividades é uma poderosa ferramenta para o manejo da atividade turística.**

No passado, o estabelecimento de santuários e reservas naturais era baseado apenas na abundância, ou seja, onde eram encontrados os animais que necessitam de proteção em maior número. A situação dos golfinhos-rotadores em Fernando de Noronha pode ser analisada de uma forma mais específica utilizando-se de sua informação comportamental. **Como a sensibilidade dos golfinhos-rotadores a impactos específicos é dependente de seu comportamento, esta abordagem permite que o**

tamanho de áreas exclusivas para o uso dos golfinhos seja otimizada, mantendo a sua efetividade, porém, sem comprometer o uso do Parque Nacional Marinho pelos operadores de turismo.

A Baía dos golfinhos já é de longa data um local identificado como de descanso e de interações sociais entre membros da população de golfinhos rotadores residentes em Fernando de Noronha (Silva Jr., 1996, Silva Jr. et al., 2005) mas não é o único local do Arquipélago utilizado pelos golfinhos para estas atividades. Recentemente, observações do Projeto Golfinho Rotador detectaram que grupos de golfinhos também descansam e interagem socialmente na região denominada “Entre-Ilhas”, localizada entre as Ilhas Sela Ginete, São José e Rasa (Figura 4.2). Observações feitas por outros pesquisadores (Ivan Sazima, comunicação pessoal), assim como as realizadas no presente trabalho corroboram as observações do Projeto Golfinho Rotador. Desta forma, **é sugerido que estas duas áreas (Baía dos Golfinhos e região “Entre Ilhas”) sejam fechadas totalmente a qualquer tipo de uso turístico. Além disso, bóias de sinalização devem estar presentes em ambos os locais para que as embarcações não adentrem a área fechada ao uso. Para minimizar os impactos do som produzido pelas embarcações nestas áreas consideradas críticas para a biologia dos golfinhos, no máximo quatro embarcações simultaneamente devem navegar defronte as áreas de uso dos golfinhos e a uma distância mínima de 400 metros das bóias de sinalização.**



Figura 4.2. Delimitação da região “Entre-Ilhas”.

Todas estas medidas de precaução são sugeridas baseadas em trabalhos científicos que demonstram que o trânsito de embarcações, mesmo que não adentrem as áreas de uso direto dos animais, produzem ruídos que são percebidos pelos cetáceos mesmo a distâncias relativamente altas graças à alta capacidade de transmissão do som pela água (Weilgart, 2007). A uma distância de 400 metros da fonte de ruído (embarcação) já é suficiente para induzir cetáceos a abandonar a área de descanso (Au & Green, 2000). Altos índices de tráfego de embarcações reconhecidamente diminuem a utilização do local por golfinhos, que abandonam a área e passam a utilizar outros locais mais tranquilos (Lusseau, 2005).

A probabilidade de colisões entre cetáceos e embarcações é considerada um fator de alto risco a populações residentes de cetáceos por promover aumento da mortalidade de indivíduos, seja no momento da colisão ou posteriormente, devido a gravidade dos ferimentos causados aos animais. A redução de embarcações próximas a áreas de descanso, como sugerido no parágrafo acima, diminui a probabilidade de colisões, mas não as evitam em momentos que os golfinhos navegam para outras áreas do Parque durante deslocamentos em busca de áreas para alimentação. Ferramentas mais específicas de manejo para conter colisões entre cetáceos incluem a limitação da velocidade e os tipos de embarcações que podem operar em dentro do Parque. O controle de velocidade de embarcações reduz os riscos de colisões com mamíferos marinhos através de três formas: 1) permite um tempo de reação maior por parte do piloto da embarcação evitar o choque; 2) permite um tempo maior de reação para os golfinhos evitarem o choque e 3) reduz a gravidade dos ferimentos caso um animal seja atingido pela embarcação (Calleson & Frohlich, 2007). Considerando que a velocidade de descolamento dos golfinhos seja em torno de 5 nós, é recomendado que esta seja a velocidade permitida por qualquer embarcação dentro dos limites do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Os barcos de passeio autorizados a navegar dentro do Parque devem ser de tamanho médio a grande para que transportem um número satisfatório de passageiros com o menos número possível de viagens, aumentando a viabilidade econômica do empreendimento ao mesmo tempo em que reduz os riscos de impactos nos golfinhos-rotadores. Barcos pequenos (menos de 20 passageiros) com motores de popa e lanchas com motores de popa ou centro/rabeta devem ser proibidas de navegar dentro do parque. Motores de popa produzem um ruído muito maior que os motores de centro independentemente do tamanho da embarcação (Au & Green, 2000). Isto se deve ao fato de que a principal fonte de barulho de uma embarcação é o deslocamento de água gerado pela rotação do hélice (Ross & Kuperman, 1989). Os barcos com motores de popa possuem hélices geralmente menores do que barcos grandes com motores de centro. Assim, o número



de rotações por minuto (RPM) requeridas para um motor de popa fazer o barco navegar é muito maior do que o RPM necessário para um motor de centro com grandes hélices.

c) Trajeto e duração do passeio de barco

O trajeto e o tempo de duração dos passeios de barco foram analisados durante o trabalho de campo. O passeio percorre 12 milhas náuticas (22,5 km), saindo do Porto de Santo Antônio e passando pelas Ilhas secundárias, a extensão marinha da APA, entra novamente na área do Parque nas proximidades do Morro dos Dois Irmãos, navega até a Ponta da Sapata e volta a Praia do Sancho onde faz uma parada para os que os passageiros apreciem a paisagem e entrem no mar. Em seguida retorna ao Porto pelo mesmo trajeto da vinda (Fig. 4.3). O passeio tem duração aproximada de 3 horas, onde percorre todo o trajeto acima descrito incluindo a parada na Praia do Sancho.



Figura 4.3. Rota do passeio de barco realizado no Arquipélago de Fernando de Noronha, a linha vermelha representa o trajeto de ida e a linha amarela a volta. Note que durante a visita as Ilhas Secundárias os barcos geralmente adentram a região "Entre Ilhas" que é proposta neste trabalho que seja tratada como uma área exclusiva ao uso dos golfinhos.

d) Distúrbio visual da paisagem

O distúrbio visual causado por embarcações enquanto navegam é mínimo. Normalmente este impacto se manifesta nos locais de ancoragem, onde as embarcações se aglomeram próximas uma as outras. No trajeto do passeio de barco isto só ocorre em dois locais, no Porto e na Praia do Sancho. O impacto visual causado pelo acúmulo de embarcações na área do Porto não será analisado neste trabalho, pois requer um estudo mais aprofundado considere todas as características do Porto que poluem o ambiente. O segundo local onde as embarcações podem causar impacto visual é na Praia do Sancho. Diferentemente do Porto, a Praia do Sancho não possui nenhuma estrutura física construída pelo homem, apenas os barcos como componentes não naturais da paisagem. O quanto à presença de embarcações no local atua como agente disruptivo da paisagem natural depende muito da experiência prévia e expectativa de cada visitante.

Durante o trabalho de campo, observamos o máximo de 3 embarcações ao mesmo tempo ancoradas dentro da Baía do Sancho. As embarcações ocupam uma área preferencial ao lado direito da Praia. Sugerimos que se mantenha esse padrão de ancoragem sempre ao lado direito, deixando o lado esquerdo da praia totalmente livre da presença de barcos para manter seu aspecto natural. Assim, fica disponível aos visitantes que chegam por terra que queiram usufruir de um ambiente sem qualquer influência antropogênica um espaço adequado a suas expectativas.

Em relação ao lado da praia onde seja permitida a ancoragem de embarcações, é sugerido que o máximo de 4 embarcações ao mesmo tempo estejam presentes no local.

4.2.2. Discussão sobre a capacidade de carga para passeios de barcos no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha

Como vimos nos itens analisados acima para a capacidade de carga do passeio de barco, o fator mais limitante é o número de barcos (4) que podem estar ao mesmo tempo nas proximidades das áreas reservadas a uso exclusivo dos golfinhos. Considerando o horário de funcionamento do Parque das 8:00 as 18:00 horas, o tempo de duração de cada passeio sendo aproximadamente de 3 horas e o tempo de almoço dos tripulantes, se todas as viagens mantiverem de forma inalterada o trajeto acima descrito, o máximo de viagens que seria possível realizar seriam 8 por dia. Com quatro embarcações saindo por turno (manhã e tarde).

Porém, é possível dobrar esta capacidade de viagens se o trajeto do passeio for flexibilizado. Se quatro embarcações deixarem o porto para realizar o trajeto normal

descrito para o passeio (grupo 1), enquanto outras 4 embarcações realizem exatamente o trajeto oposto (grupo 2), não haverá mais do que 4 barcos ao mesmo tempo próximos as duas áreas de uso exclusivo dos golfinhos (Baía dos Golfinhos e Região “Entre-Ilhas”). Pois enquanto o grupo 1 segue rumo as ilhas secundárias, o grupo 2 segue para a Ponta da Sapata e Praia do Sancho. Quando o grupo 1 rumar para a ponta da Sapata, o grupo 2 já estará ancorado na Praia do Sancho, devendo deixar o local com a chegada do grupo 1.

Se organizado desta forma, será respeitado o limite recomendado de embarcações para navegarem próxima a área dos golfinhos e para a quantidade máxima sugerida de ancoragem na Praia do Sancho. Ao mesmo tempo, permite-se que o máximo de 16 embarcações opere diariamente (ou 8 embarcações em dois turnos cada) dentro dos limites do Parque, em dois grupos de quatro, de manhã e a tarde.

Tabela 4.1. Esquema proposto para fluxo de horários entre as atrações do passeio de barco com dois grupos realizando roteiros invertidos para o turno da manhã. Os horários são aproximados para fins explicativos e estão sujeitos a pequenas variações; por exemplo, recomenda-se que os barcos do mesmo grupo não saiam juntos, mas em intervalos de 5 minutos para evitar navegarem lado a lado e passarem exatamente no mesmo lugar ao mesmo tempo.

	Grupo 1 (4 barcos)		Grupo 2 (4 barcos)
Saída do porto	8:00	Saída do porto	8:00
Passeio pelas ilhas secundárias	8:10	Passagem pelo Morro dos Dois irmãos	8:25
Rugido do Leão	8:35	Chegada na Praia do Sancho	8:30
Passagem pelas praias urbanas	8:45	Saída da Praia do Sancho	9:40
Passagem pelo Morro dos Dois irmãos	9:00	Visita ao Portal (mapa do Brasil)	9:55
Visita ao Portal (mapa do Brasil)	9:20	Pedra do urso	10:05
Pedra do urso	9:30	Passagem pelas praias urbanas	10:40
Chegada na Praia do Sancho	9:50	Rugido do Leão	10:45
Saída da Praia do Sancho	11:00	Passeio pelas ilhas secundárias	11:00
Retorno ao Porto			

Tabela 4.2. Esquema proposto para fluxo de horários entre as atrações do passeio de barco com dois grupos realizando roteiros invertidos para o turno da tarde. Os horários são aproximados para fins explicativos e estão sujeitos a pequenas variações; por exemplo, recomenda-se que os barcos do mesmo grupo não saiam juntos, mas em intervalos de 5 minutos para evitar navegarem lado a lado e passarem exatamente no mesmo lugar ao mesmo tempo.

Grupo 1 (4 barcos)		Grupo 2 (4 barcos)	
Saída do porto	14:00	Saída do porto	14:00
Passeio pelas ilhas secundárias	14:10	Passagem pelo Morro dos Dois irmãos	14:25
Rugido do Leão	14:35	Chegada na Praia do Sancho	14:30
Passagem pelas praias urbanas	14:45	Saída da Praia do Sancho	15:40
Passagem pelo Morro dos Dois irmãos	15:00	Visita ao Portal (mapa do Brasil)	15:55
Visita ao Portal (mapa do Brasil)	15:20	Pedra do urso	16:05
Pedra do urso	15:30	Passagem pelas praias urbanas	16:40
Chegada na Praia do Sancho	15:50	Rugido do Leão	16:45
Saída da Praia do Sancho	17:00	Passeio pelas ilhas secundárias	17:00
Retorno ao Porto			

4.3. PROTOCOLO DE ADEQUAÇÃO AMBIENTAL PARA AS EMBARCAÇÕES QUE OPERAM TURISMO DENTRO DOS LIMITES DO PARNAMAR/FN (VÁLIDO PARA TODAS AS ATIVIDADES DE TURISMO NÁUTICO)

4.3.1. Quanto às embarcações:

- Todas as embarcações devem estar em dia com suas permissões e adequadas legalmente as exigências da Capitania dos Portos quanto a sua modalidade de registro.
- As embarcações podem ser monocasco ou de casco-duplo (catamarãs) e deverão possuir uma capacidade mínima de 20 pessoas e máxima de 50 pessoas a bordo; e não exceder a capacidade máxima estabelecida para cada embarcação.
- Todas as embarcações deverão manter velocidade máxima de 5 nós ao adentrar a área do Parque Nacional Marinho.
- É vetado o uso de motores de popa e motores 2 tempos dentro do Parque Nacional Marinho. Todas as embarcações devem utilizar motores de centro de 4 tempos ou motores elétricos.
- Os motores das embarcações devem ser mantidos em boas condições de uso (sem vazamentos de óleo, sem barulhos suspeitos e abastecidos) – A empresa deverá manter uma pessoa encarregada da manutenção periódica do motor e de manter um registro das manutenções.
- Todos os motores usados na embarcação deverão ser mantidos segundo os padrões e regularidade especificados pelo fabricante.
- O acionamento desnecessário dos motores deve ser evitado.
- O nível de barulho produzido pelas embarcações não poderá afetar a saúde humana nem o ecossistema. Este barulho não poderá ultrapassar 85 decibéis e não poderá ter duração contínua maior de 6 horas.
- É proibida a pintura dos cascos com tintas anti-incrustantes que contenham TBT (tribulitina) e/ou chumbo.
- O mestre que estiver no comando da embarcação deve ter o conhecimento e a capacidade de identificar os impactos ambientais que a operação pode causar.

4.3.2. Comprometimento ambiental das empresas de turismo:

As empresas de turismo que operam dentro dos limites do Parque Nacional Marinho devem participar ativamente nas ações organizadas por terceiros que busquem encontrar soluções para os problemas ambientais do Parque, como:

- Contribuir com a estrutura necessária para cursos e programas de treinamento de guias e técnicos ambientais.
- Dar suporte, sempre que requerido, a staff do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.
- Apoiar logisticamente as agências de controle, fiscalização e monitoramento (ICMBio e IBAMA).
- Todos os empregados e empregadores deverão participar de encontros promovidos pela administração do Parque sobre turismo sustentável.
- Os operadores das embarcações de turismo devem auxiliar na patrulha das atividades marinhas realizadas no Parque. Todas as atividades ilegais e suspeitas devem ser reportadas a direção e toda embarcação deverá ter uma pessoa encarregada de manter um registro destas observações.
- A operadora de turismo deve prevenir, mitigar e compensar por qualquer impacto ambiental causado por suas embarcações.

5. Mergulho Rebocado

A atividade de mergulho rebocado consiste no mergulhador, utilizando o mesmo equipamento para mergulho livre, segurar uma pequena prancha enquanto esta é puxada por meio de cabos por uma embarcação. Esta modalidade permite que o mergulhador percorra uma área de visitação muito maior do que a normalmente atingida apenas com o uso de nadadeiras. A prancha possui um design que permite que o mergulhador controle seu tempo de imersão.

O mergulho rebocado é utilizado em outros lugares do mundo apenas como ferramenta de pesquisa e monitoramento ambiental e a sua utilização com finalidade turística é conhecida apenas para Fernando de Noronha. Durante o trabalho de campo no Arquipélago esta atividade foi avaliada quando o seu impacto ambiental e segurança de seus usuários.

5.1. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO MERGULHO REBOCADO

Dada a inexistência no Brasil e no mundo desta modalidade de mergulho para fins recreativos, não é surpreendente que nunca tenha sido avaliada quanto aos seus potenciais impactos ambientais. Assim, este documento representa a primeira avaliação realizada com o intuito de acessar possíveis danos ao meio ambiente.

O mergulho rebocado aparenta ser uma atividade de baixo risco ecológico. Na área onde é praticada, os mergulhadores tem acesso muito limitado ao fundo, eliminando assim o impacto físico com o substrato. Além disso, o fato dos mergulhadores estarem ligados ao cabo de reboque impede que eles tenham liberdade de perseguir animais como tartarugas e tubarões, por exemplo. Desta maneira, o impacto da presença humana é minimizado ao primeiro encontro dos animais com o mergulhador, podendo o animal evacuar a área tranquilamente sem ser perseguido pelo mergulhador.

É possível que uma frequência muito alta de visitantes possa ter efeitos em longo prazo fazendo com que grandes animais passem a evitar o local. Para uma avaliação mais detalhada e completa dos impactados gerados por esta atividade, é sugerido que se mantenha um monitoramento técnico. Duas vezes por semana, o operador deverá levar gratuitamente um observador indicado pelo ICMBio para realizar um censo das espécies de grandes animais observados durante o passeio. Através destes censos, analisados em uma larga escala temporal (1-2 anos) pode se detectar possível tendência da diminuição da ocorrência destes animais ou se suas

presenças mantêm-se estáveis. A presença destes grandes animais é importante tanto para o meio ambiente quanto para a atividade turística, visto que a demanda da visitação é fortemente correlacionada com a observação destes grandes animais.

Há ainda a se considerar o impacto ambiental causado pela embarcação. A embarcação utilizada para o mergulho rebocado está sujeita as mesmas condições impostas ao passeio de barco. Todas as especificações definidas no capítulo anterior deverão ser estendidas a embarcação do mergulho rebocado (item 4.3), com exceção a quantidade máxima e mínima de passageiros, que no caso do mergulho rebocado passa ser de 1 a 5 visitantes, mais um mestre, marinheiro e condutor do passeio.

5.2. BOA PRÁTICA DA ATIVIDADE DE MERGULHO REBOCADO E QUALIDADE PERCEBIDA PELO VISITANTE

A prática do mergulho rebocado é relativamente simples se comparada a outras modalidades de mergulho, como o mergulho autônomo, por exemplo, entretanto ainda assim é necessária uma explicação clara e compreensiva das técnicas básicas e manuseio da prancha. Esta explicação deverá ser dada na forma de uma aula curta e esta aula deverá ser realizada ainda em terra e não na dentro da embarcação. Fatores como barulho, distrações visuais e enjôo dos visitantes podem reduzir consideravelmente o nível de atenção dos visitantes. A aula teórica deverá discorrer sobre os seguintes itens:

- 1) Apresentação do equipamento (prancha)
- 2) Como segurar a prancha adequadamente
- 3) Como entrar na água com o equipamento e posicionamento correto na superfície
- 4) Como efetuar as manobras de imersão e emersão
- 5) Como efetuar movimentos laterais
- 6) Como efetuar a equalização dos seios da face (“compensação nasal”)
- 7) Medidas de segurança e procedimentos em casos de emergência

Para ilustrar a aula, um folheto de explicação impresso deve ser dado ao visitante, seguindo o modelo já utilizado atualmente pela empresa plana sub.

Guia básico **Plana Sub**[®]

O vôo submarino de Fernando de Noronha

Parabéns!!!
Você agora faz parte da família de mergulhadores que realizam o "vô submarino"!!!

Você adquiriu um equipamento original confeccionado artesanalmente sob a supervisão do Eng. Leonardo Bertrand Veras. O seu **Plana Sub**[®] é da quarta geração do projeto e foi balanceado individualmente para que ele possa atingir maior equilíbrio e performance.

APRESENTAÇÃO

O **Plana Sub**[®] é um equipamento especialmente projetado para o mergulho de reboque em águas rasas e tem a finalidade de viabilizar a observação de grandes áreas submarinas.

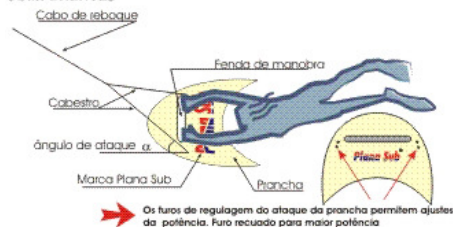
O **Plana Sub**[®] foi desenvolvido no Arquipélago de Fernando de Noronha e é o resultado das experiências do Eng. Leonardo Bertrand Veras. O objetivo foi criar um equipamento capaz de permitir ao mergulhador, rebocado por uma embarcação, executar manobras em várias direções, utilizando o apoio das duas mãos ou apenas uma, separadamente. Com a mão livre o mergulhador é capaz de realizar tarefas essenciais para o mergulho de observação, tais como; anotar, fotografar, filmar e especialmente a manobra de equalização.

A prática tem demonstrado que a simplicidade do seu funcionamento permite realizar manobras radicais com extrema facilidade. Além de ser uma poderosa ferramenta de observação submarina, o mergulho de **Plana Sub**[®] é um delicioso e original entretenimento, sendo um dos esportes mais populares de Fernando de Noronha.

FUNCIONAMENTO DO PLANA-SUB

O **Plana Sub** funciona como uma "asa submarina" cujo projeto baseou-se nos fundamentos da hidrodinâmica. O equipamento é um "flap hidráulico" cujo equilíbrio dinâmico está no ponto de apoio para as mãos de um mergulhador rebocado. Desta forma é possível dirigir o equipamento e usufruir uma poderosa força hidráulica com apenas um conjunto de esforço e relaxamento das mãos e braços do mergulhador.

COMPONENTES



IMERSÃO
Inclinando a prancha para superfície o retorno será imediato. O mínimo de esforço será despendido puxando a prancha para si, usando o antebraço como alavanca (Fig.6). Como exercício o mergulhador deve realizar pequenas imersões até dominar, com segurança, o equipamento.

MANOBRAS LATERAIS

As manobras laterais são apenas uma derivação da imersão. Para se ter o efeito do movimento lateral, o mergulhador inclina a prancha para o baixo e direciona o equipamento na direção desejada. Caso o iniciante esteja realizando demasiada esforço é sinal que está operando o equipamento da maneira incorreta e que geralmente é devido ao fechamento do ângulo de ataque. O mergulhador, ciente dos princípios de funcionamento do equipamento, pode desenvolver manobras com seu estilo próprio. Observe as manobras laterais realizadas no CD vídeo e nas ilustrações da Fig.7.



MANOBRAS DE EQUALIZAÇÃO

O **Plana Sub** permite ao mergulhador manobrar com apenas uma das mãos. Desta maneira, com a mão liberada, o mergulhador pode realizar tarefas importantes para um mergulho seguro e eficiente. Para manobrar o equipamento com uma das mãos basta segurar no centro da fenda de manobra que ele reagirá com equilíbrio e seguirá em frente. Nesta situação o mergulhador pode usar a mão livre para equalizar, fotografar, ajustar a máscara etc. Caso o iniciante não apoie a mão no centro da fenda o equipamento tenderá a manobrar para o lado em que mão está apoiada. Isto pode ser um fator de dificuldade na equalização. Espere, então, para equalizar após no centro da fenda de manobra. Entretanto uma mão apoiada lateralmente pode ser utilizada na realização de manobras laterais radicais. Com um pouco de prática e criatividade você pode realizar evoluções nunca antes experimentadas pelos adeptos (Fig.8 e CD vídeo).



COMO SEGURAR.

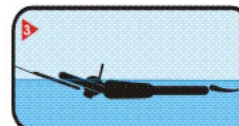
Segure a prancha com as duas mãos na fenda de manobra de forma que a marca **Plana Sub** esteja voltada para si (Fig.1). Caso o mergulhador após o equipamento com a marca **Plana Sub** voltada para o lado oposto, o equipamento não será manobrável e permanecerá exclusivamente na superfície. Essa é uma posição aconselhável para quem está dando os primeiros passos na atividade subaquática.



INÍCIO DO MERGULHO

O mergulhador, imerso com o equipamento básico de mergulho, lança-se na água apoiado no **Plana Sub** e afasta-se da embarcação até que o cabo de reboque fique esticado.

O hélice só deve ser acionado quando o mergulhador estiver a uma distância segura, pronto para iniciar o mergulho e sinalizado com um OK para o piloto. Nas embarcações que possuem motor central cujo o hélice seja protegido pelo leme e equipadas com uma plataforma de popa (porta mergulho) o mergulho pode ser iniciado com o barco em movimento (Fig.2).



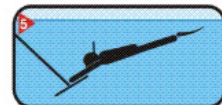
POSIÇÃO DE SUPERFÍCIE

Segure com as duas mãos na fenda de manobra e estenda os braços como se estivesse realizando um alongamento. Como a prancha está sendo puxada pela embarcação o mergulhador recebe um fluxo contínuo de água que o mantém na superfície na posição horizontal (ver Fig.3). É a posição em que o mergulhador fica na superfície observando o fundo marinho despendendo o mínimo de energia.



MODO ERRADO

O mergulhador iniciante deve estar atento a tendência de curvar os braços e ficar sobre a prancha. Essa posição eleva consideravelmente a resistência hidrodinâmica fazendo com que o mergulhador se canso rapidamente (ver Fig.4). Não faça esforço desnecessário, relaxe e deixe os braços estendidos enquanto recebe um alongamento de coluna com hidromassagem.



IMERSÃO

Para realizar a imersão o mergulhador deve inclinar, suavemente, a prancha em direção ao fundo marinho, abrindo um ângulo de ataque com o cabresto (ver componentes). A energia gerada é proporcional a abertura do ângulo e quanto mais aberto maior será a velocidade de imersão (Fig.5).

SINALIZAÇÃO.

A otimização do mergulho de reboque depende de uma boa sincronia entre o mergulhador e o piloto da embarcação. Criamos um sistema de sinais básicos que permite um contato eficiente com o piloto da embarcação (Fig.9).



INFORMAÇÕES GERAIS

Do usuário:
O equipamento foi projetado especialmente para o mergulho em águas rasas. Para aproveitar o máximo rendimento do equipamento é necessário que o mergulhador já esteja familiarizado com o uso do equipamento básico de mergulho (máscara e snorkel), o uso das nadadeiras é opcional. Os principiantes devem ser acompanhados de um mergulhador experiente. Pessoas com dificuldade em nadar devem usar o colete salva-vidas, além do acompanhamento de um instrutor experiente.

Da velocidade da embarcação:

A velocidade ideal para a prática do **Plana Sub** situa-se entre 3 e 8km/h. Velocidades inferiores a 3km/h o equipamento não gera potência necessária para todas as manobras e, superiores a 8km/h o conjunto começa a ficar pesado e desconfortável para o mergulhador.

Da área de mergulho e profundidade atingida pelo equipamento:

As áreas onde é aconselhável a prática do mergulho de **Plana Sub** são aquelas onde a visibilidade seja superior a 7m, com uma condição de mar tranquilo e com pouco oleado de ondas. O limite de profundidade atingido pelo equipamento está relacionada a potência gerada pelo barco (velocidade) e o comprimento do cabo. Entretanto um cabo muito longo vai provocar um arrasto hidrodinâmico que vai diminuir a agilidade do equipamento. O comprimento de cabo ideal varia-se entre 8 e 20m. Com um comprimento de 8m atingi-se 5m de profundidade e com 20m de cabo, 12m de mais. Lembre-se que o mergulhador é responsável pelo trajeto e deve sempre estar atento aos obstáculos que possam surgir a sua frente. Evite acidentes simplesmente olhando para frente e manobrando a prancha.

Da segurança nas embarcações:

Nas embarcações equipadas com motores de popa ou tabeta deve-se pilotar com extrema cautela, pois o hélice fica no extremo da popa da embarcação. O cabo de reboque deve ser fixado de tal forma que não haja possibilidade de enroscamento com o hélice. Nos momentos de embarque e desembarque do mergulhador o motor deve permanecer em neutro e o hélice só deve ser acionado quando o mergulhador estiver numa posição segura.



ATENÇÃO!!! Toda operação de mergulho de reboque deve contar com o monitoramento de uma pessoa, que fica na embarcação observando o mergulhador rebocado. O fabricante se exime de qualquer responsabilidade do uso inadequado do equipamento.

Esperamos que as informações contidas neste guia sejam de utilidade para o usuário. Temos certeza que, com o mínimo de prática, você será um "AS" do vôo submarino. Bons mergulhos!!!

Fernando de Noronha

Eng. Leonardo Bertrand Veras

Figura 5.1. Manual de utilização da prancha de mergulho rebocado.

A prancha deverá ser profissionalmente confeccionada para a atividade. É sugerido que se adote como padrão as pranchas já fabricadas pela empresa “Plana Sub” (<http://www.planasub.com.br>) visto que não há outro fabricante deste equipamento em território nacional. Pranchas “caseiras” feitas de madeira ou isopor não poderão ser usadas. As pranchas profissionalmente confeccionadas possuem uma qualidade superior de resistência do material e design que transmite uma sensação de confiança e profissionalismo ao visitante. A seguir a tabela comparativa entre a prancha profissional, feita de policarbonato, com outras pranchas de madeira também utilizadas em Fernando de Noronha:

Tabela 5.1. Comparativo entre os tipos de pranchas utilizados na prática do mergulho-rebocado.

Tipo de prancha	Observações
<i>Policarbonato</i>	A prancha de policarbonato possui um acabamento mais bonito e profissional. O material transparente permite que se veja através da prancha, aumentando o campo de visão do usuário e a segurança. Possui as bordas laterais levemente curvadas, facilitando a manobrabilidade e permitindo um controle muito melhor do equipamento pelo usuário.
<i>Madeira</i>	A prancha de madeira possui acabamento artesanal e rústico. Não é possível que se veja através da prancha, o que prejudica a visão aumentando o risco de colisões com pedras, naufrágios ou com animais marinhos. A prancha é reta, sem hidrodinamismo. O controle é mais difícil e promove manobras mais bruscas.



Figura 5.2. Aspecto da prancha de mergulho rebocado feita de policarbonato transparente.

5.3. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA PARA O MERGULHO REBOCADO NO PARQUE NACIONAL MARINHO DE FERNANDO DE NORONHA

Como já relatado acima, não há nenhum estudo realizado até hoje sobre o impacto deste tipo de atividade náutica no meio ambiente. As observações que foram realizadas para a realização deste trabalho sugerem que o impacto é mínimo. Entretanto, não há como prever impactos na fauna marinha em longo prazo sem que seja realizado o monitoramento conforme proposto. Desta forma, será adota uma proposta conservadora até que sejam conhecidos maiores detalhes sobre a resposta de grandes animais, como tubarões, raias, tartarugas, golfinhos e grandes peixes, a este tipo de mergulho. Por conta desta possibilidade, é sugerido que se limite a prática da atividade para uma embarcação apenas realizando dois passeios diários, no período da manhã e no período da tarde. Em cada um destes passeios a embarcação deverá ter a capacidade máxima de 5 visitantes, totalizando 10 visitantes/dia realizando esta atividade.

a) Trajeto e duração do mergulho rebocado

Dois trajetos são sugeridos para a prática do mergulho rebocado. Estes trajetos se baseiam na profundidade do local (não tão raso a ponto de o visitante manter contato constante com o substrato e nem tão profundo a ponto do visitante não conseguir ver o fundo) e na distância do porto, pois pontos mais próximos do local de embarque e desembarque minimizam o tempo que a embarcação navega pelo parque. Um trajeto entra nos limites do Parque Nacional, indo do Porto até a costa sudoeste da Ilha do Meio (Fig. 4.3 linha vermelha), enquanto o outro trajeto percorre a Área de Proteção Ambiental (APA) indo do porto até o Morro de Fora ou até a Laje do Boldró (Fig. 4.3 linha amarela).

O trajeto do Parque Nacional passa próximo a uma área de uso exclusivo dos golfinhos-rotadores, a área denominada “*Entre-ilhas*” e neste ponto a embarcação de mergulho rebocado está sujeita as mesmas normas sugeridas para as embarcações de passeio (Cap. 4, seção 4.2.1b). A utilização da costa sudoeste pelo mergulho rebocado não é conflitante com o uso pelo mergulho autônomo, sendo que a área destinada a esta modalidade é restrita a face norte da Ilha do Meio (ver Cap. 2, figura 2.6b).

O trajeto da APA percorre uma área pouco utilizada para finalidade de turismo náutico, possui um fundo com fauna e flora interessante aos visitantes incluindo ocorrências de tartarugas e tubarões. No capítulo 2 é recomendado o fechamento do

“Morro de Fora” como ponto de mergulho autônomo. Este local pode ser aproveitado como um excelente ponto de visitação do mergulho rebocado, uma vez que esta atividade não provoca o mesmo tipo de impacto feito pelos mergulhadores autônomos.

Em relação a duração do passeio, esta é dependente do trajeto realizado. No trajeto do Parque Nacional, o mergulho rebocado deve ocorrer apenas após as 9:00 e terminar antes da 11:00 no período da manhã e das 15:00 as 17:00 no período da tarde para evitar o período que os barcos de passeio passam pelas ilhas secundárias. Portanto, o mergulho rebocado neste trajeto tem um tempo máximo de duas horas de realização se utilizar ao máximo a janela de tempo permitida. No trajeto da APA não há limitação de número de embarcações e o passeio poderá durar o tempo que for necessário, quanto mais longo mais satisfatório para os visitantes.

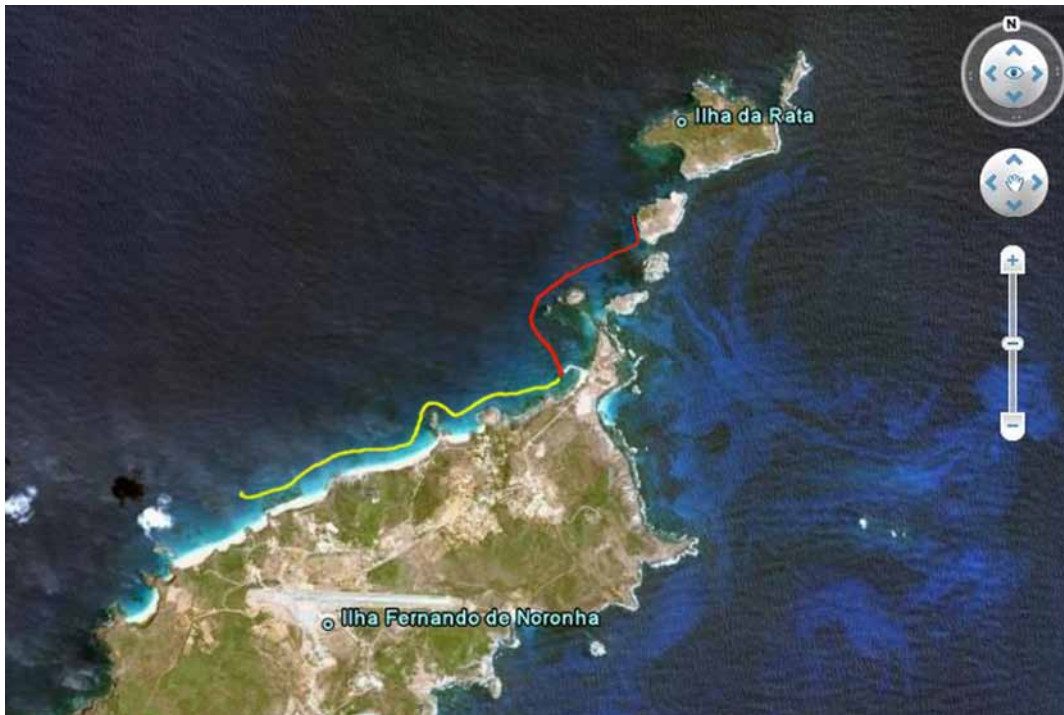


Figura 5.3. Rotas sugeridas para o mergulho rebocado realizado no Arquipélago de Fernando de Noronha, a linha vermelha representa o trajeto do parque nacional e a linha amarela o trajeto da Área de Proteção Ambiental.

6. REFERÊNCIAS

- Allison, W. R. 1996. Snorkeler damage to reef corals in the Maldives Islands. *Coral Reefs*, 15: 215–218.
- Au, W. W. L. & Green, M. 2000. Acoustic interaction of humpback whales and whale-watching boats. *Marine Environmental Research*, 49: 469–481.
- Barker, N. H. L. & Roberts, C. M. 2004. Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation*, 120: 481–489.
- Calleson, C. S. & Frohlich, R. K. 2007. Slower boat speeds reduce risks to manatees. *Endangered Species Research*, 3: 295–304.
- Camargo, F. S. & Bellini, C. 2007. Report on the collision between a spinner dolphin and a boat in the Fernando de Noronha Archipelago, Western Equatorial Atlantic, Brazil. *Biota Neotropica*, 7: 209–211.
- Carrera, M. L., Favaro, E. G. P. & Souto, A. 2008. The response of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) towards tourist boats involves avoidance behavior and a reduction in foraging. *Animal Welfare*, 17: 117–123.
- Carrier, J. G. & Macleod, D. V. L. 2005. Bursting the bubble: the socio-cultural context of ecotourism. *Journal of Royal Anthropological Institute*, 11: 315–334.
- Cifuentes, M. 1992. Determinación de capacidad de carga turística em áreas protegidas. Centro Agrônômico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Courbis, S. S. 2004. Behavior of Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*) in response to vessels/swimmers. Dissertação de Mestrado, San Francisco State University, EUA.
- Creed, J. C. & Amado-Filho, G. M. 1999. Disturbance and recovery of the macroflora of a seagrass (*Halodule wrightii* Anderson) meadow in the Abrolhos Marine National Park, Brazil: an experimental evaluation of anchor damage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 235: 285–306.
- Curtin, S. & Garrod, B. 2008. Vulnerability of marine mammals to diving tourism activities. In: Garrod, B. & Gossling, S. (eds.) *New frontiers in marine tourism: diving experiences, sustainability, management*. Elsevier, Oxford.

- Dans, S. L., Crespo, E. A., Pedraza, S. N., Degradi, M. & Garaffo, G. V. 2008. Dusky dolphin and tourism interaction: effect on diurnal feeding behavior. *Marine Ecology Progress Series*, 369: 287–296.
- Davis, G. 1977. Anchor damage to a coral reef on the coast of Florida. *Biological Conservation*, 11: 29–34.
- Dinsdale, E. A. & Harriot, V. J. 2004. Assessing anchor damage on coral reefs: a case study in selection of environmental indicators. *Environmental Management* 33: 126-139.
- Dixon, J. A., Scura, L. F. & van't Hof, T. 1993. Meeting ecological and economic goals: marine parks in the Caribbean. *Ambio*, 22: 117–125.
- Francour, P., Ganteaume, A. & Poulain, M. 1999. Effects of boating anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 9: 391–400.
- Gallo, F. M., Martinez, A. C & Ríos, J. I. P. Capacidad de carga de visitantes em áreas de buceo de San Andres (Colombia). Trabalho de Graduação não publicado, Facultad de Ciencias Ambientales, UTP.
- Garla, R. C. 2004. Ecologia e conservação dos tubarões do Arquipélago de Fernando de Noronha, com ênfase no tubarão-cabeça-de-cesto *Carcharhinus perezi* (Poey, 1876) (Carcharhiniformes, Carcharhinidae). Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo.
- Garrod, B. & Gosling, S. 2008. *New frontiers in marine tourism: diving experiences, sustainability, management*. Elsevier, Oxford.
- Glynn, P. W. 1994. State of coral reefs in the Galapagos Islands: natural vs. anthropogenic impacts. *Marine Pollution Bulletin*, 29: 131–140.
- Grossman, A., Sazima, C., Bellini, C. & Sazima, I. 2006. Cleaning symbiosis between hawksbill turtles and reef fishes at Fernando de Noronha Archipelago, off Northeast Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 5: 284–288.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science*, 162: 1243–1248.
- Harriot, V. J., Davis, D. & Banks, S. A. 1997. Recreational diving and its impact in marine protected areas in eastern Australia. *Ambio*, 26: 173-179.

- Hastings, K., Hesp, P. & Kendrick, G. A. 1995. Seagrass loss associated with boat moorings at Rottneest Island, Western Australia. *Ocean and Coastal Management*, 26: 225–246.
- Hawkins, J. P. & Roberts, C. M. 1993. Effects of recreational scuba diving on coral reefs: trampling on reef flat communities. *Journal of Applied Ecology*, 30: 25–30.
- Hawkins, J. P. & Roberts, C. M. 1997. Estimating the carrying capacity of coral reefs for scuba diving. *Proceedings of the Eighth International Coral Reef Symposium*, 2: 1923-1926.
- Hawkins, J. P.; Roberts, C. M.; Kooistra, D.; Bucham, K., White, S. 2005. Sustainability of scuba diving tourism on coral reefs of Saba. *Coastal Management*, 33: 373–387.
- Inglis, G. J., Johnson, V. I. & Ponte, F. 1999. Crowding norms in marine settings: a case study of snorkeling on the Great Barrier Reef. *Environmental Management*, 24: 369–381.
- Janik, V. M. & Thompson, P. M. 1996. Changes in surfacing patterns of bottlenose dolphins in response to boat traffic. *Marine Mammal Science*, 12: 597–602.
- Kohler, K. E. & Gill, S. M. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences*, 32: 1259-1269.
- Leujak, W. & Ormond, R. F. G. 2008. Reef walking on Red Sea reef flats – Quantifying impacts and indentifying motives. *Ocean and Coastal Management*, 51: 755–762.
- Lindberg, K, McCool, S. & Stankey, G. 1997. Rethinking carrying capacity. *Annals of Tourism Research*, 24: 461–465.
- Linsker, R. 2003. *Arquipélago Fernando de Noronha: o paraíso do vulcão*. Editora Terra Virgem, São Paulo.
- Lloret, J., Marín, A., Marín-Guirao, L.& Carreño, M. F. 2006. An alternative approach for managing scuba diving in small marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwaters Ecosystems*, 16: 579-591.
- Lusseau, D. 2005. Residency pattern of bottlenose dolphins *Tursiops* spp. in Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. *Marine Ecology Progress Series*, 295: 265–272.
- Lusseau, D. & Bejder, L. 2007. The long-term consequences of short-term responses to disturbance experiences from whalewatching impact assessment. *International Journal of Comparative Psychology*, 20: 228–236.

- Lusseau, D. & Higham, J. E. S. 2003. Managing the impacts of dolphin-based tourism through the definition of critical habitats: the case of bottlenose dolphins (*tursiops ssp*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Tourism Management*, 25: 657–667.
- Lusseau, D., Slooten, L. & Currey, R. J. C. 2006. Unsustainable dolphin-watching tourism in Fiordland, New Zealand. *Tourism in Marine Environments*, 3: 173–178.
- McManus, J. W., Reyes Jr., R. B. & Nañola Jr., C. L. 1997. Effects of some destructive fishing methods on coral cover and potential rates of recovery. *Environmental Management*, 21: 69–78.
- Meadows, D. 2004. Behavior of green sea turtles in the presence and absence of recreational snorkelers. *Marine Turtle Newsletter*, 103: 1–4.
- Milazzo, M., Badalamenti, F., Vega-Fernandez, T. & Chemello, R. 2005. Effects of fish feeding by snorkellers on the density and size distribution of fishes in a Mediterranean marine protected area. *Marine Biology*, 146: 1213–1222.
- Mous, P. J. 2006. Underwater size estimation of fish at spawning aggregation sites. CTC Training Protocol. Version 2.2. The Nature Conservancy Coral Triangle Center, Sanur, Bali, Indonesia.
- Norris, K., Würsig, B., Wells, R., Würsig, M., Brownlee, S., Johnson, C. and Solow, J. 1994. *The Hawaiian Spinner Dolphin*. University of California Press, Berkeley.
- Nowacek, S. & Wells, R. S. 2001. Short term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncates*, in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science*, 17: 673–688.
- Orams, M. 1999. *Marine tourism: development, impacts and management*. Routledge. New York, EUA.
- Pollard, D. A., Lincoln-Smith, M. P. & Smith, A. K. 1996. The biology and conservation status of the grey nurse shark (*Charcharias taurus* Rafinesque 1810) in New South Wales, Australia. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 6: 1–20.
- Preskitt, L. B.; Vroom, P. S.; Smith, C. M. 2004. A rapid ecological assessment (REA) quantitative survey method for benthic algae using photoquadrats with scuba. *Pacific Science*, 58: 201-209.
- Roberts, C. M. & Hawkins, J. P. 2000. *Fully protected marine reserves: a guide*. Endangered Seas Campaign, WWF-US, Washington DC.

- Roberts, L. & Harriot, V. 1994. Recreational scuba diving and its potential for environmental impact in a marine reserve. In: Bellwood, O., Choat, H. & Saxena, N. (eds.) Recent Advances in Marine Science and Technology. Townsville, Australia.
- Ross, D. & Kuperman, W. A. 1989. Mechanics of underwater noise. The Journal of the Acoustic Society of America, 86: 1626.
- Rouphael, A. B.; Hanafy, M. 2007. An alternative management framework to limit the impact of SCUBA divers on coral assemblages. Journal of Sustainable Tourism, 15: 91-103.
- Rouphael, A. B. & Inglis, G. J. 1995. The effects of qualified recreational scuba divers on coral reefs. CRC Reef Research Technical Report No. 4. Townsville, Australia.
- Rouphael, A.B. & Inglis, G.J. 2001. "Take only photographs and leave only footprints?": An experimental study of the impacts of underwater photographs on coral reef dive sites. Biological Conservation, 100: 281-287.
- Samuels, A. Bejder, L. & Heinrich, S. 2000. A review of literature pertaining to swimming with wild dolphins. Report to the Marine Mammal Commission, Bethesda, Maryland, EUA.
- Sazima, C., Grossman, A., Bellini, C. & Sazima, I. 2004. The moving gardens: reef fishes grazing, cleaning, and following green turtles in SW Atlantic. Cybium, 28: 47–53.
- Silva Jr., J. M. 1996. Aspectos do Comportamento do Golfinho-rotador, *Stenella longirostris* (Gray, 1828), no Arquipélago de Fernando de Noronha. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- Silva Jr., J. M., Silva, F. J. L. & Sazima, I. 2005. Rest, nurture, sex, release and play: diurnal underwater behaviour of the spinner dolphin at Fernando de Noronha Archipelago, SW Atlantic. Aqua, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology, 9: 161–176.
- Skaf, M. Estudo da capacidade de carga da área do Arquipélago dos Abrolhos. Relatório não publicado. 22 págs.
- Stensland, E. & Berggren, P. 2007. Behavioural changes in female Indo-Pacific bottlenose dolphins in response to boat-based tourism. Marine Ecology Progress Series, 332: 225–234.
- Stockin, K. A., Pierce, G. J., Binedell, V., Wiseman, N. & Orams, M. B. 2008. Factors affecting the occurrence and demographics of dolphins (*Delphinus* sp.) in the Hauraki Gulf, New Zealand. Aquatic Mammals, 34: 200–211.

- Townsend, C. 2000. The effects of environmental education on the behavior of scuba divers: a case study from the British Virgin Island. Dissertação de mestrado em turismo, conservação e desenvolvimento sustentável. Universidade de Greenwich, Reino Unido.
- Townsend, C. 2008a. Dive tourism, sustainable tourism and social responsibility: a growing agenda. In: Garrod, B. & Gossling, S. (ed.) *New frontiers in marine tourism: diving experiences, sustainability, management*. Elsevier, Oxford.
- Townsend, C. 2008b. Interpretation and environmental education as conservation tools. In: Garrod, B. & Gossling, S. (ed.) *New frontiers in marine tourism: diving experiences, sustainability, management*. Elsevier, Oxford.
- Van Waerebeek, K., Baker, A. N., Félix, F., Gedamke, J., Iñiguez, M., Sanino, G. P., Secchi, E., Sutaria, D., van Helden, A. & Wang, Y. 2006. Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the southern Hemisphere; buiding a standardized database. IWC 58th Annual Meeting, St. Kitts. SC/58/BC6.
- Walters, R. D. M. & Samways, M. J. 2001. Sustainable dive ecotourism on a South African coral reef. *Biodiversity and Conservation* 10: 2167-2179.
- Wagar, J. A. 1964. The carrying capacity of wild lands for recreation. *Forest Science*, 3(S1): Monograph 7.
- Wagar, J. A. 1974. Recreational carrying capacity reconsidered. *Journal of Forestry*, 72: 274–278.
- Warnken, J. & Byrnes, T. 2004. Impacts of tourboats in marine environments. In: Buckley, R. (ed.) *Environmental impacts of ecotourism*. CABI Publishing, Cambridge.
- Wedekin, L. L. 2003. Proposta de capacidade de carga e normatização do mergulho educativo na Reserva BiológicaMarinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil. Relatório Técnico não Publicado. Florianópolis, SC.
- Weilgart, L. S. 2007. The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. *Canadian Journal of Zoology*, 85: 1091–1116.
- WWF. 2001. Uso recreativo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha: um exemplo de planejamento e implementação. (Coordenação Sylvia Mitraud). WWF Brasil, Série Técnica, Volume VIII.

Zakai, D. & Chadwick-Furman, N. E. 2002. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation*, 105: 179-187.