



CONSERVAÇÃO
INTERNACIONAL
BRASIL

**SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE
AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL MARINHO DOS
ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO
CORUMBAU POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO**

Relatório Final

Caravelas/BA, abril de 2005



*SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL
MARINHO DOS ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO CORUMBAU POR MEIO DA
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO*

AUTORES

Gabriel Botelho Marchioro – Oceanógrafo..... *Coordenação Geral*
Mauro Cirano – Oceanógrafo, PhD..... *Modelagem e Oceanografia Física*
Ilson da Silveira – Oceanógrafo, PhD..... *Oceanografia Física*
Rodrigo de Oliveira Campos – Oceanógrafo..... *Oceanografia Pesqueira*

COLABORADORES

Harry Alves Coelho – Eng^a. Florestal *Sistema de Informações Geográficas*
Marcelo Alessandro Nunes – Eng. Cartógrafo..... *Sistema de Informações Geográficas*

Índice

1.	Introdução.....	4
2.	Localização e Contextualização Geral	6
2.1.	Os Bancos dos Abrolhos e Royal Charlotte – Delimitação e síntese da formação	6
2.2.	O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos – Breve histórico e contexto atual	7
2.3.	A Reserva Extrativista Marinha do Corumbau – Aspectos da criação e contexto atual.....	8
2.4.	A Ameaça das atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos sobre o PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau: O trabalho desenvolvido em 2003 pela Conservação Internacional e parceiros.....	9
2.5.	As Concessões de Blocos Exploratórios de Petróleo e Gás no Brasil: Cenário Atual.....	10
3.	Objetivo deste Trabalho	14
4.	Metodologia	14
4.1.	Considerações Gerais sobre a Abordagem Utilizada.....	14
4.2.	O Modelo de Dispersão de Óleo	15
4.3.	Elaboração dos Cenários de Derrame	15
4.4.	Geração de Mapas para Avaliação dos Cenários.....	18
4.5.	Critérios utilizados para a proposição das Zonas de Amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau	19
5.	Revisão Bibliográfica.....	20
5.1.	Aspectos Gerais da Circulação de Larga-Escala.....	20
5.2.	As Principais Correntes e Massas de Água Associadas	25
5.2.1.	Massas de Água	26
5.3.	O Sistema Corrente do Brasil: Estrutura Vertical, Velocidades e Transporte	31
5.3.1.	Fenômenos de Meso-Escala associados à Corrente do Brasil.....	41
5.4.	Aspectos da Oceanografia Física costeira	55
5.5.	A Sensibilidade Ambiental ao Óleo na Região do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte.....	56
5.5.1.	Impactos do Óleo sobre os Ambientes Recifais	59
5.5.2.	Impactos do Óleo sobre os Manguezais.....	60
5.6.	A Atividade Pesqueira e sua relação com o PARNAM Abrolhos e a RESEX Corumbau.....	61
5.6.1.	A contribuição do PARNAM Abrolhos para a gestão de recursos pesqueiros na região	67
5.6.2.	A RESEX Corumbau – uma unidade de conservação para a pesca.....	68
5.7.	As Atividades Turísticas na Costa do Descobrimento e Costa das Baleias.....	70
5.7.1.	O Turismo na Costa do Descobrimento.....	70
5.7.2.	O Turismo na Costa das Baleias.....	72
6.	Resultados e Discussão	75
6.1.	Descrição das Forçantes do GNOME.....	75
6.2.	Sensibilidade ao Óleo na Costa e Ambientes Recifais.....	78
6.2.1.	Valores de ISL para a região do Banco Royal Charlotte e litoral adjacente.....	79
6.2.2.	Valores de ISL para a região do Banco dos Abrolhos e litoral adjacente	80
6.3.	Áreas de Interesse para a Pesca	81
6.4.	Áreas de Interesse para o Turismo.....	82
6.5.	Áreas para a Conservação da Fauna	83
6.6.	Análise dos Cenários de Derrames	83
6.7.	Proposta para a conformação das zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau	93
6.7.1.	Embasamento legal	93
6.7.2.	Procedimentos administrativos sugeridos	94
6.7.3.	Aporte conceitual e de experiências anteriores.....	95
6.7.4.	Elementos considerados para as delimitações e restrições internas.....	97
7.	Conclusão.....	101
8.	Bibliografia	102

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil tem envidado esforços governamentais no sentido do reconhecimento do mar como espaço necessário para garantir a segurança nacional, obtenção de recursos minerais, e como grande fonte de provimento de recursos alimentares derivados da pesca.

As ações governamentais que cristalizaram estas prioridades estão contidas, respectivamente, nas políticas federais de defesa de nosso Mar Territorial e Zona Econômica Exclusiva, no fortalecimento da PETROBRAS para a progressiva atuação em grandes profundidades, e no fomento ao desenvolvimento da pesca, fortemente patrocinado na década de 70.

As riquezas dos recursos ambientais de nossa costa e mar adjacente, embora historicamente comentadas nas descrições de antigos viajantes e historiadores que por aqui passaram, demoraram a ser consideradas como passíveis de proteção por parte do Governo Federal. Ainda que a conservação marinha guarde íntimas relações com o sucesso da pesca, as políticas de conservação marinhas não alcançaram no passado, e nem alcançam atualmente, o mesmo peso para o Governo Federal que as políticas de fomento à pesca. Este padrão de descaso repete-se para as interfaces entre as políticas de turismo e conservação.

O fator motivador de tais conflitos resume-se ao uso do espaço para diferentes finalidades. Ordenar estes usos não se constitui em tarefa fácil, a despeito de ser ela essencial para o desenvolvimento social, econômico e ambiental, em médio e longo prazo. Neste concurso de usos, quase sempre os aspectos ambientais são considerados secundários quando comparados aos demais aspectos envolvidos.

Neste cenário, as unidades de conservação constituem-se em espaços geográficos profundamente sujeitos a pressões de diferentes naturezas e intensidades, o que, em muitos casos, compromete a concepção do funcionamento integrado destas unidades na forma de sistemas. O isolamento das unidades de conservação em meio a espaços antropizados dificulta a conectividade biológica entre elas, tornando-as pouco eficazes como estratégia de conservação em longo prazo.

Embora estes efeitos tenham sido mais comumente descritos em ambientes terrestres, que sofreram grandes perdas de sua cobertura original (como exemplo, os escassos fragmentos florestais da Mata Atlântica, que se encontram isolados em meio a pastagens e outras áreas degradadas), as pressões em grande escala nos ambientes marinhos podem originar o mesmo efeito de isolamento. Contudo, há que se ressaltar que sua identificação nos ambientes marinhos é muito mais complexa que nos ambientes terrestres.

A Lei 9.985/00 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, cujos aspectos abrangidos foram alvo de discussões de mais de dez anos entre governo e sociedade, traz consigo novas definições de espaços circundantes e interligadores das unidades de conservação: as *zonas de*

amortecimento e os *corredores ecológicos*. Trata-se de conceitos novos, com aplicação recém iniciada pelos órgãos ambientais gestores das unidades de conservação, e com critérios técnicos de espacialização fortemente calcados nas ciências da terra. Para as unidades de conservação marinhas e costeiras federais, IBAMA (2002) propõe critérios ainda incipientes para a definição de suas zonas de amortecimento.

A partir da quebra do monopólio da exploração de petróleo no Brasil em 1998, as unidades de conservação marinhas e costeiras ganharam mais um forte motivo para terem suas *zonas de amortecimento* delimitadas: o rápido e massivo avanço das atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos na região costeira e marinha, incluindo áreas próximas às unidades de conservação e ambientes sensíveis, como recifes de corais e manguezais, ao longo de toda a costa.

O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos – PARNAM Abrolhos – e a Reserva Extrativista Marinha do Corumbau – RESEX Corumbau – são as mais importantes unidades de conservação dos Bancos dos Abrolhos e Royal Charlotte. A cada rodada de licitações anuais da Agência Nacional do Petróleo – ANP, estas unidades tornam-se mais vulneráveis em função dos interesses da indústria do petróleo na região.

Mesmo sob os insistentes pleitos do IBAMA e da sociedade civil no sentido da exclusão de blocos exploratórios que ameaçam estas UCs, ainda não houve o estabelecimento legal de uma área de exclusão para as atividades de petróleo e gás na região, medida tecnicamente defendida pela Conservação Internacional e ONGs parceiras, no estudo intitulado “***Avaliação dos Impactos das Atividades de Exploração e Produção de Hidrocarbonetos no Banco dos Abrolhos e Adjacências***” (Marchioro *et al.*, *no prelo*).

Este trabalho pretende complementar o estudo de Marchioro *et al.* (*no prelo*), de forma a suprir a lacuna do não estabelecimento de mecanismos legais, por parte do Governo Federal, visando delimitar uma área de exclusão para as atividades de petróleo e gás no Banco dos Abrolhos. Com este objetivo, o estudo fornece ao Governo Federal subsídios para a imediata definição das zonas de amortecimento do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos e da Reserva Extrativista Marinha do Corumbau.

A abordagem adotada será a da avaliação dos impactos potenciais de derramamentos de óleo de grande porte, pois estes são impactos de maior abrangência geográfica, de alta magnitude e severidade para os recursos ambientais relacionados às mencionadas unidades de conservação.

A pertinência em se considerar os riscos de derrames (impactos potenciais) para a adoção de estratégias de planejamento para o entorno de unidades de conservação se coaduna com o ***princípio da precaução*** adotado pela Agenda 21 e recentemente internalizado na legislação ambiental brasileira incidente sobre os ecossistemas marinhos e costeiros, por força do Decreto Federal 5.300/04.

2. LOCALIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL

2.1. Os Bancos dos Abrolhos e Royal Charlotte – Delimitação e síntese da formação

O Banco dos Abrolhos estende-se até cerca de 200 km de distância da linha de costa em sua porção mais alargada, e possui uma área de cerca de 46.000 km² (Leão, *com. pess.*). Compreende o alargamento da plataforma entre a Foz do Rio Jucuruçu (município de Prado/BA) e a Foz do Rio Doce (Vila de Regência, município de Linhares/ES).

O Banco Royal Charlotte, localizado ao norte do Banco dos Abrolhos, é menor, mais estreito, avançando cerca de 100 km a partir da linha de costa e possuindo largura máxima de cerca de 50 km. Sua superfície é plana, apenas entrecortada por canais com profundidades entre 30 e 40 metros. Compreende o alargamento da plataforma continental entre a Foz do Rio Jequitinhonha (município de Belmonte/BA) e a Foz do Rio Jucuruçu (Município de Prado/BA).

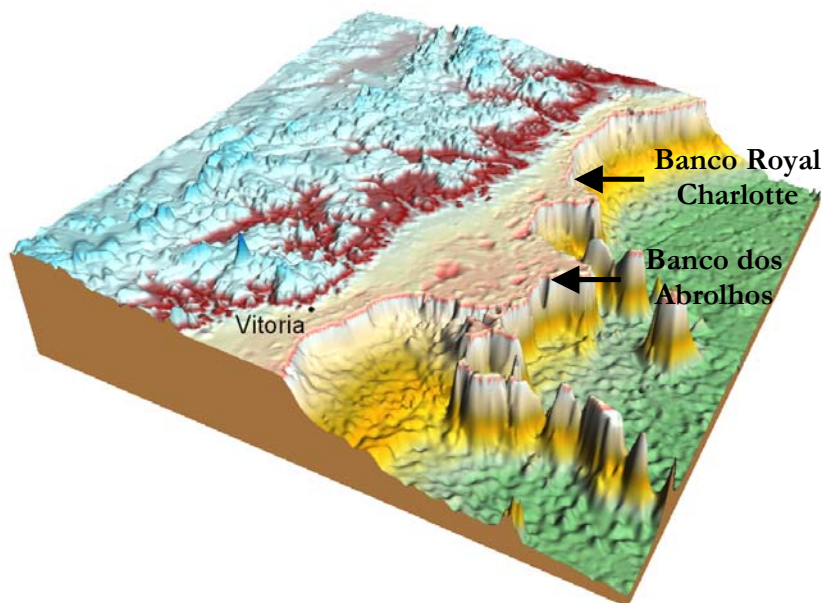


Figura 2-1. Perspectiva do Banco dos Abrolhos, Banco Royal Charlotte e montes submarinos da cadeia Vitória-Trindade (SE do Banco dos Abrolhos).

Estes bancos foram originados pelo alargamento da plataforma continental em direção às montanhas submarinas formadas por atividades vulcânicas anteriores. Tal alargamento foi proporcionado pelo retrabalhamento dos sedimentos do Grupo Barreiras ao longo das oscilações do nível do mar ocorridas a cerca de 3 a 4 milhões de anos atrás. Esta formação é constituída por

sedimentos areno-argilosos pobremente selecionados e depositados nos sopés das encostas, sob a forma de uma extensa planície aluvial.

De acordo com Dominguez (2000), o crescimento dos recifes de coral sobre a plataforma continental atual ocorreu a partir de 16.000 anos AP (antes do presente), quando o nível do mar esteve cerca de 140 metros abaixo do nível atual.

A partir de então, a plataforma exposta a condições subaéreas e recoberta por vegetação foi progressivamente invadida por uma transgressão que atingiu seu nível máximo em 5.100 anos AP, quando o nível do mar esteve de 4 a 5 metros acima do nível atual, inundando a parte inferior dos rios e dando origem a uma série de estuários e corpos lagunares. Os substratos não-consolidados foram novamente retrabalhados, enquanto que os substratos consolidados serviram de base para o desenvolvimento dos recifes de coral.

Os Bancos dos Abrolhos e Royal Charlotte abrigam as mais importantes áreas de recifes de coral e de algas calcáreas do Brasil, as quais motivaram a criação do PARNAM Abrolhos (no Banco dos Abrolhos) e da RESEX Corumbau (no Banco Royal Charlotte).

2.2. O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos – Breve histórico e contexto atual

A história da conservação da natureza no Brasil encontra no PARNAM Abrolhos um ícone incontestável. A sua criação, ocorrida em abril de 1983, veio satisfazer os interesses nacionais de conservação da mais rica e diversa área marinha com ambientes recifais e ecossistemas a eles associados do litoral brasileiro.

Os pleitos em prol da criação do PARNAM Abrolhos iniciaram após a passagem da expedição de Jacques-Yves Cousteau pela região, a bordo do Calypso, em 1962. O interesse despertado por esta expedição motivou a realização de diversos trabalhos científicos no arquipélago dos Abrolhos e região, que evidenciaram a sua grande importância para a conservação. A partir destes trabalhos é que se estruturou a primeira proposta de criação de um parque nacional no Banco dos Abrolhos, no final dos anos 60.

Transcorridos cerca de 40 anos do início das propostas e 21 anos desde sua criação, o PARNAM Abrolhos é hoje uma das mais importantes unidades de conservação do Brasil, não só em função da atestada importância para a conservação no contexto do Atlântico Sul Ocidental, mas também em função de sua implementação.

O Parque conta hoje com boa estrutura para o recebimento diário de visitantes e possui seu manejo embasado em trabalhos técnicos e científicos que ocorrem sistematicamente e enfocam

distintas áreas do conhecimento. Paralelamente à gestão governamental, o PARNAM Abrolhos possui espaço para a participação social em sua gestão por meio de seu Conselho Consultivo.

Não obstante esta realidade, o cenário atual em que se encontra inserido o PARNAM Abrolhos é bastante distinto daquele do momento de sua criação. Se na década de 80 as pressões antrópicas sobre os recursos ambientais da região eram eventuais e eminentemente decorrentes das atividades pesqueiras, hoje estas pressões advêm de políticas de governo antagônicas à conservação e ao desenvolvimento sustentável nas zonas marinha e costeira. Este é o caso da possibilidade de concessões de blocos exploratórios de petróleo e gás na região.

2.3. A Reserva Extrativista Marinha do Corumbau – Aspectos da criação e contexto atual

A criação da RESEX Corumbau - assim como as demais unidades de conservação desta categoria de manejo - foi conduzida mediante solicitação das comunidades locais, preocupadas com os destinos das espécies-alvo de seu sustento frente à exploração desenfreada praticada por frotas pesqueiras comerciais oriundas de outras localidades. Foi efetivamente criada em setembro de 2000, muito embora as comunidades pesqueiras que a integram já estivessem operando desde 1999 naquela época como se a área já possuísse status de RESEX.

A comunidade da Ponta do Corumbau foi a precursora do pedido, tendo vinculado toda a sua mobilização em prol da criação da UC com o apoio da Conservação Internacional, Associação Pradense de Proteção Ambiental – APPA, e do IBAMA (por meio dos Parques Nacionais Descobrimento e Marinho dos Abrolhos e do Centro Nacional de Populações Tradicionais - CNPT).

Os principais recursos explorados na área são os camarões e os peixes recifais. O manejo das populações destes recursos está evoluindo de forma adaptativa na RESEX Corumbau, com estratégias iniciais desenvolvidas a partir da convergência do conhecimento dos extrativistas e do conhecimento científico dos recursos explorados, que recentemente vem sendo incrementado consideravelmente com os projetos de pesquisa desenvolvidos na área, atualmente apoiados pelo Fundo Nacional do Meio Ambiente – FNMA.

As comunidades integrantes da RESEX Corumbau são: Caraíva, Barra Velha, Corumbau, Veleiro, Imbassuaba e Cumuruxatiba. Atualmente, encontram-se cadastrados todos os seus usuários extrativistas.

Os impactos negativos da sobrepesca foram reduzidos com a limitação de acesso aos recursos da RESEX aos extrativistas cadastrados. Além disso, foram estabelecidas algumas zonas de exclusão de pesca, em que não há nenhum tipo de atividade pesqueira, pois se destinam à reposição dos estoques.

Como no caso do PARNAM Abrolhos, a implementação de atividades de petróleo e gás na região constitui uma grande ameaça a integridade da RESEX Corumbau.

2.4. A Ameaça das atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos sobre o PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau: O trabalho desenvolvido em 2003 pela Conservação Internacional e parceiros

Considerando o grande potencial de ameaças representado pelas atividades de exploração e produção de petróleo e gás em áreas de extrema importância biológica da região dos Abrolhos, a Conservação Internacional, com o apoio do Instituto Baleia Jubarte, da Birdlife Brasil, da Sociedade Brasileira de Estudos de Recifes de Corais – CORALLUS, do Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental – NEMA e da Fundação SOS Mata Atlântica apresentaram ao Governo Federal o estudo “*Avaliação de Impactos da Exploração e Produção de Hidrocarbonetos no Banco dos Abrolhos e Adjacências*” (Marchioro *et al.*, no prelo).

Este estudo visou integrar a base de dados publicada pelo Ministério do Meio Ambiente no documento intitulado “*Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade nas Zonas Costeira e Marinha*” (MMA 2002a) com dados temáticos criados complementarmente, para representar o conjunto de recursos ambientais, socioeconômicos e ecossistemas sensíveis às atividades de exploração e produção - E&P de hidrocarbonetos, quais sejam: a atividade de aquisição de dados sísmicos marítimos, as perfurações, e a fase de produção e escoamento.

Os recursos ambientais, socioeconômicos e os ecossistemas sensíveis a estas atividades foram avaliados frente aos impactos potenciais e efetivos incidentes nas fases de sísmica, perfuração e produção, com a consideração específica, para cada impacto, de sua intensidade e grau de mitigação (este influenciado pelas medidas de gestão comumente requeridas no licenciamento ambiental).

Foram obtidos valores representativos do conjunto de impactos de cada fase das atividades de E&P de hidrocarbonetos incidentes sobre os temas representando os recursos ambientais, socioeconômicos e ecossistemas. Estes valores foram considerados paralelamente à importância para a conservação definida por MMA (2002a) para cada área mapeada.

Os resultados obtidos pelo cruzamento de todos os temas traduziram-se em mapas contendo áreas com cinco níveis de sensibilidade ambiental, os quais foram utilizados para delinear a área de exclusão proposta ao Governo Federal (Mapa 1).

2.5. As Concessões de Blocos Exploratórios de Petróleo e Gás no Brasil: Cenário Atual

Desde a quebra do monopólio da exploração e produção de petróleo e gás no Brasil, a ANP realiza anualmente Rodadas de Licitações para a oferta de blocos exploratórios de petróleo e gás em áreas terrestres e águas jurisdicionais brasileiras, voltadas a empresas previamente consideradas habilitadas a participar destes eventos.

Da primeira à terceira rodada de licitações, a ANP definiu a localização dos blocos exploratórios e colocou-os a leilão sem que houvesse análises ambientais por parte de outras instituições governamentais.

No primeiro semestre de 2002, antes da Quarta Rodada, o IBAMA e a ANP firmaram um Acordo de Cooperação Técnica que teve como resultado o fortalecimento do licenciamento das atividades de petróleo e gás, por meio da contratação de mão de obra especializada para o Escritório de Licenciamento das Atividades de Petróleo e Nuclear – ELPN/IBAMA.

Além do fortalecimento da equipe técnica do ELPN, uma das importantes metas deste acordo foi a elaboração de Mapas Base para orientar o licenciamento, nos moldes dos existentes em diversos países, sobretudo na região do Mar do Norte. Esta medida tornou mais claros os critérios técnicos adotados no licenciamento dos blocos, de forma que os empreendedores puderam avaliar os níveis de exigência para o licenciamento antes mesmo de adquirirem os blocos na Quarta Rodada.

Contudo, estes Guias e seus Mapas Base não foram utilizados para subsidiar propostas de exclusão de blocos exploratórios, pois a ferramenta fora direcionada apenas à resolução de questões inerentes ao licenciamento, ou seja, aquelas emergentes após a concessão dos blocos.

Como defendido por e Marchioro *et al.* (*no prelo*), avaliações ambientais estratégicas da inserção das atividades de petróleo e gás no contexto ambiental e socioeconômico da região do Banco dos Abrolhos não poderiam deixar de ser realizadas, ao invés da adoção de medidas unilaterais com capacidade de alterar drasticamente a realidade de uma região de elevada prioridade de conservação no contexto internacional.

Este tipo de avaliação não tem sido adotado pelo Governo Federal na expansão do setor energético. De acordo com dados obtidos de ANP (2004), utilizados na Figura 2-2, observa-se que a política de expansão das áreas ofertadas com o decorrer dos anos, após a quebra do monopólio, não necessariamente tem relação direta com o sucesso das rodadas de licitação. Apesar disso, a relação desta expansão com a ameaça a ecossistemas frágeis e unidades de conservação é forte, uma vez que áreas mais rasas e próximas à costa vêm sendo sistematicamente ofertadas.

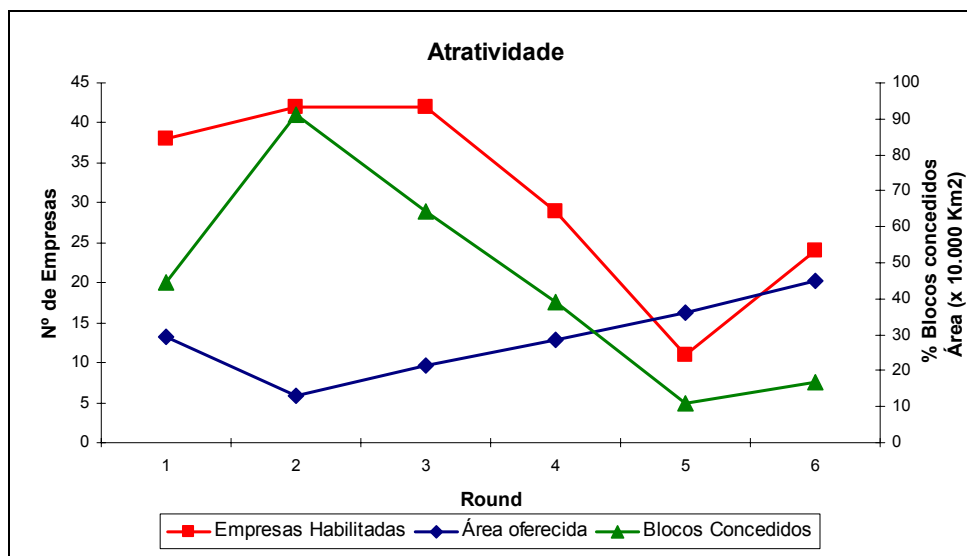


Figura 2-2. Atratividade das Rodadas de Licitações da ANP e sua relação com o acréscimo das áreas ofertadas.

Para uma melhor compreensão da problemática abordada em nossa área de trabalho, faremos uma breve resenha acerca das interfaces ambientais das rodadas de licitações em que houve posicionamentos do IBAMA, para blocos com influência sobre o Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte.

A Quarta Rodada de Licitações

Antes da Quarta Rodada de Licitações, o IBAMA realizou duas reuniões para análise de suas interfaces ambientais contando com a participação de ONG's como o Instituto Baleia Jubarte e a Fundação Recifes Costeiros. As discussões foram centradas no oferecimento de blocos na região do Banco dos Abrolhos e Banco Royal Charlotte, os quais representavam riscos evidentes aos ecossistemas recifais e manguezais da região, e em especial, ao PARNAM Abrolhos, Parque Nacional de Monte Pascoal e RESEX Corumbau. A primeira edição do Guia de Perfuração do IBAMA demonstrava claramente a área dos Bancos dos Abrolhos e de Royal Charlotte como a mais sensível do Brasil a estas atividades.

Os blocos mais preocupantes e localizados em áreas de extrema sensibilidade ambiental, BM-CUM-03 e BM-CUM-04 foram a leilão, contudo, sem terem sido arrematados. Os blocos BM-J-02 e BM-J-03, ao norte do Banco Royal Charlotte foram arrematados, assim como o bloco BM-ES-20, em área de extrema sensibilidade ambiental, à sudoeste do PARNAM Abrolhos.

O licenciamento das atividades de sísmica e a possibilidade de que o ELPN licencie a perfuração e produção no bloco BM-ES-20 atualmente dão margem a intensas discussões entre a sociedade, o governo e a empresa concessionária, por se tratar de área bastante próxima ao Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, a Área de Proteção Ambiental Estadual da Ponta da Baleia/Abrolhos, e a

diversos ecossistemas costeiros de elevada sensibilidade ambiental a derrames de óleo. Este bloco constitui um nítido exemplo dos prejuízos imputados a todas as partes envolvidas, decorrentes do fato de se ofertar blocos em áreas de elevada sensibilidade ambiental.

A Quinta Rodada de Licitações

Em 2003, a ANP procedeu com alterações significativas no que se refere aos procedimentos para a oferta de áreas na Quinta Rodada de Licitações. As áreas ofertadas foram dimensionadas de forma distinta ao que ocorreu nas rodadas anteriores: **(i)** em áreas costeiras terrestres foram ofertados blocos de menor área (aproximadamente 30 km²); **(ii)** em zonas de transição (costa até 60 metros de profundidade) foram ofertados blocos de tamanho intermediário (aproximadamente 180 km²); e, **(iii)** em águas profundas (mais que 200 metros de profundidade) foram oferecidos blocos de tamanho aproximado de 740 km². Com esta nova configuração, foi possibilitada a formação de mosaicos de blocos, e não mais áreas previamente definidas.

Foi elaborada pelo IBAMA uma atualização do Guia de Perfuração e um novo Guia para o Licenciamento da Sísmica (IBAMA 2003a e 2003b, respectivamente), em tempo hábil para a tomada de decisão acerca de possíveis áreas de exclusão. Estes Guias reforçaram os argumentos de que a área do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte é a área mais crítica da costa brasileira para as atividades de exploração e produção de petróleo e gás.

Ainda assim, a ANP alocou cerca de 25% dos blocos da Quinta Rodada nesta área, incluindo as Bacias de Jequitinhonha, Cumuruxatiba, Mucuri e do Espírito Santo, gerando manifestações de diferentes setores de governo e da sociedade em face das possíveis ameaças aos Bancos dos Abrolhos e Royal Charlotte e suas unidades de conservação, ecossistemas sensíveis, turismo e pesca.

Neste contexto, o grupo de ONGs lideradas pela Conservação Internacional – CI-Brasil apresentou a proposta de exclusão para a área do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte (Marchioro *et al. no prelo*) (ver Anexos - Mapa 1 deste documento). Os argumentos para sustentar a área de exclusão proposta foram embasados nos mesmos documentos que subsidiaram os guias de licenciamento e mapas base do IBAMA, tendo como premissa o princípio da precaução, na defesa das unidades de conservação e importantes ecossistemas marinhos e costeiros existentes no Banco dos Abrolhos e em suas adjacências. O documento que embasava a proposta foi amplamente discutido com universidades, ONGs e representantes do governo, sendo, em seguida disponibilizado publicamente na homepage da CI-Brasil.

Esta proposta foi encaminhada ao IBAMA, Ministério do Meio Ambiente - MMA, Agência Nacional do Petróleo - ANP, Ministério das Minas e Energia - MME, Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA e Ministério Público Federal - MPF. Foi analisada conjuntamente pelo IBAMA e MMA, que se posicionaram pela retirada de parte dos blocos sugeridos, restando blocos terrestres e os blocos em águas profundas (blocos localizados sobre o monte submarino Besnard,

da cadeia Vitória – Trindade), ao largo do estado do Espírito Santo. O MME e a ANP acataram parcialmente a sugestão, excluindo 162 células e blocos antes de os mesmos serem ofertados na Quinta Rodada.

Com base em ação movida pela Comissão de Meio Ambiente da Assembléia Legislativa da Bahia, tecnicamente subsidiada pelas ONGs, a Justiça Federal determinou que não apenas os 162 blocos fossem excluídos, mas a totalidade dos blocos inseridos na área de exclusão proposta pelas ONGs (243 blocos), não apenas na Quinta Rodada, mas definitivamente.

Posteriormente à Quinta Rodada, a ANP conseguiu liminar do Tribunal Regional Federal - TRF suspendendo a decisão judicial, sem que estudos técnicos acerca da viabilidade ambiental da atividade de E&P de hidrocarbonetos na área fossem sequer apresentados à sociedade.

A Sexta Rodada de Licitações

A Sexta Rodada de Licitações da ANP, realizada em 17 e 18 de agosto de 2004, previa inicialmente uma oferta total de 913 blocos exploratórios em terra e mar, abrangendo uma área de 202.739 km². Destes, 619 blocos encontram-se no mar, abrangendo 193.437 km².

A ANP inicialmente disponibilizou somente os setores de cada bacia petrolífera, sem especificar os blocos que seriam ofertados, até que análises ambientais conjuntas com o IBAMA e órgãos ambientais estaduais fossem concluídas.

Em julho de 2004, o IBAMA lançou os Guias de Licenciamento para a Perfuração e Sísmica, que trazem importantes inovações técnicas, dentre as quais podemos considerar a espacialização do Vórtice de Vitória, com base nos estudos de Schmid (1995), Gaeta *et al* (1999) e Nonaka *et al* (2000).

Foram ofertados blocos ao norte do Banco Royal Charlotte, na Bacia de Jequitinhonha, e na Bacia do Espírito Santo, totalizando 48 blocos, ocupando uma área de 20.763,71 km², conforme mostra a Tabela 2-1.

Os blocos exploratórios do setor SES-AR2 localizados sobre o Banco dos Abrolhos não foram ofertados. Neste setor, somente foram ofertados blocos sobre o Monte Submarino Besnard, na Cadeia Vitória – Trindade, mesmo assim condicionados a medidas extremas de exigência em nível de licenciamento, em função da faciologia da área e de influência do Vórtice de Vitória.

Os setores acima mencionados são considerados como áreas de ***Nova Fronteira*** em termos de modelo exploratório. Somente o setor SES-AP1 da bacia do ES é considerado como de ***Elevado Potencial Exploratório***.

Tabela 2-1 – Características dos setores da Sexta Rodada na região do Banco dos Abrolhos e adjacências (ES – Bacia do Espírito Santo; JEQ – Bacia do Jequitinhonha)

Bacia	Setor	Área (km ²)	Nº de Blocos	Modelo Exploratório	LDA
ES	SES-AR2	3.808,88	21	Nova Fronteira	águas rasas (Monte Besnard) e profundas
ES	SES-AP1	10.007,08	16	Elevado Potencial	> 50 m (exceto bloco 661)
JEQ	SJ-AP	6.947,75	11	Nova Fronteira	> 50 m (exceto blocos 161, 209, 211)
Total	--	20.763,71	48	--	--

Fonte: ANP (2004). Lâmina d'água (LDA).

3. OBJETIVO DESTES TRABALHOS

Avaliar impactos potenciais de derramamentos de óleo, nos Bancos dos Abrolhos e Royal Charlotte, para subsidiar a delimitação das porções marinhas das zonas de amortecimento do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos e Reserva Extrativista Marinha do Corumbau.

4. METODOLOGIA

4.1. Considerações Gerais sobre a Abordagem Utilizada

Como comentado nos tópicos anteriores, este trabalho visa complementar o trabalho elaborado pela Conservação Internacional e parceiros em 2003 (Marchioro *et al. no prelo*) para subsidiar a exclusão de blocos exploratórios na região do Banco dos Abrolhos e adjacências.

Tal complementação apresenta dois aspectos principais: (i) oferecer subsídios para a delimitação das zonas de amortecimento de duas unidades de conservação (PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau); e (ii) a proposta de delimitação destas zonas de amortecimento leva em consideração os impactos de derrames de óleo de possível ocorrência, partindo da premissa de que os impactos ambientais diretos decorrentes deste tipo de incidente possuem grande abrangência geográfica no ambiente marinho.

A conformação testada para iniciar as discussões sobre as zonas de amortecimento da RESEX Corumbau e PARNAM Abrolhos foi um cinturão de 50 km tomado a partir dos limites destas unidades de conservação, onde foram estipulados pontos hipotéticos de derrames, avaliados em cenários climatológicos comumente ocorrentes na região do Banco dos Abrolhos. A largura de 50 km foi escolhida em função do precedente de já haver sido adotada como zona de amortecimento para as atividades de petróleo e gás para a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo/SC, na ocasião da elaboração de seu Plano de Manejo, publicado pela Portaria IBAMA 081-N/2004.

É imprescindível ressaltar, como premissa deste trabalho, que o PARNAM Abrolhos e a RESEX Corumbau são unidades de conservação de primeira importância no Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte, essenciais para a manutenção da pesca e do turismo. Suas zonas de amortecimento deverão garantir a prioridade de desenvolvimento ordenado de tais atividades, compatibilizando-as de forma a não ocasionar danos às unidades de conservação.

Com base nestas premissas, e considerando-se o evidente interesse da indústria petrolífera na região, este trabalho utilizou técnicas de modelagem de dispersão de óleo para avaliar os potenciais danos às UCs em questão para, com base nos resultados prognosticados, apresentar subsídios para a delimitação de suas zonas de amortecimento.

4.2. O Modelo de Dispersão de Óleo

O modelo usado para a dispersão de óleo foi o **General NOAA Oil Modeling Environment – GNOME** (NOAA 2002), um modelo de domínio público fornecido pela **National Oceanic and Atmospheric Administration** – NOAA, órgão do governo dos Estados Unidos, e que simula o espalhamento de óleo devido ao efeito dos ventos, correntes e processos dispersivos a eles associados. Uma revisão do atual estado da arte, com relação à modelagem de derramamentos de petróleo, encontra-se descrita em Reed *et al.* (1999).

Optou-se por adotar como área geográfica para as simulações a região delimitada pelas latitudes 15°S e 20°S e pelas longitudes 40°30'W e 36°30'W. Para simular o efeito do vento no GNOME, foram analisados dados horários de vento durante o período entre janeiro de 1997 a dezembro de 2003, perfazendo um total de 07 (sete) anos completos. Os dados foram obtidos por uma estação meteorológica da Aracruz Celulose, localizada em Caravelas.

Uma estimativa do campo de correntes oceânicas foi obtida por meio da utilização de uma climatologia sazonal baseada no modelo global de circulação denominado de **Ocean Circulation and Climate Advanced Model** - OCCAM, com resolução espacial de 1/4° x 1/4° e 36 níveis z de profundidade.

O OCCAM encontra-se descrito em Webb *et al* (1998) e sua climatologia já foi usada como condição de contorno para vários modelos regionais de circulação (*e.g.* Cirano & Middleton 2004).

4.3. Elaboração dos Cenários de Derrame

A elaboração dos cenários de derrame teve como objetivo principal avaliação da deriva das manchas em direção ao PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau, e em direção a alvos de significativa importância biológica e socioeconômica, localizados em um raio de 50 km tomado a partir dos limites destas UCs.

Como subsídio inicial para as primeiras aproximações de formatos das zonas de amortecimento, foram estipulados 13 pontos de derrames hipotéticos, os quais encontram-se especificados na Tabela 4-1 e Mapa 2. Alguns destes estão localizados em áreas com concentrações comerciais ou subcomerciais de óleo e campos petrolíferos em fase de desenvolvimento, de acordo com dados do Banco de Dados de Exploração de Petróleo - BDEP (ANP, 2004). Os demais, encontram-se localizados sobre a linha de 50 km de distância das UCs (Mapa 2).

Complementarmente - e com base em subsídios aportados em reunião efetuada no dia 13 de dezembro de 2004 com atores do Conselho Consultivo do PARNAM Abrolhos - foram elaborados cenários adicionais, em pontos distintos e com condições climatológicas mais severas para avaliar os afastamentos máximos de pontos de derrame sem comprometimento dos alvos de interesse (unidades de conservação em estudo). A tabela abaixo apresenta os dados relativos a cada ponto modelado e forçantes consideradas.

Tabela 4-1: Descrição dos cenários associados aos pontos de derrames de óleo

Ponto	Situação	Localização	Coordenadas	Forçante atmosférica	Forçante oceanográfica
P1	Cenário Inicial	BM-J-3	15°37'30"S 38°30'W	vento NE 7,9 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P2	Cenário Inicial	Trancoso	16°35"S 38°35'W	vento NE 7,9 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P3	Cenário Inicial	Campo de Arraia	17°05'S 38°38'W	vento NE 7,9 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P4	Cenário Inicial	Alcobaça	17°32'S 38°40'W	vento NE 7,9 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P5	Cenário Inicial	BM-ES-20	18°12'30"S 39°22'30"W	vento SSE 6,4 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno
P6	Cenário Inicial	Campos de Peroá/Cangoá	19°40'S 39°30'W	vento SSE 6,4 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno
P7	Cenário Inicial	BM-ES-6	19°07'30"S 38°37'30"W	vento SSE 6,4 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno
P8	Cenário Inicial	50 km a NE da RESEX	16°18'36"S 38°48'36"W	vento NE 7,9 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P9	Cenário Inicial	50 km a NNE do PARNAM Abrolhos	17°26'24"S 38°23'24"W	vento NE 7,9 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P10	Cenário Inicial	50 km a NE do PARNAM Abrolhos	17°39'36"S 38°11'24"W	vento NE 7,9 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P11	Cenário Inicial	50 km a SE do PARNAM Abrolhos	18°30'00"S 38°17'24"W	vento SSE 6,4 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno
P12	Cenário Inicial	50 km a S do PARNAM Abrolhos	18°36'00"S 38°39'36"W	vento SSE 6,4 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno
P13	Cenário Inicial	50 km a SW do	18°30'00"S	vento SSE 6,4 m s ⁻¹	Corrente climatológica

Ponto	Situação	Localização	Coordenadas	Forçante atmosférica	Forçante oceanográfica
		PARNAM Abrolhos	39°12'00"W		de inverno
P14	Cenário adicional	Afastamento máximo ao norte do PARNAM Abrolhos	16°16'00"S 38°35'00"W	Vento N 8,5 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P15	Cenário adicional	Afastamento máximo à NE do PARNAM Abrolhos	16°20'00"S 37°45'00"W	Vento NE 10,7 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P16	Cenário adicional	Afastamento máximo à NNE do PARNAM Abrolhos	16°10'00"S 38°10'00"W	Vento NNE 10,8 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P17	Cenário adicional	Águas profundas entre Bancos Royal e Abrolhos	16°50'00"S 38°00'00"W	Vento ENE 9,0 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P18	Cenário adicional	Afastamento máximo ao NE da RESEX	16°05'00"S 38°10'00"W	Vento ENE 9,0 m s ⁻¹	Corrente climatológica de verão
P19	Cenário adicional	Afastamento máximo ao ESE do PARNAM Abrolhos	18°10'00"S 38°00'00"W	Vento SE 7,7 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno
P20	Cenário adicional	Afastamento máximo ao SE do PARNAM Abrolhos	18°50'00"S 38°10'00"W	Vento SSE 8,8 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno
P21	Cenário adicional	Afastamento máximo ao sul do PARNAM Abrolhos	18°50'00"S 38°40'00"W	Vento S 9,1 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno
P22	Cenário adicional	BM-ES-20	18°12'30"S 39°22'30"W	Vento SSW 6,7 m s ⁻¹	Corrente climatológica de inverno

Em todas as simulações realizadas foram considerados os seguintes parâmetros: (i) derrame de óleo durante 12 h, (ii) volume total derramado de 1.500 m³ (e.g. Michel, 2000), (iii) óleo do tipo *medium crude* (grupo III segundo classificação do Automated Data Inquiry for Oil Spills – ADIOS (NOAA, 1994)). Óleos incluídos nesta categoria têm densidades que variam entre 0,85 a 0,95 g cm⁻³ e 17,4 a 34,9 graus API.

Cabe aqui ressaltar que os parâmetros utilizados perfazem cenários notadamente mais suaves que aqueles exigidos pela Resolução CONAMA 293/01 para modelagem nos licenciamentos ambientais das atividades de perfuração e produção de óleo e gás no mar. De acordo com a citada Resolução, cenários críticos de incidentes devem ser obrigatoriamente modelados com base em forçantes extremos de ventos e correntes, além de descargas de óleo correspondentes a afundamento de unidades de estocagem de óleo ou grandes *blowouts* (podendo chegar a mais demais de 50.000 m³ de óleo) e dispersão da mancha por 30 dias, sem nenhuma ação de combate ou recolhimento.

4.4. Geração de Mapas para Avaliação dos Cenários

Para avaliar os resultados da dispersão de óleo a partir dos pontos estipulados, os dados obtidos do modelo GNOME foram exportados para o software Arc-View 3.2, onde foram elaborados mapas constando de informações temáticas capazes de qualificar os impactos aos ecossistemas, unidades de conservação, pesca e turismo. Os temas utilizados para tal avaliação foram:

- (i) **Recifes de Coral:** Os dados espacializados dos recifes de coral das unidades de conservação localizadas na área de trabalho foram obtidos de MMA (2003) e Prates (2003), que efetuaram mapeamento detalhado deste ambiente marinho, sub-classificando os recifes da área nas seguintes categorias: (a) recifes intermareais, (b) recifes submersos, (c) piscinas, (d) ilhas, (e) manguezais, (f) areia sobre recifes, (g) lajes/blocos, e (h) bancos de areia. Para a inserção no GNOME como alvos suscetíveis ao atingimento por óleo, foram utilizadas as classes “recifes intermareais” e “ilhas”;
- (ii) **Sensibilidade do Litoral:** Este tema foi gerado a partir de dados da geomorfologia do litoral da Costa do Descobrimento (Belmonte a Prado), de áreas de brejos e de manguezais, todos obtidos de Dominguez (2000). Com base nestes dados, foram estabelecidos os Índices de Sensibilidade do Litoral – ISL para a linha de costa (ISL variando de 1 a 10 em escala crescente de criticidade), conforme escala de MMA (2002b). Até mesmo os ambientes recifais distantes do litoral foram graduados com ISL;
- (iii) **Delimitação de Pesqueiros:** Este tema foi gerado a partir de dados diretos obtidos de campanhas de monitoramento e fiscalização do PARNAM Abrolhos e de dados de monitoramento da pesca obtidos de Newfield/ENSR (2003). Estes dados foram comparados a informações sobre a faciologia, obtidas de modelagens de dados do Banco Nacional de Dados Oceanográficos - BNDO. Desta maneira foi possível definir poligonais das áreas de captura tomando-se como base as seguintes tipologias de fácies texturais relacionadas aos ambientes de fundo em que ocorrem as diferentes pescarias: (i) lama, (ii) lama arenosa, (iii) cascalho, (iv) cascalho arenoso, (v) areia cascalhosa, (vi) areia lamosa e (vii) areia.
- (iv) **Pontos de Importância para o Turismo:** Os principais destinos de turismo associados ao PARNAM Abrolhos foram obtidos de informações de seu Plano de Uso Público (IBAMA 2002b). Na linha de costa, a importância das praias e outros ambientes para o turismo foi qualificada a partir de informações do Guia Praias (2002) e de Dominguez (2000). Um exemplo da praticidade deste guia a serviço de trabalhos técnicos é a utilização de sua escala de atratividade turística por Dominguez (2000);
- (v) **Conservação da Fauna:** Visto que a área do Banco dos Abrolhos é considerada a principal área reprodutiva das baleias jubarte em território brasileiro, as informações

acerca de suas concentrações foram cedidas pelo Instituto Baleia Jubarte – IBJ e por Martins (2004). São informações decorrentes de estimativas de abundância fundamentadas em observações náuticas e aéreas conduzidas no decorrer de mais de 10 anos de campanhas de monitoramento e pesquisa do IBJ. Além disso, dados de IBAMA (2003a) sobre concentrações reprodutivas e de alimentação de quelônios foram consideradas, em função da suscetibilidade destes organismos aos impactos do óleo.

4.5. Critérios utilizados para a proposição das Zonas de Amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau

Os limites mínimos propostos para as zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau foram estabelecidos a partir da consideração dos seguintes aspectos:

- (i) **Análise dos resultados das modelagens para os cenários estabelecidos:** A dispersão das manchas foi avaliada no que se refere aos alvos de importância para a conservação, pesqueiros e pontos turísticos atingidos, no tempo de 5 dias de derrame transcorridos. Os 13 cenários inicialmente estabelecidos tiveram a intenção de averiguar a efetividade da conformação-teste de 50 km de largura e os possíveis danos de derrames em campos petrolíferos em fase de desenvolvimento ou de interesse da indústria. Os 09 cenários adicionais refinaram as análises e resultaram nas delimitações das áreas de exclusão para E&P de hidrocarbonetos propostas em cada zona de amortecimento das unidades de conservação em estudo (veja explicação no item 6.7.4.ii).
- (ii) **Escolha de feições de fácil reconhecimento para orientação náutica:** Os limites das zonas de amortecimento propostas foram ajustados a elementos de fácil reconhecimento para os usuários, sobretudo pescadores. Foram utilizados critérios combinados de batimetria e paralelos (linhas de latitude) que cruzam feições costeiras notáveis (barras de rios, alterações de relevo na costa) e limites dos setores de blocos anualmente leiloados pela ANP. É importante destacar que esta medida é fundamental para futuras proposições de normas de manejo da pesca nessas zonas de amortecimento.
- (iii) **Inserção de ambientes de notável interesse para a conservação:** Os limites das zonas de amortecimento propostas levaram em consideração características biológicas e oceanográficas que definem a Região dos Abrolhos, incluindo seus ambientes recifais, manguezais e ambientes de transição (quebra da plataforma, talude, sopé e assoalho oceânico adjacente), bem como as áreas de concentração reprodutiva de espécies protegidas (quelônios, aves e mamíferos).

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. Aspectos Gerais da Circulação de Larga-Escala

A circulação de larga-escala é representada pelos processos que ocorrem em escalas espaciais da ordem de milhares de quilômetros e é gerada por dois mecanismos forçantes distintos: efeito do vento e processos termo-halinos¹.

Em termos gerais, a circulação gerada pelo vento atua principalmente na camada mais superficial dos oceanos (até 1.000 metros de profundidade), influenciando a circulação em escalas de tempo que vão de meses (ciclo sazonal) a anos (ciclo anual e interanual). A circulação gerada pelos processos termo-halinos, por sua vez, é mais lenta e geralmente atua em processos que variam em escalas temporais da ordem de anos a dezenas e centenas de anos.

Em nossa área de estudo, o sistema de ventos sobre o Oceano Atlântico Sudoeste está associado ao Centro de Alta Pressão Subtropical em superfície. Este sistema atmosférico se estende entre cerca 40° S até aproximadamente de 5° S (Figura 5-1) e é caracterizado pelo sentido de rotação anticiclônica (anti-horária). A porção mais equatorial dos ventos, em sua maioria de sudeste e de sul, consiste nos ventos alísios, enquanto o regime mais austral é caracterizado pelo cinturão de ventos de oeste.

¹ Processos físicos de movimentação horizontal de massas d'água desencadeados pela influência das variações de temperatura e salinidade.

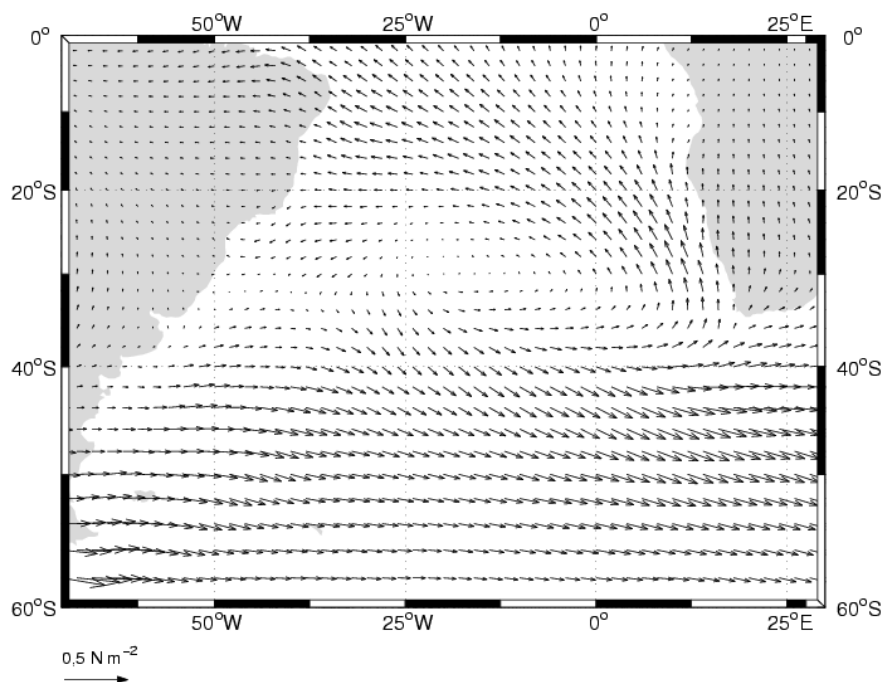


Figura 5-1: A Alta Subtropical do Atlântico Sul: configuração da tensão de cisalhamento do vento, baseado em uma média anual (extraído da climatologia de Hellerman e Rosenstein (1983)).

A Figura 5-1 caracteriza apenas a distribuição média dos ventos ao longo do ano. No entanto, é importante lembrar que os ventos também variam ao longo de escalas de tempo menores e que o ciclo sazonal, por exemplo, pode tanto ter uma forte influência na circulação atmosférica como na oceânica. A Figura 5-2 apresenta uma representação do extremo leste da Alta Subtropical do Atlântico Sul e mostra o padrão destes ventos para os períodos de janeiro (painel superior) e julho (painel inferior).

O efeito do campo de ventos sob o oceano, apresentado na Figura 5-1, pode ser observado através da criação de células de circulação fechadas e assimétricas longitudinalmente. Essas células são os chamados giros oceânicos.

A Figura 5-3 apresenta uma representação esquemática do Giro Subtropical do Atlântico Sul, que é a célula de circulação oceânica mais importante do Atlântico Sul. Esta configuração representa a circulação integrada nos primeiros 500 m de coluna de água, sendo limitado ao norte pela Corrente Sul Equatorial (CSE) e ao sul pela Corrente do Atlântico Sul. A Corrente de Benguela (CBg) e a Corrente do Brasil (CB) representam, respectivamente, as corrente de contorno leste e oeste deste sistema.



SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL MARINHO DOS ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO CORUMBAU POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO

A migração sazonal dos sistemas meteorológicos apresentados na Figura 5-2 ocorre tanto a nível meridional quanto zonal e, segundo Castro e Miranda (1998), essas variações sazonais são mais observadas na circulação sobre a plataforma continental.

Para a região entre as latitudes de 15° e 20° S, pode se observar que no verão, os ventos são predominantemente de leste e nordeste, passando para sudoeste no inverno.

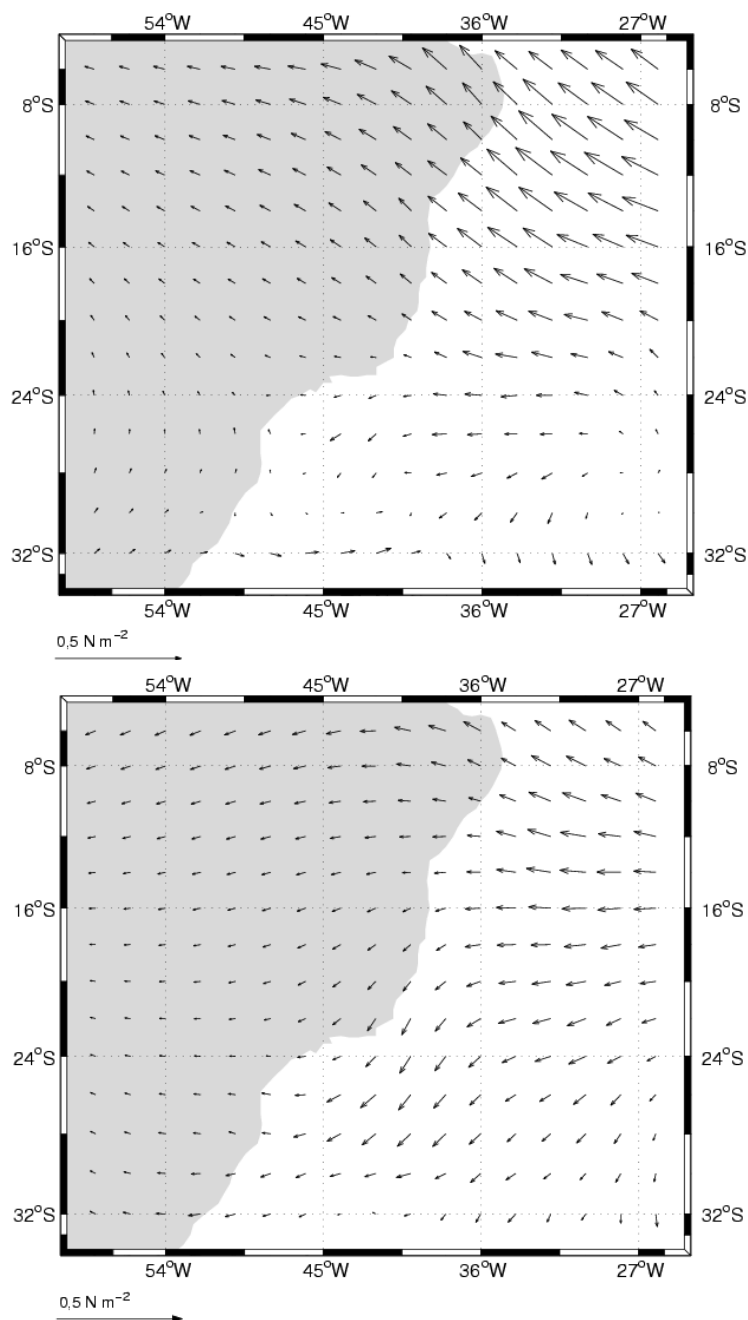


Figura 5-2: Distribuição dos ventos médios sobre o Oceano Atlântico Tropical e Sudoeste Subtropical para janeiro (superior) e julho (inferior), de acordo com a climatologia de Hellerman e Rosenstein (1983).

Com relação à circulação oceânica e com enfoque na área abrangendo a região da quebra de plataforma e do sopé continental entre as latitudes de 15°S e 23°S, a CB é a corrente de larga

escala mais relevante. Ela se distribui ao longo da coluna d'água desde camadas superficiais até a região da termoclina².

Sua origem é ao sul de 10°S, na região onde o ramo mais ao sul da CSE se bifurca formando também a Corrente do Norte do Brasil (CNB) (Stramma, 1991; Silveira *et al.*, 1994). Fluindo para sul, a CB bordeja o continente sul-americano até a região da Convergência Subtropical (33°-38°S), onde conflui com a Corrente das Malvinas e se separa da costa.

É importante ressaltar que, ao atravessar a região de interesse, a CB modifica sua estrutura vertical. A versão integrada apresentada na Figura 5-3 é apenas uma simplificação, ou melhor, integração vertical do cenário oceanográfico. Uma abordagem mais detalhada e com base nos padrões de circulação das diferentes massas de água será apresentado ao longo desta revisão.

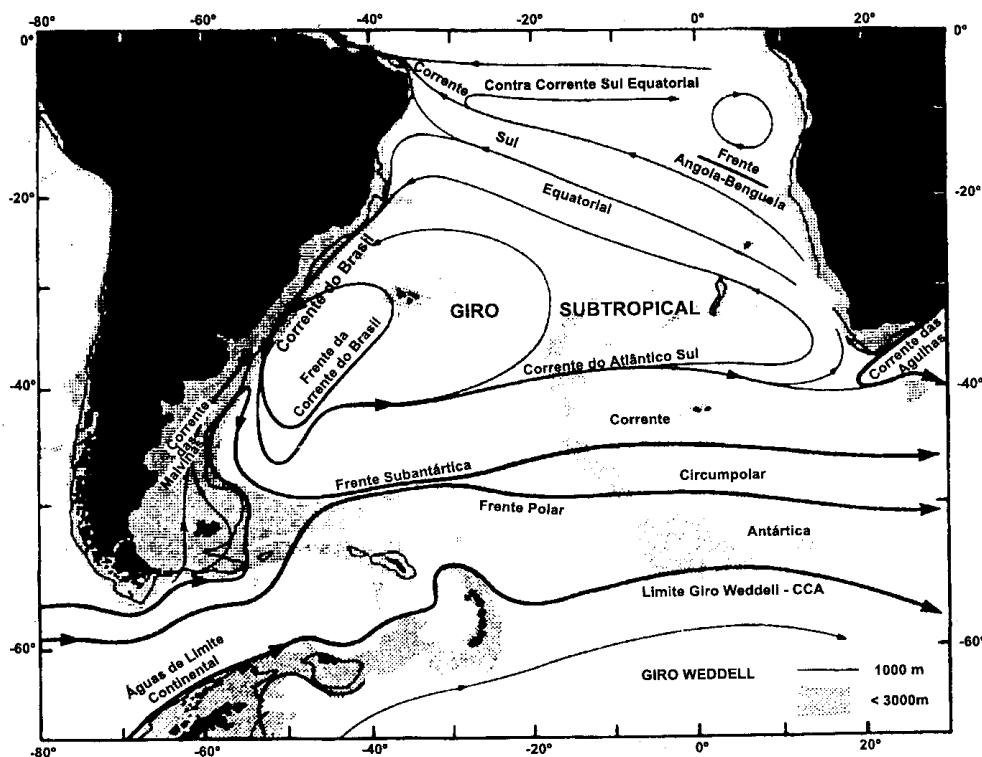


Figura 5-3: Representação esquemática do Giro Subtropical do Atlântico Sul. De acordo com Peterson e Stramma (1991).

Com relação aos processos termo-halinos, a melhor descrição qualitativa da circulação oceânica influenciada por estes processos, refere-se a Schmitz (1995). O autor apresenta um modelo conceitual do oceano dividido em quatro camadas verticais, sendo: superfície-picnoclina³

² região da coluna d'água onde ocorre a máxima variação vertical de temperatura.

³ região da coluna d'água onde ocorre a máxima variação vertical de densidade.

(historicamente referida como troposfera oceânica), intermediária (500-1200 m), profunda (1200-3300 m) e de fundo (profundidades maiores que 3300 m).

As águas de fundo são formadas no oceano austral, nas proximidades da margem continental Antártica e fluem em direção ao norte do Atlântico sobrejacentes ao assoalho oceânico. Já as águas profundas são formadas no Mar do Labrador e fluem para o sul, ressurgem na Divergência Antártica, e deixam o Atlântico via Corrente Circumpolar Antártica. Para compensar a perda de massa (e volume) para os demais oceanos, águas oriundas do Oceano Índico, adentram o Atlântico em níveis troposférico e intermediário. Este padrão de escoamento em direção ao norte nos primeiros 1000 m e ao sul nos 2000 m subsequentes da coluna de água estabelece uma circulação de caráter meridional referida na literatura mais recentemente como “Célula de Revolvimento Meridional (CRM)”.

5.2. As Principais Correntes e Massas de Água Associadas

Em latitudes maiores que 17° S, a CB flui para sul-sudoeste, como uma corrente de contorno contínua (Garfield, 1990). Após atravessar a Cadeia Vitória-Trindade, estende-se verticalmente até profundidades de 300-400 m. Em alguns trechos da costa brasileira, o escoamento da CB é caracterizado por intensos meandros e vórtices⁴ capazes de inverter a direção do escoamento médio.

Em profundidades ditas intermediárias, entre 400 -1.500m, o escoamento ao longo da área de interesse se dá para norte, associados à presença da Corrente de Contorno Intermediária (CCI). Apesar dos seus valores de velocidade terem sido descritos por Evans *et al* (1983), sua descrição enquanto jato geofísico e seus padrões de circulação de meso-escala foram apresentados mais recentemente (Boebel *et al.*, 1999; Silveira *et al.*, 2004).

Abaixo de 1.500m, e com extensão vertical que persiste até mais de 3.300 m de profundidade, a Corrente de Contorno Profunda (CCP) é a corrente de contorno mais extensa do Oceano Mundial, visto que sua organização se dá ao sul do Mar do Labrador, atravessa o Equador e se estende, pelo menos, até latitudes da costa sul brasileira.

Neste estudo, será dada maior ênfase às CB e CCI, visto que área de interesse tem profundidades máximas entre aproximadamente 1.000 e 2.500 m, cobrindo, portanto, apenas pequena parte do domínio da CCP. Como será mostrado a seguir, é indissociável o binômio sistema de correntes de contorno - massas de água nas proximidades da Margem Continental.

⁴ estrutura coerente de velocidades que possui vorticidade. É um escoamento que gera linhas de corrente fechadas, concêntricas.

5.2.1. Massas de Água

A região oceânica de interesse é formada pelo empilhamento das massas de água características do Atlântico Sul (Figura 5-4). Nas proximidades das margens continentais, estas massas de água são transportadas pelo sistema de correntes de contorno apresentado na seção anterior. Nos primeiros três quilômetros de coluna d' água, e com base nas características termohalinas, podemos definir: a Água Tropical (AT), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), a Água Intermediária Antártica (AIA) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). A descrição individual baseia-se na revisão feita por Silveira *et al.* (2000).

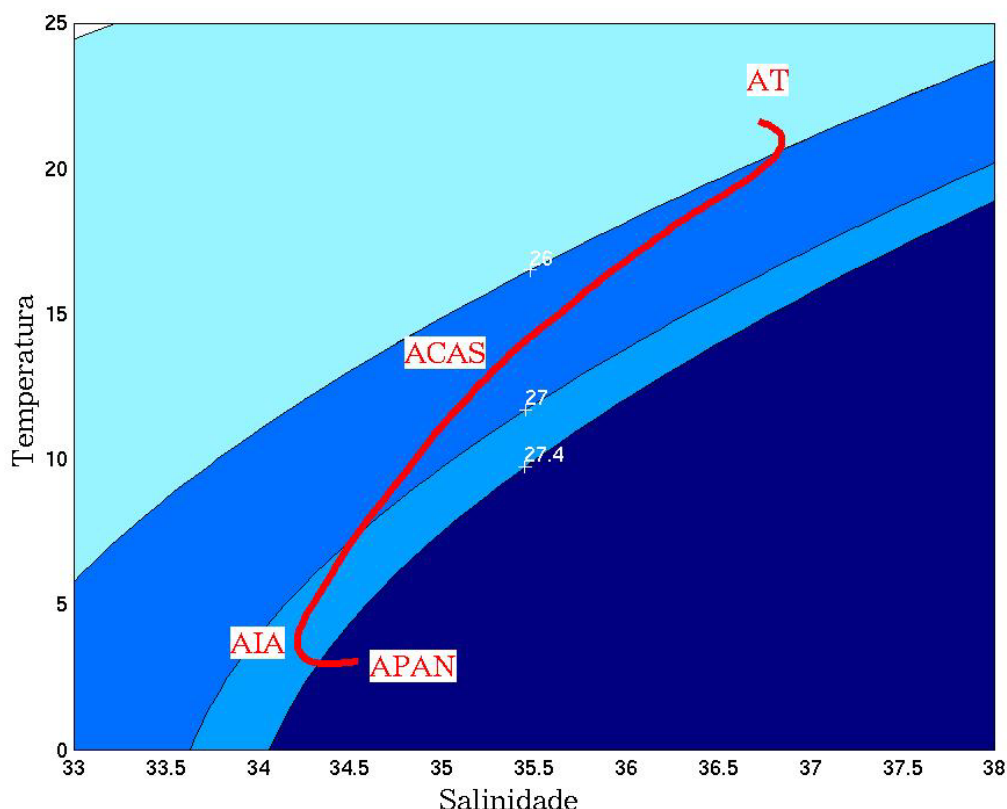


Figura 5-4: Diagrama Temperatura-Salinidade (T-S) médio da Região da Bacia de Campos, obtido pela análise climatológica de Levitus e Boyle (1994). As regiões em tons de azul demarcam as superfícies isopícnas limítrofes das massas de água: $\sigma_\theta=26 \text{ kg m}^{-3}$ para a interface AT-ACAS, $\sigma_\theta=27 \text{ kg m}^{-3}$ para a interface ACAS-AIA, e $\sigma_\theta=27.4 \text{ kg m}^{-3}$ para a interface AIA-APAN.

A AT foi descrita por Emilson (1961) como parte da massa de água quente e salina que ocupa a superfície do Atlântico Sul Tropical, a qual é transportada para o sul pela CB (Figura 5-5). Essa água de superfície é formada como consequência da intensa radiação e excesso de evaporação em relação à precipitação, característicos do Atlântico Tropical. Em seu trajeto para o sul, a AT se mistura com águas de origens costeiras, geralmente mais frias e com salinidades menores. Toda

massa de água possuindo temperaturas maiores que 20° C e salinidades acima de 36 é caracterizada como AT.

A ACAS é encontrada na região do início da termoclina (100-300 m), e apresenta temperaturas maiores que 6°C e menores que 20°C, e salinidades entre 34,6 e 36 (Sverdrup *et al.*, 1942). O padrão de fluxo da ACAS, exibido na Figura 5-6, não é um simples movimento para norte em nível picnoclínico em toda bacia do Oceano Atlântico Sul. A ACAS entra como parte do Giro Subtropical, circula com as Correntes do Atlântico Sul e Benguela, e atinge a costa da América do Sul transportada pela Corrente Sul Equatorial. Em analogia às correntes de superfície, também existe uma região de bifurcação e parte da ACAS flui rumo ao equador, enquanto outra porção toma a direção sul.

A localização exata da separação do fluxo da ACAS é incerta. No entanto, parece existir consenso na literatura de que ao sul de Vitória (20°S), a ACAS flui para o sul ao largo da costa sudeste brasileira, transportada pela CB. Caso seja esta a situação, a área de interesse representa o centro do processo de bifurcação da ACAS e espessamento da CB, que passa a transportá-la.

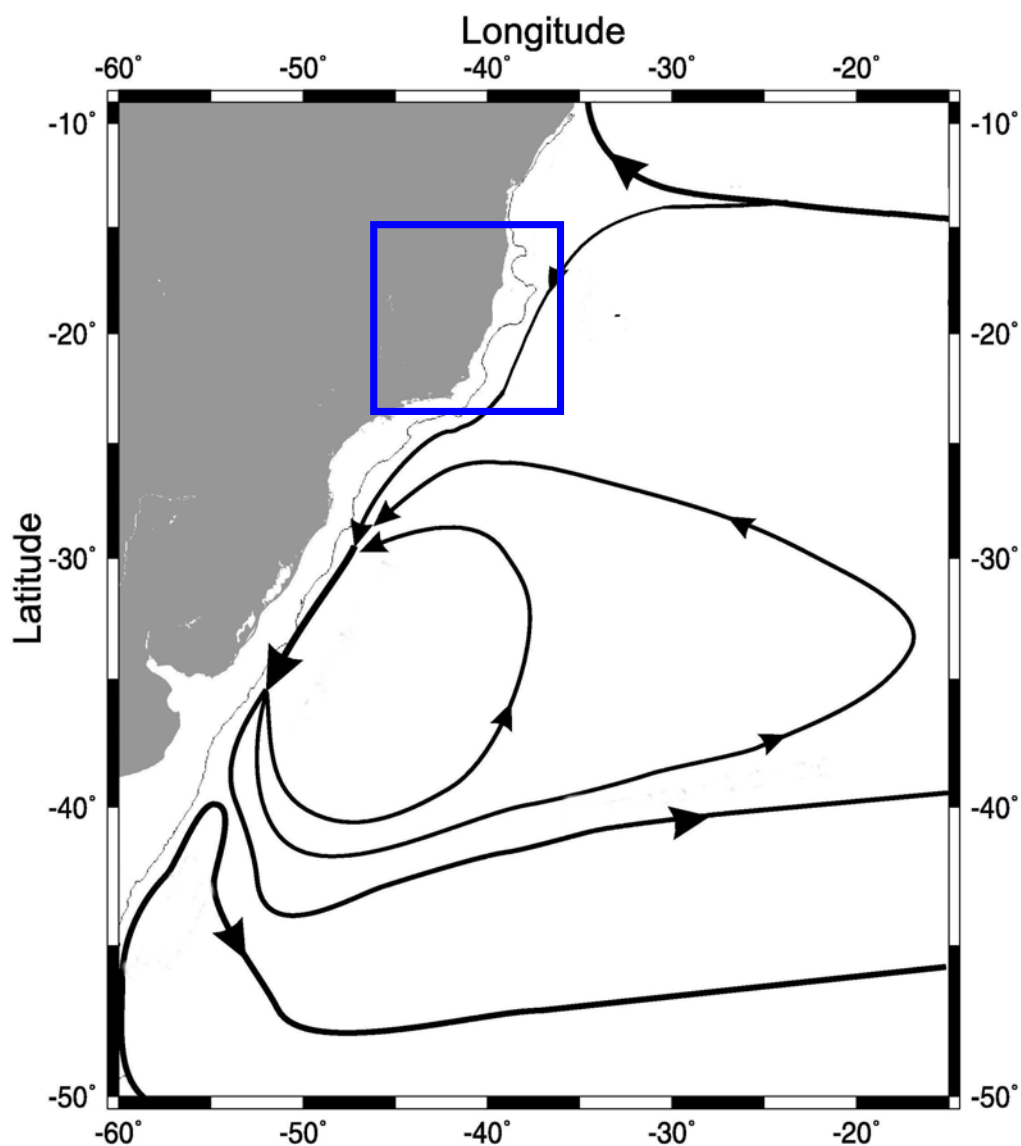


Figura 5-5: Distribuição esquemática da circulação em superfície, associada ao transporte de Água Tropical - AT. A área de interesse está demarcada pela caixa de borda azul. Elaborado por Silveira *et al.* (2000), baseado nos resultados de Reid (1989), Stramma e England (1999) e Boebel *et al.* (1999).

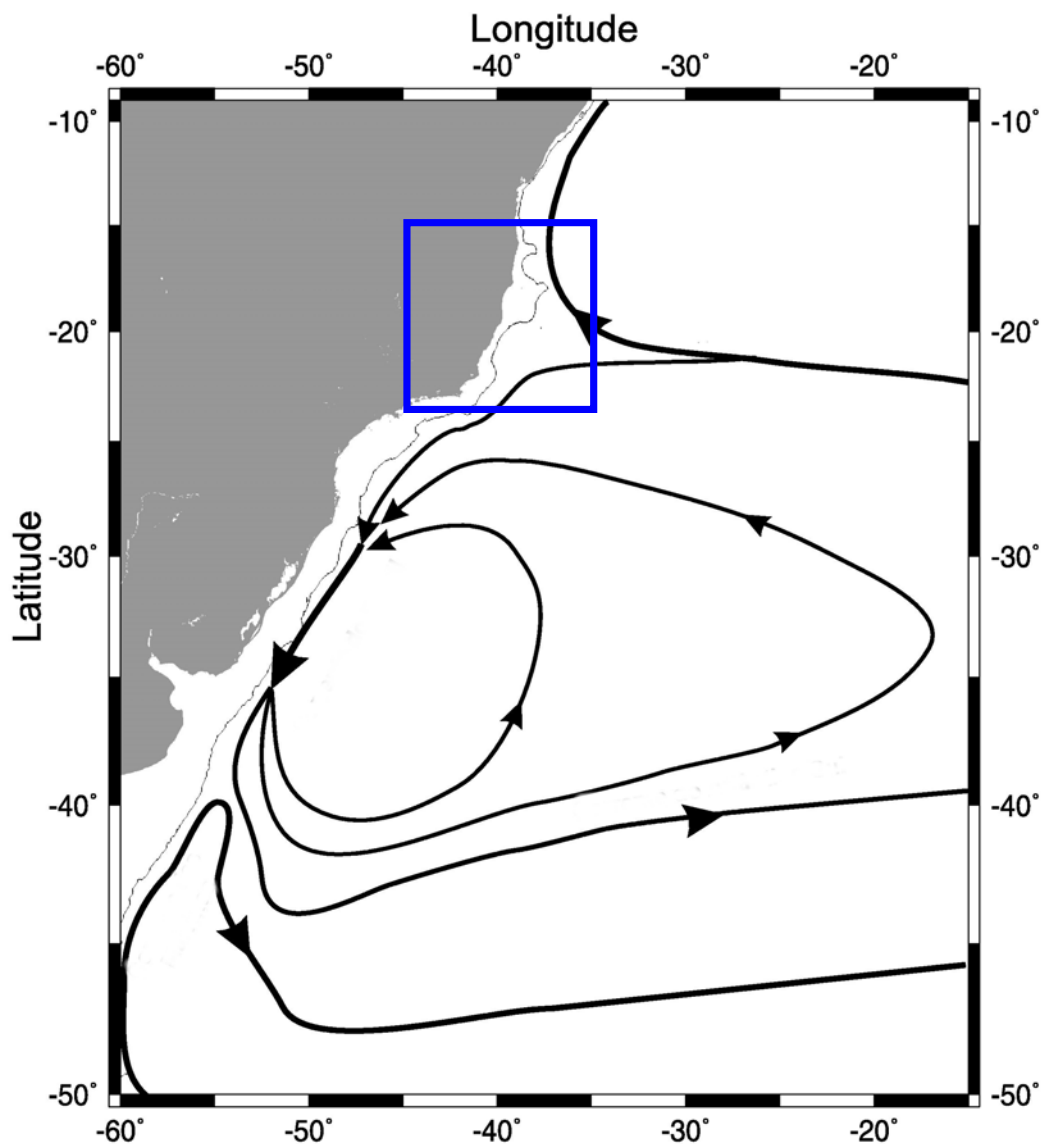


Figura 5-6: Distribuição esquemática da circulação no nível picnoclínico, associada ao transporte de Água Central do Atlântico Sul - ACAS. A área de interesse está demarcada pela caixa de borda azul. Elaborado por *Silveira et al.* (2000), baseado nos resultados de Reid (1989), Stramma e England (1999) e Boebel *et al.* (1999).

Se AT e ACAS são transportadas para o sul pela CB, a AIA, dentro da região de interesse, é transportada para o norte pela CCI (Figura 5-7). Segundo Sverdrup *et al.* (1942), os limites termohalinos da AIA são 3°-6° C para temperatura e 34,2-34,6 para salinidade, demarcando o mínimo de salinidade no diagrama T-S da Figura 5-4.

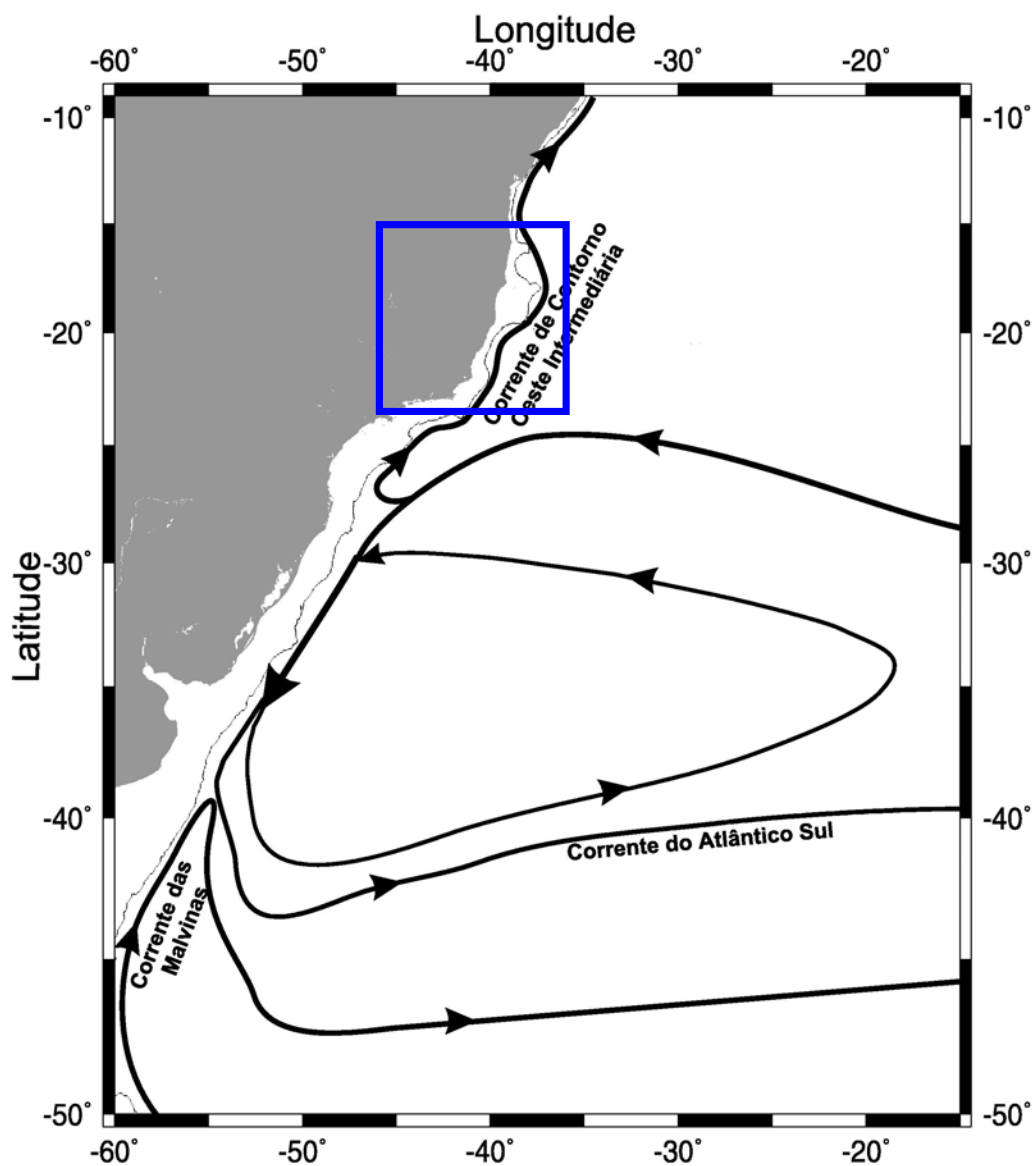


Figura 5-7: Distribuições esquemáticas da circulação em nível intermediário, associada ao transporte de Água Intermediária Antártica - AIA. A área de interesse está demarcada pela caixa de borda azul. Elaborado por Silveira *et al.* (2000), baseado nos resultados de Reid (1989), Stramma e England (1999) e Boebel *et al.* (1999).

Subjacente à AIA, a APAN é caracterizada por valores de temperatura entre 3°C - 4°C e salinidades entre 34,6 - 35, ocupando níveis entre 1.200 m e 3.300 m, ao largo do Sudeste brasileiro. Há consenso na literatura de que a APAN, ao largo da borda oeste do Atlântico Sul, é

transportada pela CCP até cerca de 38°S, onde pelo menos parte da corrente retorna em direção ao Equador (Reid, 1989; Weatherly, 1993).

Na distribuição das massas de água apresentada, foi omitida a descrição da Água Antártica de Fundo (AAF), uma vez que as suas profundidades de ocorrência estão fora da margem continental, ficando restrita às porções mais abissais da bacia oceânica e sendo caracterizada por um padrão de escoamento fortemente influenciado pelas variações batimétricas.

5.3. O Sistema Corrente do Brasil: Estrutura Vertical, Velocidades e Transporte

A poucos graus de latitude, ao sul de sua área de formação (região de bifurcação da CSE em superfície), a CB é uma corrente rasa, quente e salina constituída basicamente por AT fluindo junto à quebra da plataforma (Figura 5-5). Nas proximidades da latitude de 20°S, onde recebe efetiva contribuição da ACAS, a CB se torna mais profunda e cresce em transporte (Figura 5-6). Em 23°S, estende-se até cerca de 500 m e apresenta-se coerentemente organizada até esta profundidade (Evans e Signorini, 1985; Campos *et al.*, 1995). No entanto, esta é apenas uma descrição dos aspectos gerais da CB. A seguir, serão descritos os aspectos mais pormenorizados da corrente, tais como a sua estrutura vertical, as velocidades características e o transporte de volume da CB.

A quase totalidade dos valores de velocidade e transporte da CB entre 15°S e 23°S encontrados na literatura são provenientes de cálculo geostrófico⁵. As perfilagens de velocidade efetuadas pelo instrumento PEGASUS, resumem-se à iniciativa pioneira descrita em Evans *et al.* (1983) e Evans e Signorini (1985). Mais recentemente, o uso de modelos numéricos em combinação com medições sinóticas também tem proporcionado um aumento das informações para a região.

Descrições da CB próxima a sua origem foram inicialmente apresentadas pelas análises geostróficas de Stramma *et al.* (1990). Esses autores, utilizando radiais hidrográficas históricas do “World Oceanographic Data Center—WODC”, propõem que a origem da CB ocorre devido à bifurcação do ramo sul da CSE, que transporta 8 Sv ($1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), cujo eixo de separação se encontraria em torno de 13°S (Figura 5-8).

A CB geostrófica então rumaria para o sul, transportando 4 Sv e fluindo sobre a quebra da plataforma. Em 15° S, devido ao alargamento da plataforma continental, a CB se afasta da costa, embora às vezes meandre em direção à plataforma interna. Stramma *et al.* (1990) consideraram a possibilidade de uma célula de recirculação ciclônica (sentido horário) costeira (entre 12°S e 16°S), associada a um transporte de 2 Sv. O transporte da CB nessas latitudes foi estimado em 6 Sv (Tabela 5-1).

⁵ cálculo que leva em consideração o estado de equilíbrio dinâmico (não-estático) associado ao balanço entre as forças de Coriolis (decorrente do movimento de rotação do planeta) e do gradiente de pressão.

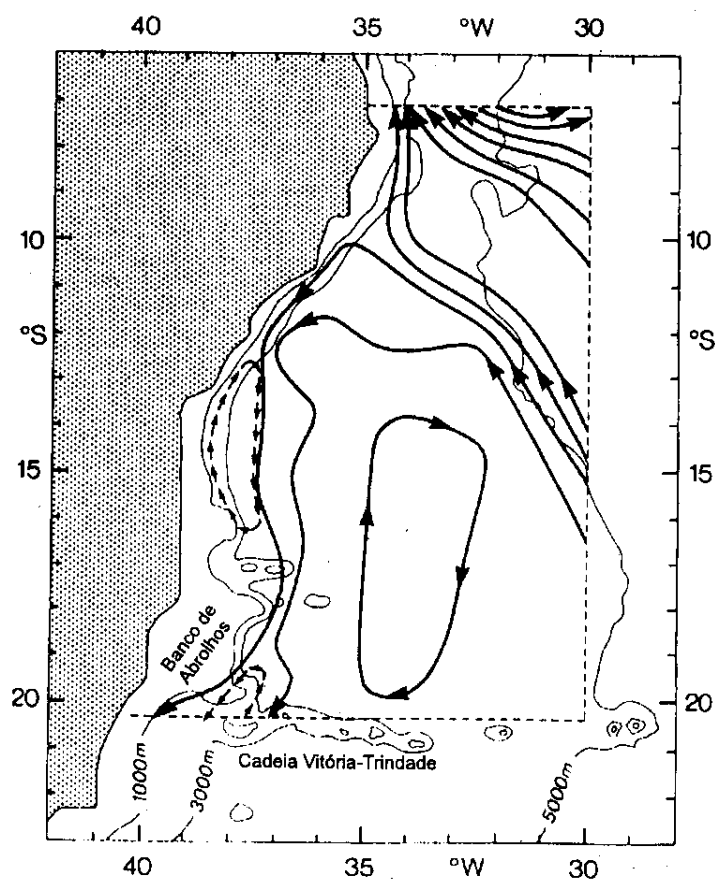


Figura 5-8: Representação esquemática da região de origem da Corrente do Brasil, baseada em seções históricas do WODC. Cada linha sólida representa um transporte de 2 Sv. De acordo com Stramma *et al.* (1990).

Os resultados de Stramma *et al.* (1990), apesar de sua relevância, apresentam uma série de limitações. A primeira delas é o fato do conjunto de dados utilizado ser não-sinótico e consistir de radiais oceanográficas históricas de diferentes épocas do ano, de anos distintos e métodos de amostragem diferentes (mas principalmente de dados de garrafas de Nansen).

Nas proximidades da origem da CB, a bifurcação da CSE ocorre nas camadas superficiais e é, certamente, influenciada pelo ciclo sazonal da Alta Subtropical do Atlântico Sul. O uso de dados não-sinóticos pode introduzir tendência (“bias”) nos padrões de escoamento. Outra limitação é aquela inerente ao método dinâmico⁶ de cálculo de correntes geostróficas, ou seja, a arbitrariedade na escolha de um nível de referência. Stramma *et al.* (1990) adotaram uma superfície isopical,

⁶ método clássico, desenvolvido por Sanstrom e Helland-Hansen (1903) o qual permite inferir valores de velocidades baroclínicas a partir da suposição de geostrofia. O método, que fornece velocidades relativas a um nível de referência arbitrário, é ainda o método que provê o maior conhecimento a cerca a estrutura de velocidades no oceano mundial.

correspondente a $27,05 \text{ kg m}^{-3}$, variando entre 410 e 630 metros na área de investigação. Tal superfície isopical pode ser por demais profunda para representar a CB ao norte de 19° S .

Tabela 5-1: Estimativas de Transporte de Volume e Velocidade Máxima da Corrente do Brasil, entre 15° S e 23° S . Atualização e adaptação da original de Silveira *et al.* (2000).

Latitude (S)	Profundidade de Referência (m)	Transporte de volume ($10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$)	Velocidade Máxima (ms^{-1})	Referência Bibliográfica
$15^\circ\text{-}13^\circ$	390-510	4,1	0,31	Stramma <i>et al.</i> (1990)
15°	470-530	6,0	0,16	Stramma <i>et al.</i> (1990)
19°	500	6,5	0,72	Miranda e Castro (1981)
19°	500	5,3	0,50	Evans <i>et al.</i> (1983)
$19^\circ 25'$	470-640	5,7	0,19	Stramma <i>et al.</i> (1990)
$20^\circ 30'$	590-630	1,6	0,24	Stramma <i>et al.</i> (1990)
$20^\circ 28'$	500/1000	3,8/6,8	0,52	Evans <i>et al.</i> (1983)
$21^\circ 40'$	500	4,4	0,61	Evans <i>et al.</i> (1983)
22°	500-1300	5,2	0,19	Signorini (1978)
$22,5^\circ$	Baroclínica ⁷ absoluta	5,5	-	Lima (1997)
23°	500-1300	4,4	0,52	Signorini (1978)
23°	550	2,2/2,7	0,49	Miranda e Castro (1979)
23°	Pegasus	11	0,50	Evans e Signorini (1985)
23°	Pegasus	6	0,70	Garfield (1990)
23°	600/1300	10,1/10,9	-	Stramma (1989)
23°	Pegasus	5,6	0,5	Silveira <i>et al.</i> (2004)
23°	Baroclínica absoluta	7,0	0,78	Silveira <i>et al.</i> (2004)

⁷ relativa à estrutura de densidade da coluna de água; associada à inclinação de superfícies de mesma densidade relativamente às superfícies de mesma pressão.

A fim de voltar a abordar a questão da origem da CB através de dados hidrográficos⁸, mas evitando as limitações em termos de não-sinopticidade e escolhas arbitrárias de nível de referência, De Paula *et al.* (2004) utilizaram dados de cruzeiro hidrográfico sinótico e modelagem numérica diagnóstica tridimensional. O conjunto de dados é oriundo do Cruzeiro Oceano Leste I, realizado pela Marinha do Brasil, na primavera de 2001. O modelo aplicado foi o *Princeton Ocean Model* (POM). Os resultados, que segundo os autores ainda são preliminares, revelam o que talvez seja a primeira distribuição quase-sinótica da formação da CB (Figura 5-9).

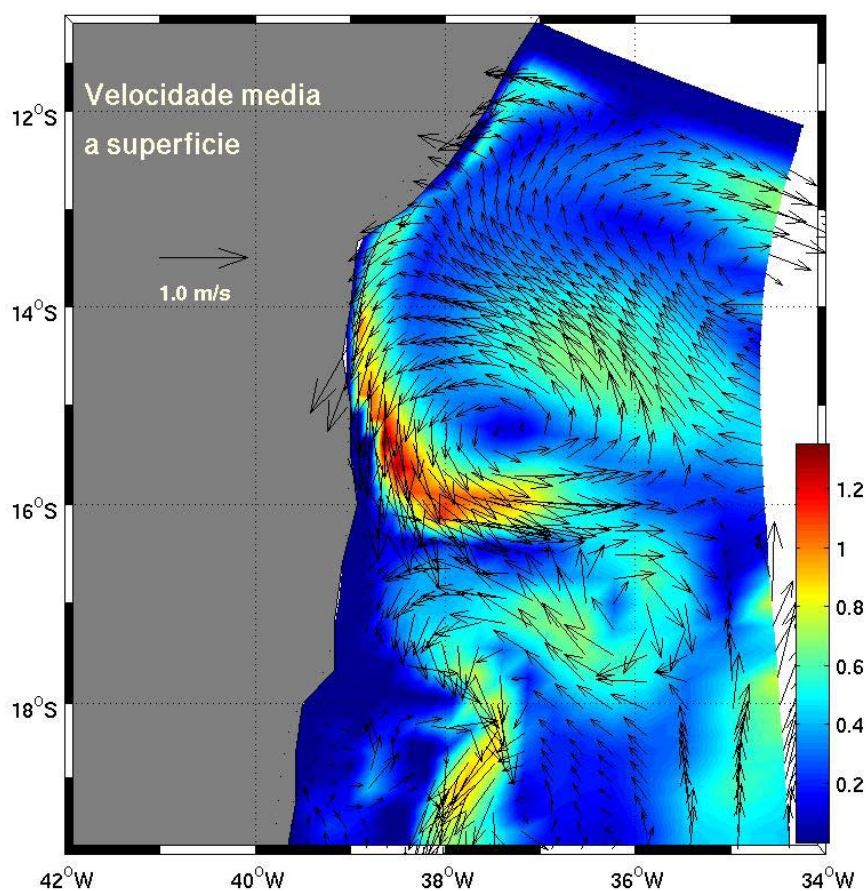


Figura 5-9: Distribuição de velocidades em superfície obtidas por simulação numérica a partir de condições iniciais utilizando campos de temperatura e salinidade obtidos durante o Cruzeiro Oceano Leste I (novembro-dezembro de 2001). De acordo com de Paula *et al.* (2004).

⁸ Dados que consideram a medição/perfilagem das propriedades termodinâmicas básicas da água do mar: temperatura, salinidade e pressão.

Os resultados de de Paula *et al.* (2004), mostram um padrão semelhante ao da Figura 5-8. Entretanto, a CSE adentra o meridiano de 34° W próximo ao paralelo de 15° S. Há evidência de estrutura ciclônica nos dados, centrada em 17° S e provavelmente associada à tentativa da CB conservar momento angular ao contornar o Banco Royal Charlotte. Por se tratarem de dados sinóticos, os valores de velocidade são altos e atingem 1,2 m s⁻¹.

De acordo com Miranda e Castro (1981), em 19° S, a CB permanece como uma corrente estreita (≈ 75 km de largura) e rasa. O transporte (relativamente à superfície isanostérica de 130 cl ton⁻¹, ou ≈ 500 m) é de 5,5 Sv e sua velocidade de superfície ultrapassa 0,70 m s⁻¹. Mais de 50% do transporte de volume da CB se encontra confinado aos primeiros 200 m de profundidade.

A fim de comparar seus resultados numéricos com as estimativas geostróficas de Miranda e Castro (1981), de Paula *et al.* (2004) apresentam uma seção vertical em cerca de 19,5° S da velocidade baroclínica gerada numericamente. A distribuição vertical de velocidade é apresentada na Figura 5-10.

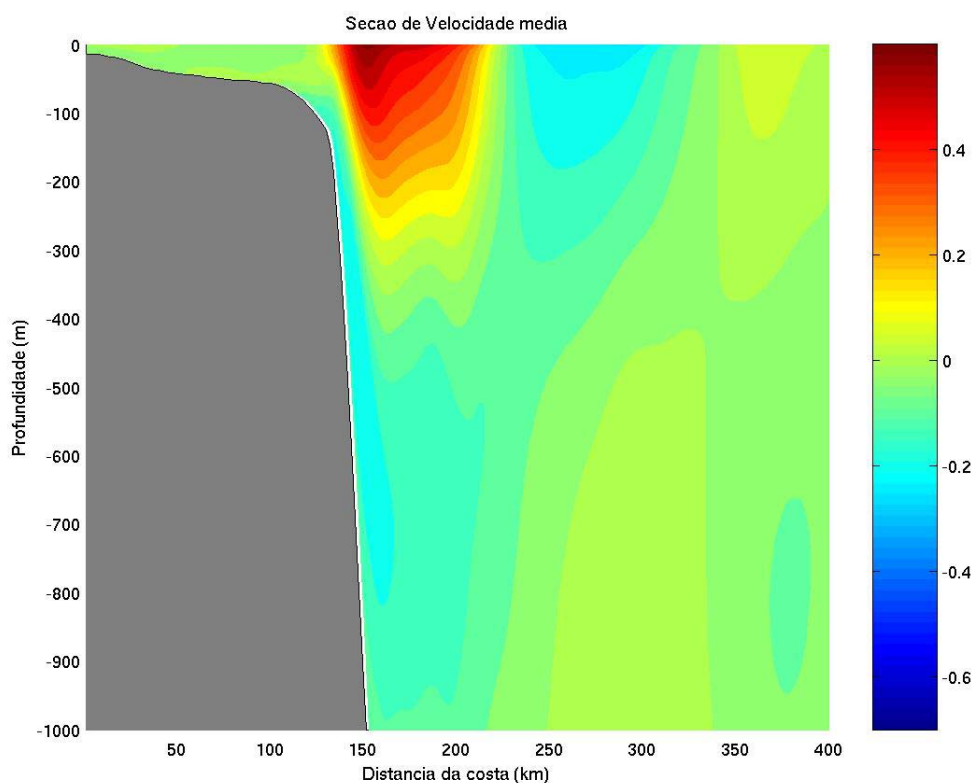


Figura 5-10: Seção vertical de velocidade baroclínica em 19,5° S, obtidas por simulação numérica a partir de condições iniciais utilizando campos de temperatura e salinidade obtidos durante o Cruzeiro Oceano Leste I (novembro-dezembro de 2001). De acordo com de Paula *et al.* (2004). Valores em m s⁻¹.

A CB, de acordo com de Paula *et al.* (2004), se apresenta como uma corrente com velocidades máximas em superfície de mais de $0,5 \text{ m s}^{-1}$ a esta latitude, extensão vertical de mais de 400 m e transporte de cerca 6 Sv. Caso o padrão de velocidade obtido por De Paula *et al.* (2004) seja uma boa representação da CB real, vale notarmos que a corrente já transporta ACAS para o sul, ao norte da Cadeia Vitória-Trindade. Isso pode vir a sugerir que ou há grande variabilidade na bifurcação picnoclínica da ACAS ou que o padrão de meso-escala associado a esta feição ainda está severamente sub-amostrado.

A inspeção de trabalhos nas imediações da Cadeia Vitória-Trindade sugere que o conhecimento nessas imediações ainda precisa ser aprimorado. Em $20,5^\circ \text{ S}$, Evans *et al.* (1983), através de dados batitermométricos e hidrográficos, mostraram que a corrente fluiu continuamente através da passagem mais próxima à costa (Figura 5-11).

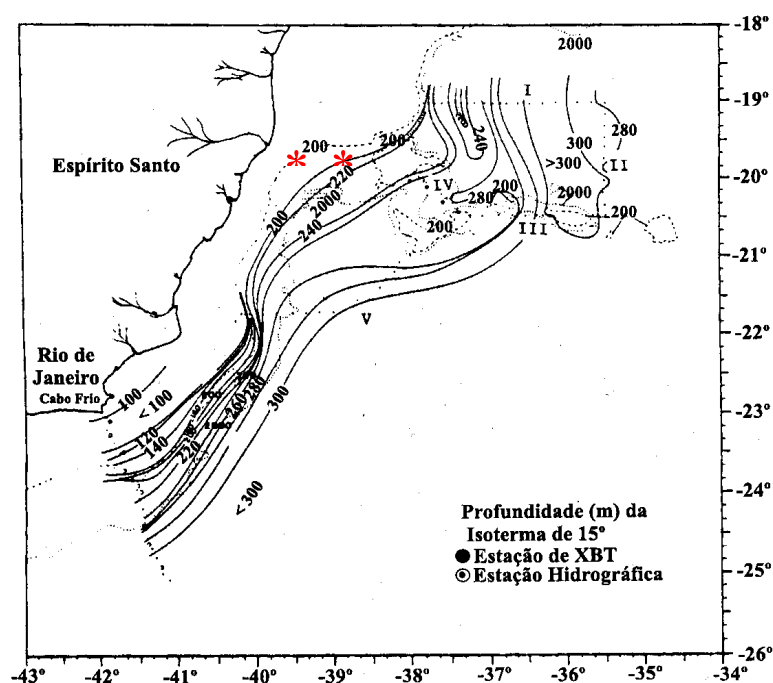


Figura 5-11: Profundidade da isoterma de 15°C na região da Cadeia Vitória-Trindade em abril de 1983. A região de gradiente térmico indica a assinatura baroclínica da frente da Corrente do Brasil. Os asteriscos vermelhos foram editados e indicam estações Pegasus realizadas pelo mesmo grupo de cientistas. De acordo com Evans *et al.* (1983).

Para tanto, consideraram a análise da variação espacial da isoterma de 15°C , imersa na picnoclina e, portanto, na ACAS. O mapa obtido na Figura 5-11 revela que o padrão não é claro ao norte da cadeia, mas a continuidade destes por toda região amostrada sugere que esta porção da coluna de água flui para o sul como parte da CB. Os transportes geostróficos obtidos eram de aproximadamente 4 Sv (8 Sv), relativamente ao nível de 500 db (1.000 db).

Evans e Signorini (1985) realizaram medições diretas de velocidade com o perfilador Pegasus entre as passagens leste e oeste da cadeia. Entretanto, no artigo original dos autores, apenas menção aos valores de velocidade de superfície, em 800 m e 1.800 m foi feita. Por se tratarem das únicas medições diretas na área e por dispormos deste conjunto de dados, apresentamos os perfis de velocidade zonal, meridional e temperatura na Figura 5-12 para a passagem oeste (mais à esquerda). Na Figura 5-13, mostramos a rosa de correntes, onde os valores de temperatura (Figura 5-12, direita) foram utilizados para separar as velocidades nas diferentes massas de água.

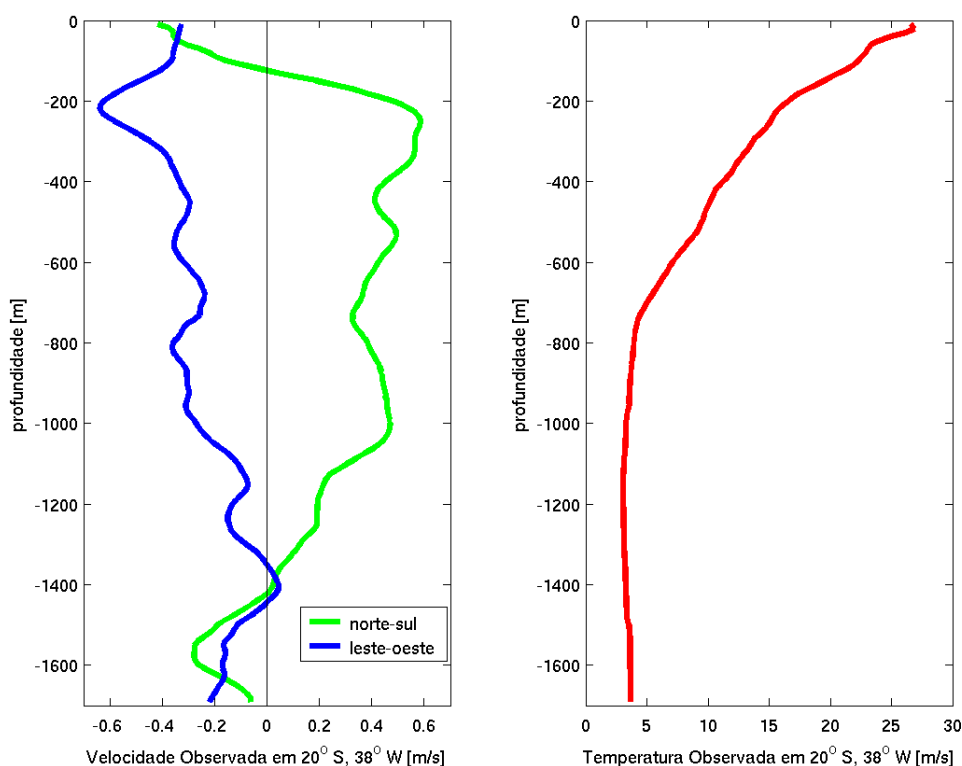


Figura 5-12: Perfis da velocidade instantânea e da temperatura obtidos por perfilagem com PEGASUS por Evans e Signorini (1985) em abril de 1982.

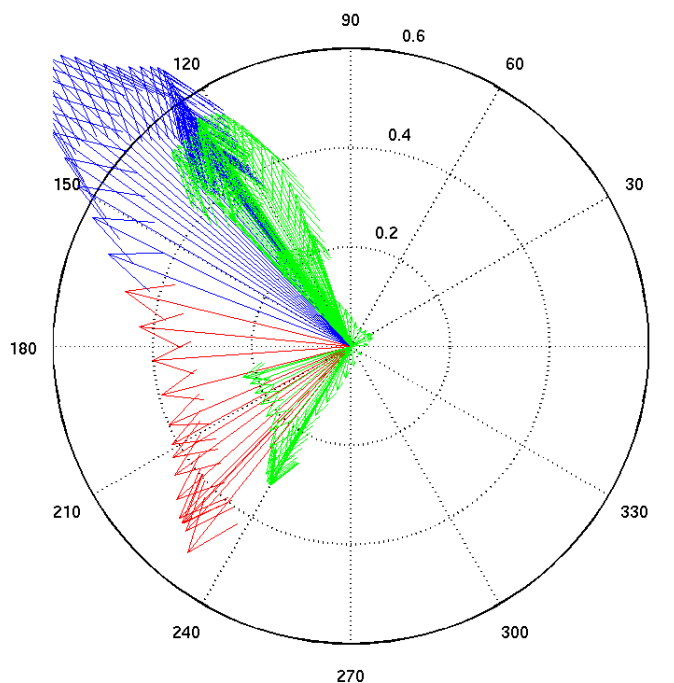


Figura 5-13: Rosa de correntes para as velocidade instantâneas obtidas por perfilagem com PEGASUS por Evans e Signorini (1985) em abril de 1982 na passagem oeste. As diferentes cores das setas indicam as diferentes massas de água, sendo vermelho para a AT, verde para a ACAS e azul para a AIA/APAN.

A observação da Figura 5-12 e da Figura 5-13 revela que, pelo menos para este lançamento do PEGASUS realizado em abril de 1982, a CB flui dominante para sudoeste e transporta essencialmente AT. As maiores velocidades se encontram em nível picnoclínico (ACAS) e intermediário (AIA), onde a corrente é predominantemente para noroeste.

De acordo com as definições clássicas, e pela coluna de água de 1.700 m de extensão vertical, não detectamos claramente o sinal da APAN. A ausência do perfil de salinidade não permite adequada separação entre AIA (limite inferior) e APAN (limite superior). Entretanto, os valores de velocidade para sudoeste em verde (Figura 5-13) podem representar a assinatura da CCP. Adicionalmente, os valores mais baixos em superfície, quando comparados aos da região da ACAS, pode indicar que o núcleo da CB estava mais à esquerda da perfilagem, em situação similar à exibida na Figura 5-11.

Em 22,5° S, ao sul do Cabo de São Tomé e ao largo da Bacia de Campos, a estrutura vertical da CB foi inicialmente descrita por Evans e Signorini (1983) e, mais recentemente, por Lima (1997) e Silveira *et al.* (2004). Esta se apresenta como um escoamento organizado, fluindo com eixo de máxima velocidade centrado na isóbata de 1.000 m. As velocidades máximas são da ordem 0,50 m s⁻¹ e a inversão de fluxo associada ao cisalhamento imposto pela CCI (em níveis intermediários) ocorre entre 300 e 400 m (Figura 18). Em termos de transporte de volume, Evans e Signorini (1983) estimaram valores da ordem de 6 Sv para o fluxo acima da CCI. Como acreditavam que nem toda a extensão lateral da corrente havia sido medida, especularam que mais 6 Sv poderiam se encontrar sobre a plataforma continental.

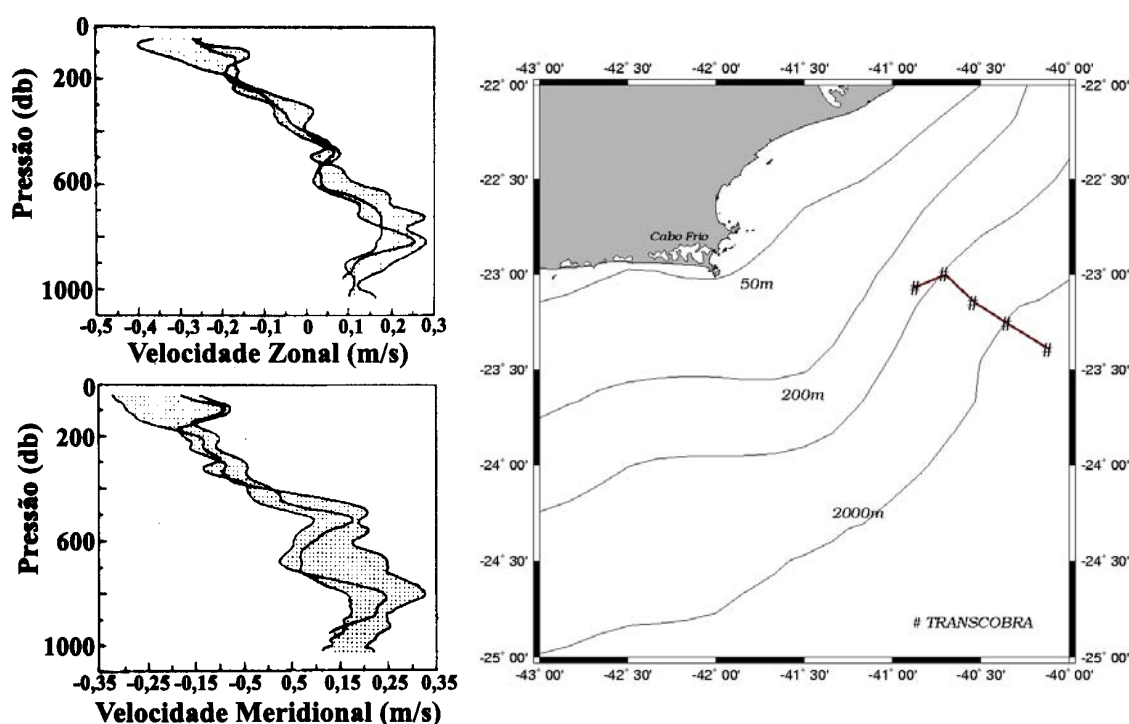


Figura 5-14: Componentes observadas zonal (painel superior esquerdo) e meridional (painel inferior esquerdo) em três lançamentos do perfilador PEGASUS na Bacia de Campos, ao longo de uma semana. O painel da direita mostra a localidade das estações realizadas. De acordo com Evans e Signorini (1985).

Uma nova análise das perfilagens PEGASUS de Evans & Signorini (1985), conduzida por Silveira *et al.* (2004), teve como intuito a determinação do grau de baroclinicidade do Sistema CB-CCI. Para tanto, foram mapeadas seções de velocidades utilizando interpoladores ótimos (análise objetiva) nos cinco perfis de correntes PEGASUS. Cálculos dos transportes, tanto da CB como da CCI, foram também realizados para a seção TRANSCOBRA (Figura 5-15).

Estes autores também removeram a componente barotrópica⁹ e avaliaram a componente baroclínica da velocidade. O objetivo de tal cálculo é verificar o quanto confiáveis na região seriam estimativas de velocidade e transporte de correntes a partir de dados hidrográficos, ou seja, a partir de cálculo geostrofico, bem como otimizar futuras escolhas de profundidade de referências.

Os resultados de Silveira *et al.* (2004) revelam que o transporte total da CB (relativamente à isotaca de $0,02 \text{ m s}^{-1}$) é de cerca de 5.6 Sv, enquanto o da CCI é 3.8 Sv. Já o transporte baroclínico de ambas CB-CCI é de cerca de 4.5 Sv. Assim, a assinatura baroclínica do sistema responde por 80% do transporte total observado. O resultado do campo baroclínico ainda confirma que o nível de inversão de velocidades a ser adotado para região deva se situar nas proximidades dos 400 m e que o núcleo da CCI se encontra entre 800 -1.000 m.

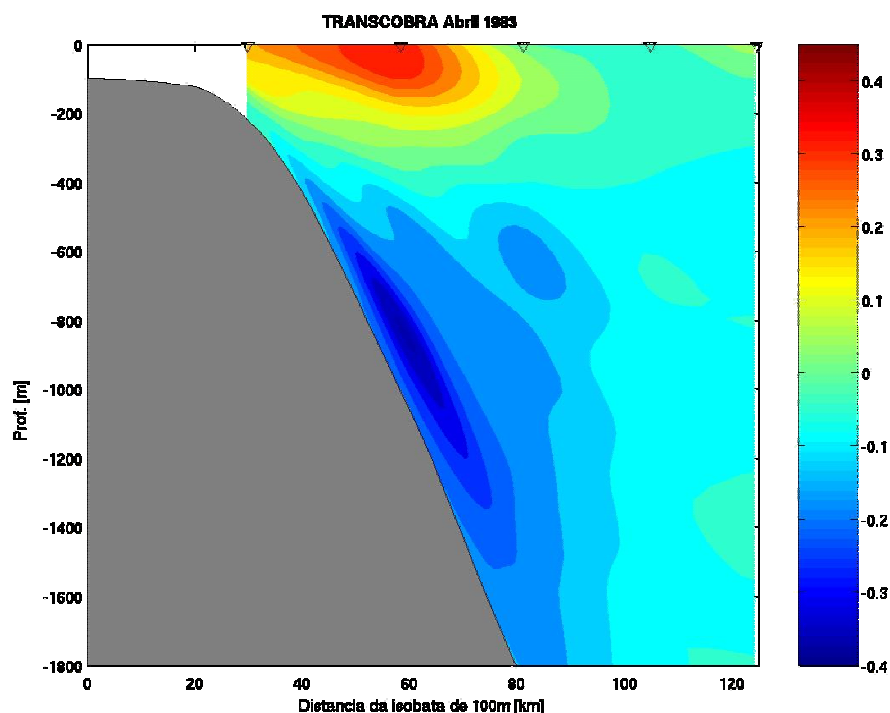


Figura 5-15: Seção de velocidade meridional mapeada objetivamente a partir das perfilagens de Evans e Signorini (1983). De acordo com Silveira *et al.* (2004). Valores em m s^{-1} .

⁹ relativa à estrutura de densidade média da coluna de água; superfícies de mesma densidade são paralelas às superfícies de mesma densidade.

Dado o grau de baroclinicidade da CB na Bacia de Campos, Silveira *et al.* (2004) propuseram a utilização rotineira da versão seccional do POM para, a partir de perfilagens hidrográficas obter velocidades baroclínicas absolutas. Com o uso do modelo, o problema do nível de referência, inerente ao Método Dinâmico é removido, visto que o gradiente de pressão baroclínico é calculado numericamente. Estes autores, então, testaram o procedimento para seções hidrográficas originais realizadas em julho de 2001. O resultado é apresentado na Figura 5-16. Para tal configuração de escoamento, o transporte da CB encontrado foi de 6-7 Sv tanto para a CB quanto para a CCI.

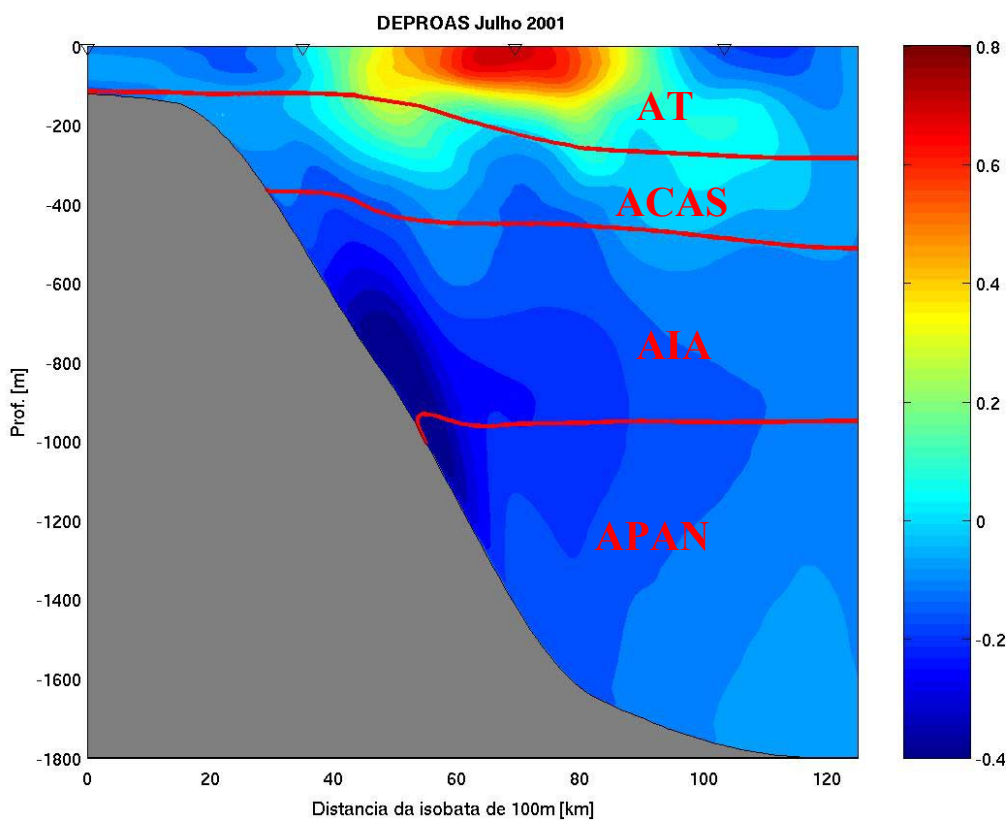


Figura 5-16: Seção de velocidade meridional modelada numericamente a partir das perfilagens de temperatura e salinidade em julho de 2001. De acordo com Silveira *et al.* (2004). Valores em $m s^{-1}$.

5.3.1. Fenômenos de Meso-Escala associados à Corrente do Brasil

A CB talvez seja a única corrente de contorno oeste subtropical do oceano mundial a desenvolver grandes e vigorosos meandros enquanto ainda flui sobre a margem continental. Esses meandros ocasionalmente se fecham em vórtices e, em sua maioria, são reabsorvidos pelo sistema da corrente.

O fato é que justamente por causa da situação dinâmica de proximidade com o contorno continental, os meandros ciclônicos são mais facilmente observados e são aqueles cujo crescimento e propagação podem ser acompanhados por imagens AVHRR. Em outras palavras, os vórtices ciclônicos encerram água costeira (que tem assinatura térmica mais fria) e seu crescimento se dá do lado oceânico da frente da CB. Já os vórtices anticiclônicos apresentam núcleo de AT e se projetam sobre a plataforma continental. Seu potencial de crescimento é, então, inibido pela presença física da barreira continental. A intensa mistura com as águas costeiras (em coluna de água com pouca profundidade) apaga rapidamente sua identificação por maiores valores de temperatura.

A formação, o desenvolvimento e crescimento dos ciclones são mais comumente observados em três localidades: ao sul do Banco de Abrolhos e nos entornos de Cabo São Tomé (22° S) e Cabo Frio (23° S). É justamente uma revisão das feições vorticais destas três áreas que apresentaremos a seguir.

5.3.1.1. Os Vórtices de São Tomé e Cabo Frio

A primeira descrição do meandramento da CB e dos vórtices associados a este processo na região ao largo do Sudeste brasileiro foi realizada por Mascarenhas *et al.* (1971). Os autores descreveram a presença de estruturas vorticais, tanto ciclônicas como anticiclônicas, na região ao largo de Cabo Frio, a partir de mapas de topografia dinâmica (calculados a partir de dados hidrográficos de garrafa). Em algumas das distribuições desta quantidade, observaram um padrão tal como o de uma onda de vortacidade, com a presença de anticiclones sucedendo ciclones. Os autores comentam que parte deste meandramento atinge regiões interiores à plataforma continental. Mascarenhas *et al.* (1971) também especulam que feições topográficas da região favoreceriam o meandramento e geração de vórtices pela CB nesta região.

Signorini (1978) retoma o tema do meandramento da CB, discutindo a circulação entre o Cabo de São Tomé e a Baía de Guanabara. Este autor analisou a estrutura de um vórtice anticiclônico em sua análise dinâmica de dados hidrográficos, ligeiramente ao norte de Cabo Frio (Figura 5-17). O vórtice, com cerca de 100 km de raio, localizava-se em água profunda (> 1000 m) com extensão vertical de cerca aproximadamente 500 m.

Garfield (1990), através de análise de séries temporais da posição das frentes térmicas (obtidas por AVHRR), identifica como duas as áreas de maior recorrência e maior variância de suas séries: os arredores oceânicos dos Cabos São Tomé e Cabo Frio.

Campos *et al.* (1995) discute os aspectos dinâmicos que causariam o meandramento da CB. Estes autores atribuem a ocorrência de meandros e vórtices à mudança de orientação da costa e ao gradiente da topografia de fundo (plataforma estreita e abrupta ao norte de Cabo Frio e mais extensa e suave na Bacia de Santos). Segundo eles, pode-se esperar que a CB, fluindo ao longo da

quebra de plataforma, dirija-se por inércia às águas mais profundas na latitude de Cabo Frio, devido à mudança de direção da linha de costa. Por argumentos de conservação de vorticidade, espera-se que a CB meandre ciclonicamente e se comporte como uma onda de Rossby topográfica dentro da Bacia de Santos.

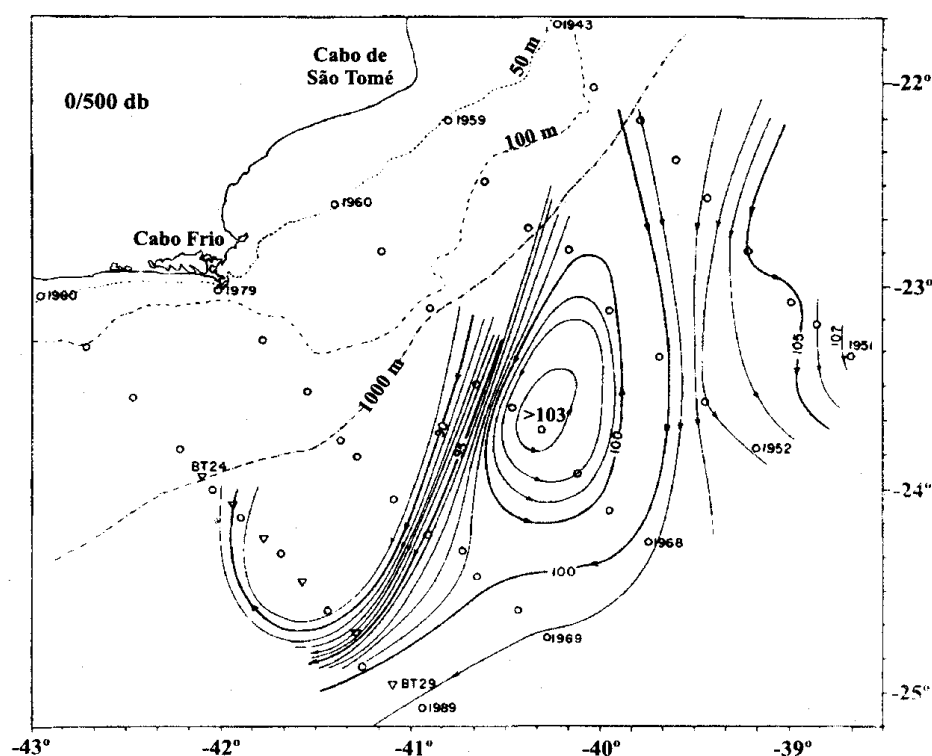


Figura 5-17: Topografia dinâmica (em cm dinâmicos) relativamente a 500 db. De acordo com Signorini (1978).

O modelo conceitual de Campos *et al.* (1995), no entanto, não explica o crescimento mais frequente do vórtice ciclônico de Cabo São Tomé. Este é exatamente o cenário apresentado na imagem AVHRR apresentada por Gaeta *et al.* (1999) e mostrada na Figura 5-18. Nesta imagem termal, é evidente a grande amplitude do meandro ciclônico, caracterizado por intenso contraste térmico. Seu núcleo contém Água Costeira (AC) mais fria e exibida em tons amarelados. Já a frente térmica da CB, marcada pelo contraste entre tons amarelados da AC e os avermelhados da mais quente AT, parece se dobrar e querer isolar a estrutura vortical.

Trata-se, portanto, de um vórtice frontal¹⁰. Caso o processo de “estrangulamento” do ciclone se complete, este levará à formação de um anel vortical (ou vórtice isolado). Infelizmente, uma vez isolado, o anel perde seu suprimento de AC e sua assinatura termal de superfície é rapidamente

¹⁰ vórtice resultado do dobramento e isolamento do eixo ou frente de uma corrente oceânica sobre ela mesma.



SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL MARINHO DOS ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO CORUMBAU POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO

erodida pela forte incidência de radiação solar. O vórtice continua a existir em subsuperfície, mas não mais pode ser rastreado pelo sensor AVHRR do satélite.

É justamente o detalhamento da estrutura vertical dos vórtices frontais e suas assinaturas no campo de densidade os dois pontos que merecem ser destacados e melhor compreendidos. Iniciaremos descrevendo os resultados de Silveira *et al.* (2004) para a região ao largo de Cabo Frio (Figura 5-19).

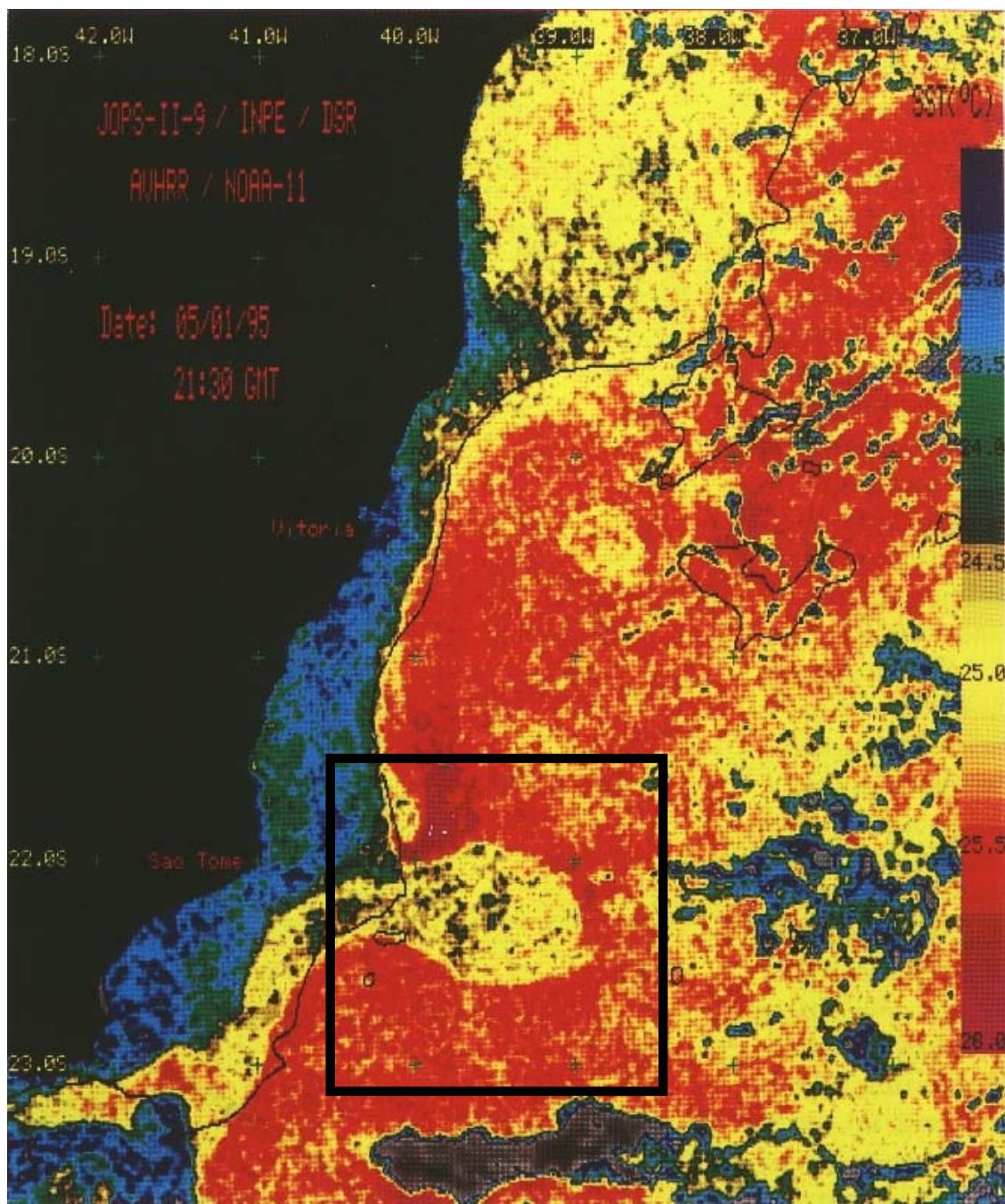


Figura 5-18: Imagem AVHRR da costa leste-sudeste brasileira, exibindo os meandros da Corrente do Brasil, com detalhe para a provável emissão do Vórtice de São Tomé. De acordo com Gaeta *et al.* (1999).

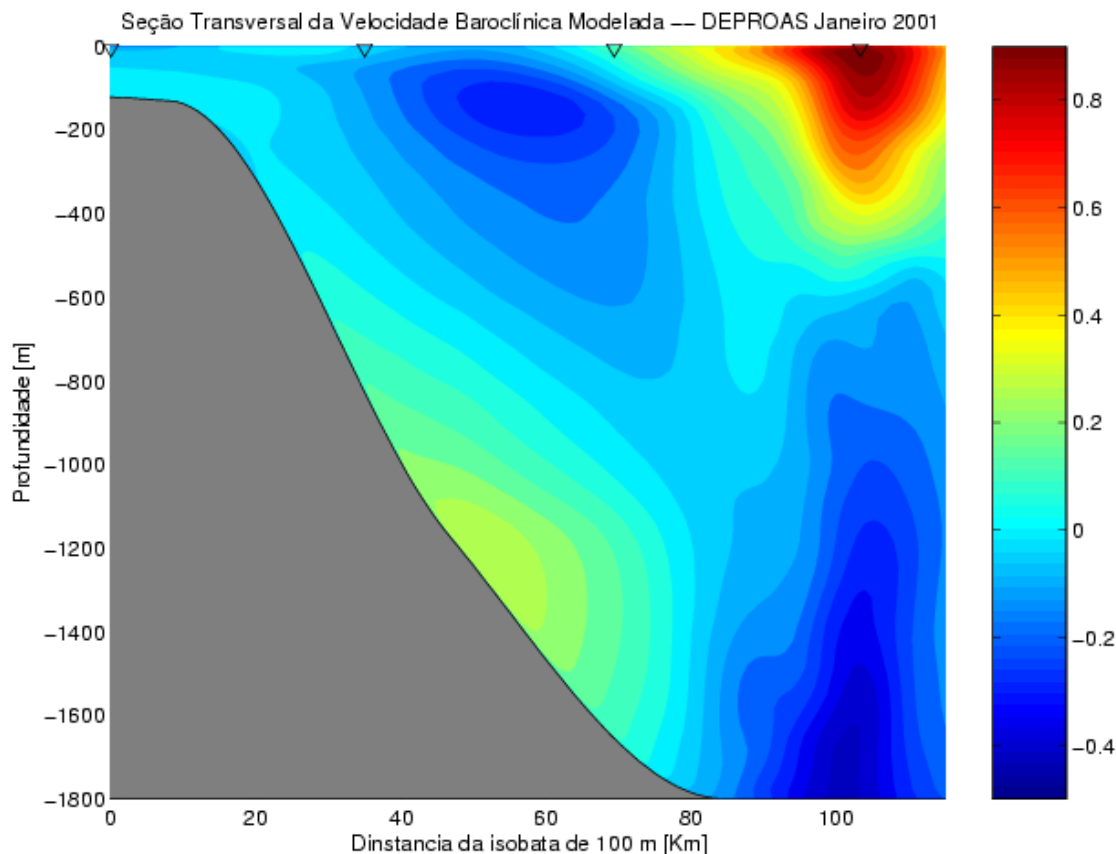


Figura 5-19: Seção de velocidade meridional modelada numericamente a partir das perfilagens de temperatura e salinidade em janeiro de 2001. De acordo com Silveira *et al.* (2004). Valores em $m s^{-1}$.

A seção de velocidades baroclínicas na Figura 5-19 exibe um padrão de correntes como que em duas camadas, onde a camada superior é associada à CB e tem giro ciclônico. Já na camada inferior, domínio da CCI, o giro é anticiclônico. Tal estrutura é comumente referida na literatura como vórtice “de primeiro modo baroclínico”. São as estruturas de velocidade quase-simétricas e de sentido opostos num mesmo nível de profundidade que conferem o caráter frontal ao vórtice.

Devemos enfatizar que o método empregado por Silveira *et al.* (2004) permite apenas determinar a velocidade associada à variação espacial do campo de densidade (ou como dito acima, a componente baroclínica da circulação). Com a inclusão da parte barotrópica (associada ao valor médio da velocidade ao longo de toda coluna de água), a inversão de velocidade se dá apenas na porção da CB no lado costeiro da estrutura.

Podemos detalhar a relação entre velocidade e campo de densidade, invocando o balanço quase-geostrófico destas estruturas. A resposta no campo de densidade, na região associada à CB (primeiros 500 m), pode ser visualizada na Figura 5-20. Nesta, apresentamos as distribuições verticais de densidade exatamente correspondentes aos campos de velocidade apresentados na Figura 5-16 e na Figura 5-19.

No painel superior da Figura 5-20, notamos que há uma região oceânica onde as isopícnais afundam abruptamente. Este degrau ou gradiente horizontal de densidade é relacionado a pressões baroclínicas distintas a leste e a oeste da feição. É esse gradiente, que quando quase-balanceado pela força de Coriolis explica a presença da CB. O eixo da CB está, portanto, centrado nesse máximo gradiente horizontal de densidade e, por conseguinte, no máximo gradiente de pressão baroclínica.

Já na situação de um vórtice ciclônico, como exibido na Figura 5-19, máximos e mínimos de pressão baroclínica têm de se suceder para que o ajustamento geostrófico de correntes de sentido oposto seja possível. A inspeção do painel inferior da Figura 5-20 mostra isso, onde máximos relativos de pressão baroclínica circundam um mínimo de pressão.

Notemos que, na região do mínimo relativo de pressão, a picnoclina é soerguida relativamente às bordas. Como maior densidade implica em menor temperatura, pela equação de estado da água do mar, justificamos o chamado núcleo frio dos vórtices ciclônicos. É importante ressaltar que, no entanto, o sinal de baixa temperatura detectado pelas imagens AVHRR não é resultado do afloramento da picnoclina oceânica. Mas, conforme já descrito, ocorrente devido à advecção horizontal de AC.

5.3.1.2. O Vórtice de Vitória

Dos vórtices associados ao meandramento da CB, o chamado Vórtice Vitória é aquele encontrado na área de estudo ($20^{\circ} - 21^{\circ}$ S). Esta estrutura vortical ciclônica foi primeiramente descrita por Schmid *et al.* (1995) durante o cruzeiro do N.Oc. Meteor de outono de 1991, como parte do programa World Ocean Circulation Experiment – WOCE.

Schmid *et al.* (1995) identificaram o vórtice a partir da análise de dados hidrográficos, de derivadores de superfície e imagens AVHRR (vide Figura 5-21).

Localizado ao sul do Banco de Abrolhos, a estrutura pôde ser rastreada por 55 dias pelos derivadores¹¹, cujas velas se situaram a 100 m de profundidade. Tal persistência levou os autores a sugerir que o Vórtice de Vitória pudesse ser uma estrutura quase-permanente.

¹¹ bóias de deriva cuja variação espacial (suas trajetórias) no tempo fornecem informações a cerca do padrão de correntes.

A caracterização original da estrutura vertical do Vórtice de Vitória foi realizada por Schmid *et al.* (1995) em termos de cálculo dinâmico tradicional considerando um nível de referência de 1.200 db. O resultado, apresentado na Figura 5-22, mostra um vórtice assimétrico onde as velocidades junto ao contorno oeste são positivas, tal qual o Vórtice de Cabo Frio exibido na Figura 5-19.

A extensão vertical apresentada pelos autores possivelmente seja um artefato de uma escolha por demais profunda para o nível de referência¹². Sabemos hoje que a CCI flui na direção oposta à CB (em termos médios) e que consiste num robusto e inequívoco nível de inversão para a área.

Os autores alegaram que preferiram usar o nível de mínimo oxigênio entre AIA e APAN do que a interface ACAS-AIA, pois este último determinava velocidades pouco realísticas para a CCP na região. Certamente, com essa escolha, preservaram a estrutura do vórtice, superestimando, contudo, suas velocidades e transporte.

¹² também chamado de Nível de Movimento Nulo. É um nível, geralmente profundo, a partir do qual a velocidade geostrófica é estimada pelo Método Dinâmico. A velocidade geostrófica está associada ao estado geostrófico de equilíbrio. Possui componentes barotrópica e baroclínica. A componente baroclínica de velocidade é caracterizada por variação vertical (ou seja, com a profundidade) enquanto a barotrópica, é constante com a profundidade.

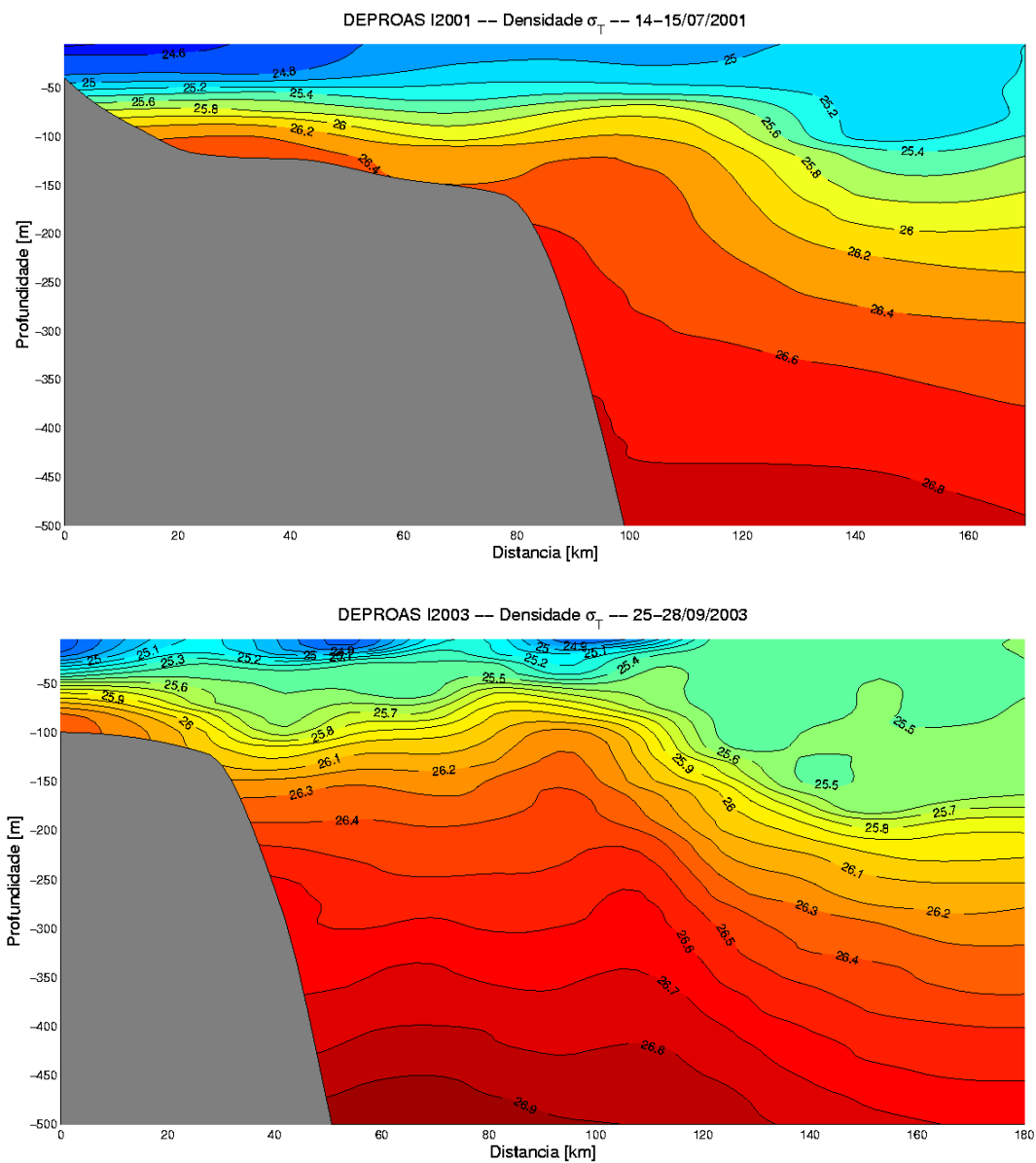


Figura 5-20: Campos de densidade na região de ocorrência da CB para a situação da CB fluindo sem meandrar (superior, vide campo de velocidade da Figura 5-16) e exibindo meandramento ciclônico (inferior, vide campo de velocidade da Figura 5-19).

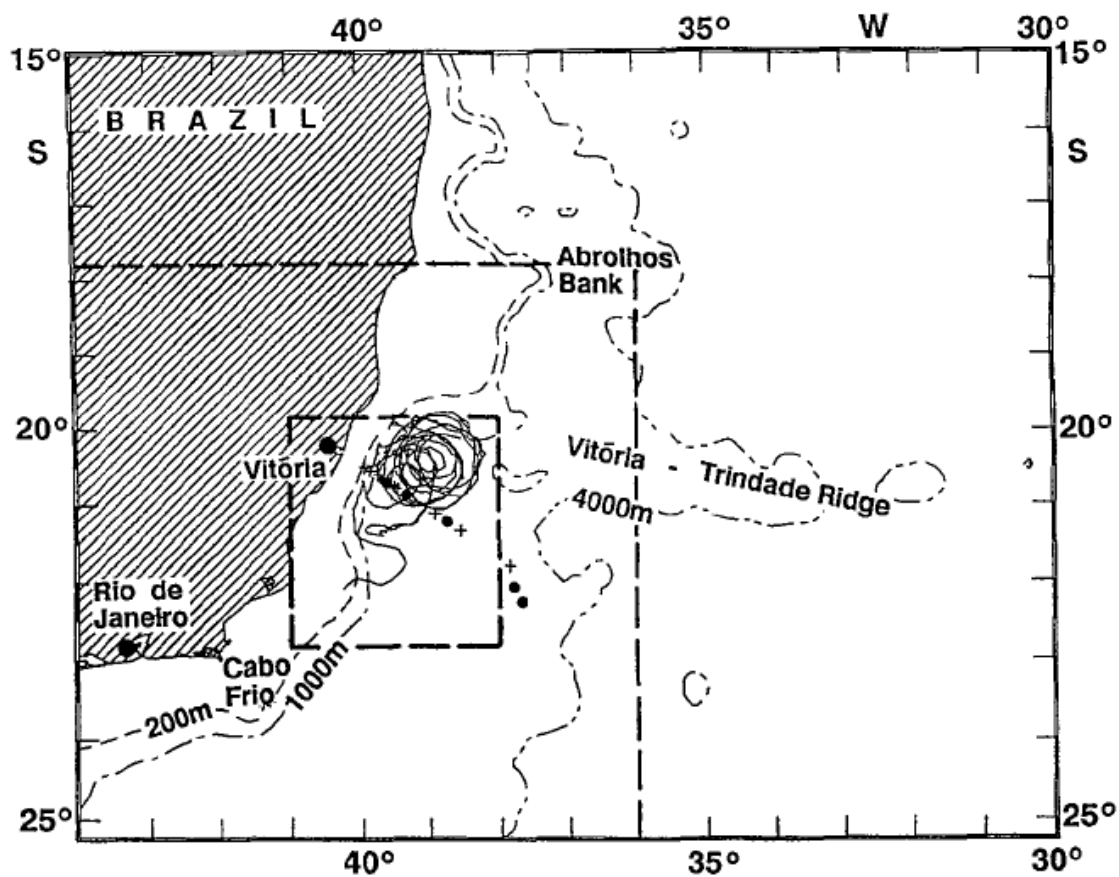


Figura 5-21: Composição dos métodos de amostragem utilizados para identificação do Vórtice de Vitória: círculos e cruzes denotam perfilagens por CTD e XBT durante o cruzeiro 15 do N.Oc. Meteor; e as trajetórias dos 10 derivadores lançados. De acordo com Schmid *et al.* (1995).

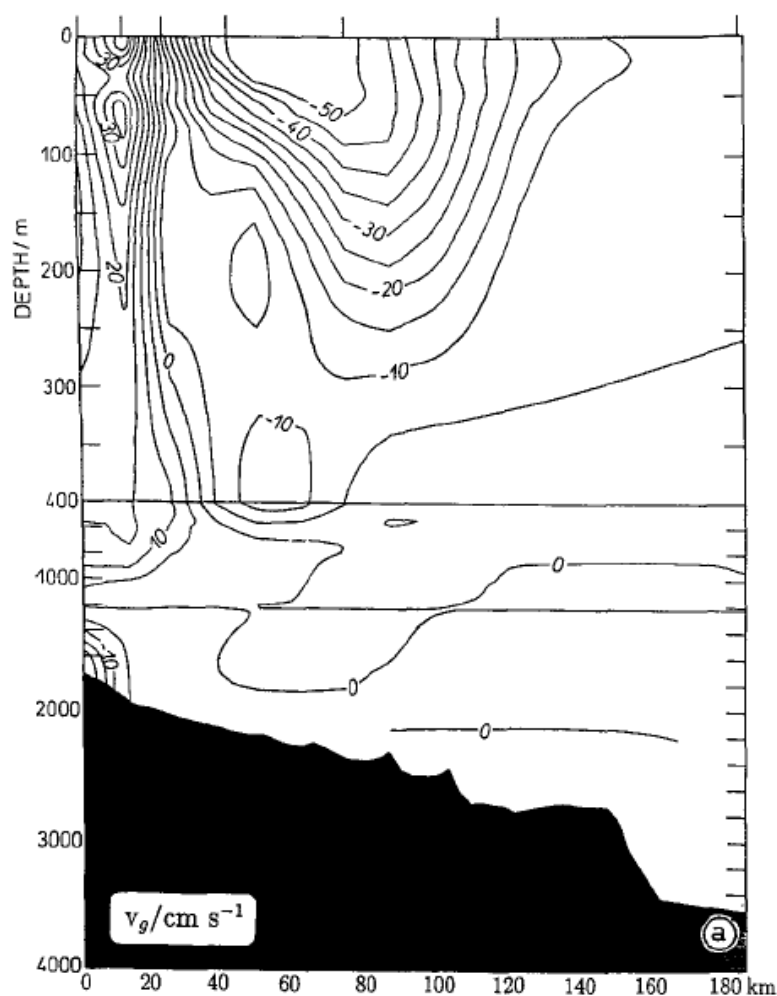


Figura 5-22: Velocidades geostróficas relativas a 1200 db. De acordo com Schmid *et al.* (1995). Valores em cm s^{-1} .

Os dados de derivadores, apresentados na Figura 5-23, foram utilizados para estimativa da velocidade de translação e rotação do Vórtice de Vitória por Schmid *et al.* (1995). Em termos de rotação, os valores da velocidade se situaram entre $0,31$ e $0,46 \text{ m s}^{-1}$ em torno de uma estrutura anelar de cerca de 50 km de raio. As trajetórias individuais revelam movimentos de translação lentos, da ordem de $0,05 \text{ m s}^{-1}$ em magnitude. Durante o período de análise, o movimento chegou a ocorrer na direção noroeste, portanto, opondo-se ao movimento da CB.

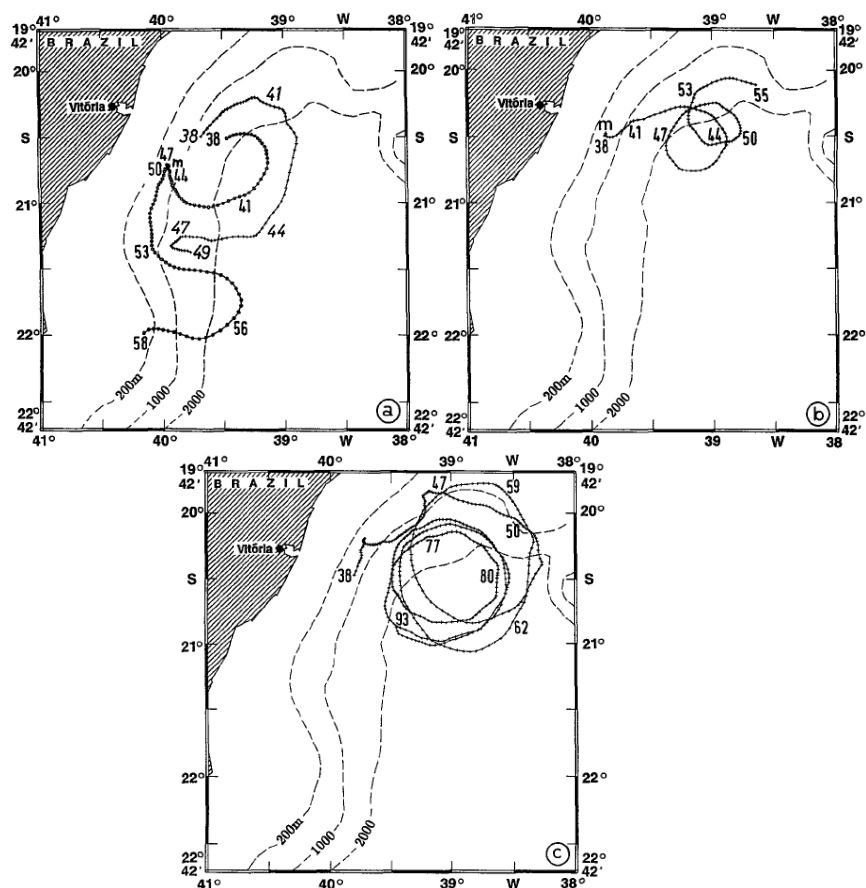


Figura 5-23: Trajetórias dos derivadores denominados # 3 e # 5 (ilustração a – parte superior esquerda), # 7 (ilustração b – parte superior direita) e # 1 (ilustração c – parte inferior) de um total de dez lançamentos. Cada marca na trajetória denota 3h. De acordo com Schmid *et al.* (1995).

A análise combinada de derivadores, hidrografia e imagens AVHRR pelos autores supra-citados elucidam e exemplificam o tema da advecção horizontal da AC em direção ao oceano aberto pelo movimento ciclônico da estrutura do Vórtice de Vitória. A Figura 5-24 exhibe essa combinação, onde a trajetória de um derivador está superposta à imagem AVHRR. A radial hidrográfica, cuja seção vertical de velocidades geostróficas está apresentada na Figura 5-22, também se encontra assinalada na ilustração.

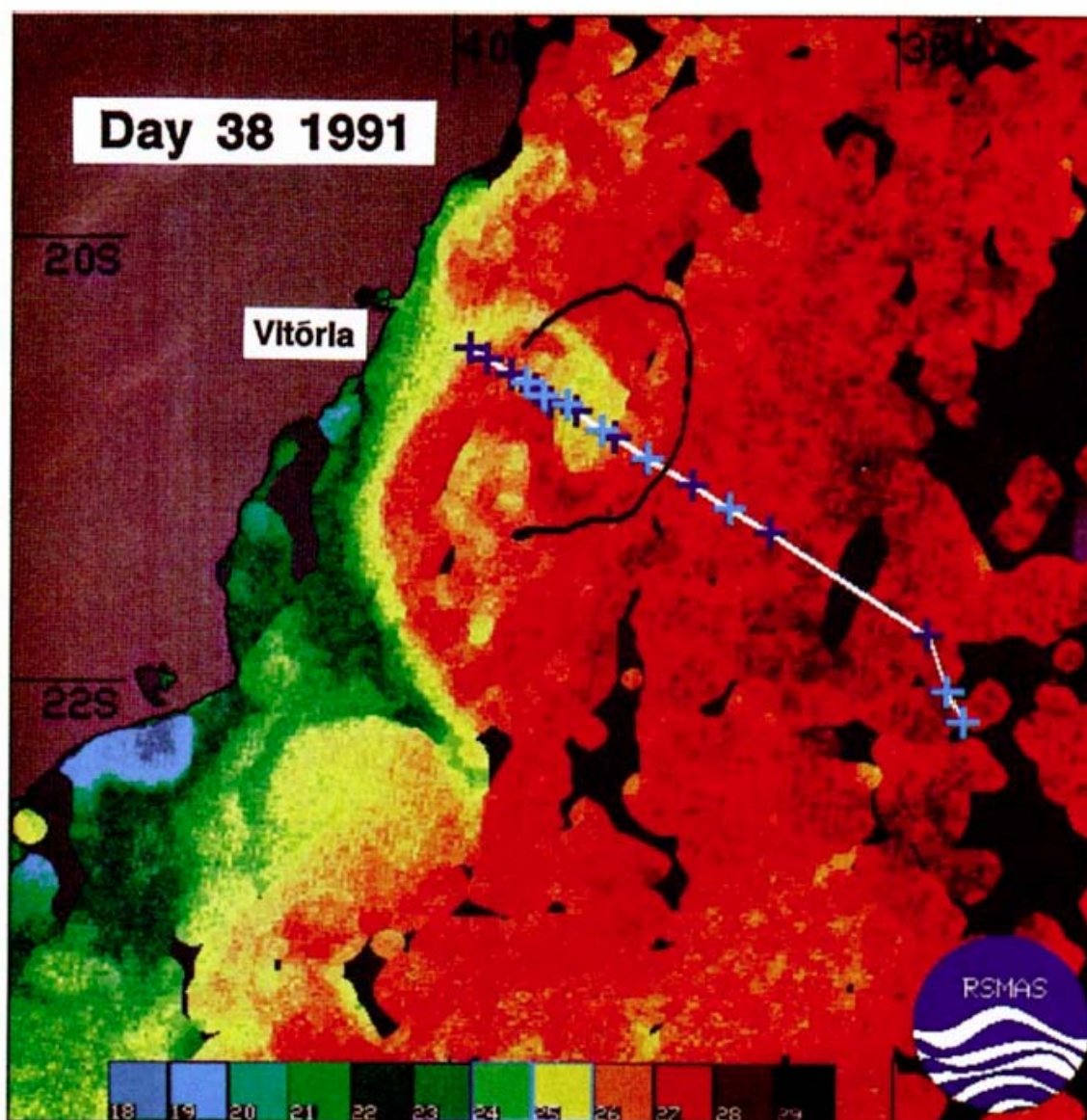


Figura 5-24: Análise combinada entre trajetória de derivador e imagem AVHRR, correspondente ao dia 38 de amostragem pelo derivador # 6. A radial hidrográfica, realizada no início do período se encontra anotada por “x”. De acordo com Schmid *et al.* (1995).

A descoberta do Vórtice de Vitória e a possibilidade deste representar um aporte de água costeira mais rica em nutrientes em porção oceânica tropical banhada pela biologicamente árida AT levou outros autores a tentar determinar o impacto desta estrutura na biota local.

Gaeta *et al.* (1999) utilizaram dados hidrográficos e biológicos do outono de 1995 para determinar a produtividade primária nas circunvizinhanças do Banco de Abrolhos e Vórtice de Vitória. A

Figura 5-25 mostra os campos de temperatura e salinidade obtidos por estes autores. Nestes, o vórtice é identificado pelos mínimos locais de temperatura ($< 27^{\circ}\text{C}$) e de salinidade ($< 36,8$) nos primeiros 25 m de profundidade e centrado em $20,5^{\circ}\text{S}$.

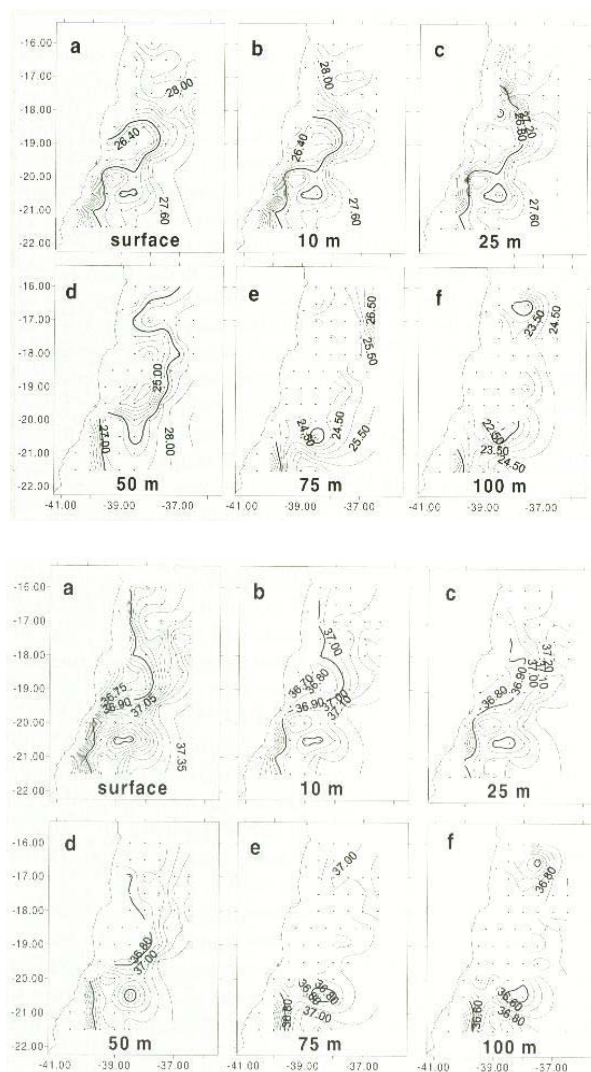


Figura 5-25: Distribuições de temperatura (acima) e salinidade (abaixo) entre 0 e 100 m de profundidade para a região entre 16° e $21,5^{\circ}\text{S}$ durante o Cruzeiro JOPS-II-9 do N.Oc. Vitor Hansen (outono de 1995). De acordo com Gaeta *et al.* (1999).

A análise de Gaeta *et al.* (1999) inclui a determinação da distribuição de nutrientes e produção primária.

A conclusão dos autores foi que, em contra-ponto com a oligotrofia do Banco de Abrolhos, onde a concentração de todos os nutrientes é baixa, as águas do Vórtice de Vitória apresentavam

concentrações cerca de cinco vezes maiores que sobre o banco e foi caracterizado por alta produtividade primária, com máximo em 50 m. Desta forma, Gaeta *et al.* (1999) estabelecem que o Vórtice de Vitória aumenta significativamente a produção fitoplanctônica na região de estudo.

5.4. Aspectos da Oceanografia Física costeira

Embora não seja objeto do escopo principal deste documento, terminamos esta revisão comentando sobre aspectos da oceanografia física costeira para a região entre Ilhéus e Cabo Frio. Para tanto, iniciamos citando Castro (1996), que resume que as correntes sobre a plataforma continental e as oscilações do nível do mar associadas a elas são manifestações da resposta das águas a diferentes forçantes.

Em geral, as forçantes para esses movimentos costeiros podem ser classificadas em duas categorias: (i) as que atuam diretamente na plataforma continental, como o vento e as variações espaciais e temporais de densidade, e (ii) as que são comunicadas desde o talude através da quebra da plataforma, como as marés, gradientes de pressão e trocas de massa.

As escalas temporais e espaciais das forçantes, bem como da resposta das águas da plataforma continental, variam enormemente. Espacialmente, desde microscópicas até centenas de quilômetros e, temporalmente, desde segundos até anos. Os processos com escala temporal variando entre semi-diurna (12 horas) e sazonal (1 ano), entretanto, são determinantes nos mecanismos de transporte de água, organismos e substâncias, dissolvidas ou em suspensão, naturais ou introduzidas pelo homem, na maior parte da plataforma continental. Os movimentos na maior parte da plataforma continental são forçados, em diferentes escalas de tempo, principalmente pelos ventos, pela ação da CB e pelas marés.

Uma revisão detalhada sobre a plataforma continental na região de estudo foi realizada por Castro e Miranda (1998), e é uma sinopse deste trabalho que apresentamos a seguir. Estes autores dividem a plataforma continental brasileira em trechos com características tanto batimétricas como físicas diferentes.

A região de interesse entre 15° e 23° S é referida pelos autores como Setor Abrolhos-Campos. A principal característica fisiográfica deste setor é a óbvia complexidade topográfica associada aos Bancos Royal Charlotte e Abrolhos. A temperatura da água do mar oscila entre 25° e 27° C no verão, e 22 e 24° C no inverno. Assinaturas térmicas tão baixas quanto 14-16° C podem ser encontradas nas vizinhanças dos Cabos São Tomé e Frio, associadas a ressurgência¹³ costeira mais típica do período de verão.

¹³ fenômeno oceanográfico de ascensão de águas de camadas mais profundas, geralmente influenciado por forçantes topográficos, pela vorticidade e pelo deslocamento de massas d'água superficiais decorrentes do transporte de Eckman

As massas de água sobre a plataforma resultam principalmente da mistura de três massas de água: AC, AT e ACAS. Na porção mais interna da plataforma, domina a presença da AC, enquanto na porção mais externa, os processos de mistura entre AT e ACAS são mais intensos. A importância da ACAS no preenchimento da camada de fundo da plataforma aumenta em direção ao sul e está ligada novamente a processos de ressurgência.

O papel da CB está intimamente ligado ao transporte da AT e ACAS. É possível que influencie de forma mais marcante a porção norte do Setor Abrolhos-Campos. Signorini *et al.* (1989) apresentaram evidências que parte significativa do seu fluxo passa através dos canais do Banco de Abrolhos. De fato, a Figura 5-11 parece ilustrar isso. Já no trecho mais sul, tem a CB já coerentemente organizada e fluindo junto à quebra de plataforma. A CB, conforme discutido na seção anterior, pode ajudar a promover ressurgência de quebra de plataforma.

Nas imediações da Bacia de Campos, segundo Castro e Miranda (1998), a variabilidade de correntes é dominada por oscilações sub-inerciais com períodos entre 3 e 15 dias. Contribuições por oscilações de maré são apenas relevantes na variabilidade das correntes normais à orientação da plataforma. Próximo ao Cabo São Tomé, devido à intensa atividade meso-escala, a CB e seus meandros podem ocupar boa parte da plataforma continental. Existem evidências de tal penetração mesmo na plataforma interna.

As correntes costeiras fluem predominantemente para sul no verão e alternam sentido no inverno. O fato da orientação dominante das correntes costeiras ser para o sul-sudoeste durante o verão é uma consequência dos dominantes ventos de NE associados à Alta Subtropical do Atlântico Sul (vide Figura 5-2) nesta estação do ano.

Por outro lado, a incidência de frentes frias no inverno traz à região ventos de SW e invertem o sistema de correntes costeiras durante a passagem destes sistemas meteorológicos. A relação dinâmica entre a ressurgência costeira e a incidência de ventos de NE é estabelecida e conhecida (Ikeda *et al.*, 1974). Já as conexões entre a dinâmica de meso-escala da CB e a ressurgência costeira ainda são motivo de debate na comunidade científica.

5.5. A Sensibilidade Ambiental ao Óleo na Região do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte

Os incidentes de derramamento inevitavelmente acompanham as atividades de petróleo e gás. A magnitude e a relevância dos impactos ambientais destes incidentes possui íntima relação com os seguintes fatores apontados por NOAA (1998), NOAA (2001a) e Patin (1999):

(forçante que, no hemisfério sul e com ventos NE típicos de verão, promove o empilhamento de água no sentido offshore, favorecendo a ascensão de águas de camadas mais profundas, sobretudo ACAS).

- (i) características do óleo derramado;
- (ii) volume e duração do derramamento;
- (iii) condições oceanográficas, meteorológicas e sazonais;
- (iv) tipo de organismos expostos;
- (v) habitat e substrato;
- (vi) localização geográfica;
- (vii) procedimentos de recolhimento e limpeza;
- (viii) proximidade da costa; e,
- (ix) natureza da exposição ao óleo.

O MMA (2002b) e a Resolução CONAMA 293/01, Anexo III, classificam os incidentes de derramamento em três categorias, de acordo com o volume de descarga:

- (i) pequenos derramamentos, até 8 m³;
- (ii) derramamentos médios, de 8 m³ até 200 m³; e,
- (iii) grandes derramamentos, a partir de 200 m³.

Os impactos ambientais decorrentes destes derramamentos podem provocar efeitos agudos ou crônicos sobre os grupos de organismos atingidos.

Durante os primeiros dias pós-derrame, uma considerável parte do óleo evapora, sendo que a mancha perde rapidamente seus compostos hidrossolúveis (e.g. hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos de baixo peso molecular). A fração mais viscosa (e.g. asfaltenos) descende (Patin, 1999).

Efeitos adicionais decorrem da combinação dos fatores meteorológicos e hidrológicos, dependendo, principalmente, da direção e intensidade dos ventos, ondas e correntes. Patin (1999) afirma que manchas de óleo usualmente derivam na mesma direção do vento.

Paralelamente aos processos descritos acima, cerca de 10% a 30% do óleo derramado é adsorvido pelo material em suspensão e depositado no substrato, sendo que este processo de transferência da coluna d'água para o leito oceânico ocorre principalmente em águas rasas e próximas à costa, onde a carga de partículas em suspensão é maior e há intensos processos de mistura, como reportado por Patin (1999). Adicionalmente, organismos planctônicos absorvem o óleo emulsificado, proporcionando a sua sedimentação.

Compostos de maior peso molecular e com estruturas moleculares complexas possuem menores taxas de degradação por ação microbiológica. No entanto fatores relacionados ao estado físico do óleo, incluindo sua dispersão, temperatura, concentração de nutrientes e oxigênio, e estrutura da comunidade microbiana, influenciam nestes processos. Os compostos parafínicos (alcanos) degradam-se mais lentamente que os aromáticos e substâncias naftênicas.

A taxa de decomposição do óleo soterrado nos sedimentos reduz abruptamente em decorrência da condição ambiental anaeróbica, de forma que as frações de óleo pesado acumuladas no interior dos sedimentos podem ser preservadas por elevado tempo. Impactos crônicos em ecossistemas sensíveis podem ser desencadeados a partir destes cenários.

Para efeito do licenciamento ambiental federal, a Resolução CONAMA 293/01, em seu Anexo II, elenca os compartimentos da biota e fatores socioeconômicos a serem avaliados na Análise de Vulnerabilidade Ambiental, que é um item constante do Plano de Emergência Individual. Segundo a referida Resolução, esta análise deverá, sempre que possível, basear-se nos índices de sensibilidade das Cartas de Sensibilidade ao Óleo - Cartas SAO.

MMA (2002b) adaptou para o Brasil a metodologia desenvolvida pela NOAA para a elaboração das referidas cartas de sensibilidade, de forma que as diretrizes brasileiras de aplicação desta ferramenta já se encontram disponibilizadas.

A Tabela 5-2 representa escala de Índice de Sensibilidade do Litoral - ISL, proposta por MMA (2002b) e utilizada no presente trabalho. É uma escala crescente de criticidade aos impactos de óleo, variando de ISL 1 a ISL 10.

Tabela 5-2 - Características geomorfológicas do litoral e seus índices de sensibilidade ao derramamento de óleo, de acordo com MMA (2002b).

ISL	Características geomorfológicas do litoral
1	• Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos; • Falésias em rochas sedimentares, expostas; • Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas.
2	• Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos; • Terraços ou substratos de declividade média a baixa, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.).
3	• Praias dissipativas de areia média a fina, expostas; • Faixas arenosas contíguas a praia, não vegetadas, sujeitas a ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo <i>long beach</i>); • Escarpas e taludes íngremes (formação Barreiras e tabuleiros litorâneos), expostos; • Campos de dunas expostas.
4	• Praias de areia grossa; • Praias intermediárias de areia fina a média, expostas; • Praias de areia fina a média, abrigadas.
5	• Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais; • Terraços ou plataformas de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação;

ISL	Características geomorfológicas do litoral
	• Recifes areníticos em franja.
6	• Praias de cascalho (seixos e calhaus); • Costa de detritos calcareos; • Depósitos de talus; • Enrocamentos (<i>rip-rap</i>, guia corrente e quebra-mar) expostos; • Plataformas ou terraços exumados recobertos por concreções lateríticas (disformes e porosas).
7	• Planícies de maré arenosas expostas; • Terraços de baixa-mar.
8	• Escarpa/ encosta de rocha lisa, abrigada • Escarpa/encosta de rocha não lisa, abrigada; • Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados • Enrocamentos (<i>rip-rap</i> e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados
9	• Planícies de maré arenosas ou lamosas abrigadas e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas; • Terraços de baixa-mar lamosos e abrigados; • Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais.
10	• Deltas e barras de rios, vegetadas; • Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas; • Brejos salobros ou de água salgada, com vegetação adaptada a estas condições, apicum; • Marismas; • Manguezais frontais e estuarinos

Fonte: MMA (2002b)

Na classificação de ISL acima, os recifes de corais e manguezais receberam valores de ISL 9 e 10, respectivamente. A profusão destes ambientes nos cenários paisagísticos do Banco dos Abrolhos e adjacências sugere que incidentes de derramamento nestas áreas podem ser especialmente severos e com grande potencial de alteração dos grupos biológicos e das unidades de paisagem.

5.5.1. Impactos do Óleo sobre os Ambientes Recifais

NOAA (2001a), NOAA (2001b) e NOAA (2001c) revisaram vários estudos sobre impactos agudos e crônicos de derrames de óleo em recifes de corais. Os argumentos apresentados apontam para a existência de efeitos letais em parte das espécies afetadas, sobretudo aquelas de maior sensibilidade a estresses.

É consenso nas três publicações que exposições prolongadas a baixas concentrações e curtas exposições a elevadas concentrações podem ter efeitos letais sobre os corais, e que corais de colônias massivas são mais resistentes aos impactos que corais com colônias arborescentes.

Efeitos sub-letais a exposição ao óleo afetam muitas funções biológicas normais, com grande potencial de afetar a sobrevivência das espécies. Segundo NOAA (2001a) estão relacionados ao incremento no crescimento algal, redução das taxas de crescimento dos corais, redução das taxas de fecundidade, ruptura de tecidos e expulsão prematura de larvas. Desta forma, impactos letais ou sub-letais de derramamento de óleo em áreas de ocorrência de corais podem ocasionar reduções populacionais destas espécies.

Os mais elevados riscos de efeitos letais são atribuídos aos recifes intermareais e recifes rasos, em função do contato direto destes com a mancha. O Banco dos Abrolhos e suas adjacências possuem grandes extensões de recifes rasos e que ficam expostos na baixa-mar, dentre os quais destaca-se o Parcel das Paredes, na Área de Proteção Ambiental da Ponta da Baleia/Abrolhos, o Recife dos Itacolomis, na Reserva Extrativista Marinha do Corumbau, os recifes em franja do Arquipélago dos Abrolhos e o topo dos chapeirões no Parcel dos Abrolhos, e no Recife das Timbebas.

Os impactos decorrentes da remoção e limpeza de corais afetados por derramamento de óleo podem ser tão drásticos quanto os próprios eventos de derramamento.

5.5.2. Impactos do Óleo sobre os Manguezais

A extensão e limite dos derramamentos de óleo em manguezais dependem diretamente da posição da berma, que funciona como uma verdadeira barreira para a penetração do óleo. NOAA (2001a) divide em quatro os tipos de impactos físicos destes eventos, a saber:

- (i) **Impactos internos à franja:** Ocorrem quando há uma berma atrás do local de crescimento de manguezal, na zona infralitoral ou intermareal inferior. Neste caso, a berma constitui o limite interno do manguezal. Portanto, o óleo passa através da rede de raízes localizadas em frente a berma, causando defoliação e mortalidade de vegetação em crescimento e árvores adultas, na porção interna do manguezal;
- (ii) **Impactos externos à franja:** Ocorrem quando há uma zona intermareal íngreme, portanto estreita, onde o mangue vermelho *Rhizophora mangle* comumente ocorre. A acumulação de óleo ocorre nesta estreita faixa, portanto os impactos ocorrem sobre os espécimes ali assentados;

- (iii) **Impactos na bacia interna:** Ocorrem quando há uma berma pouco desenvolvida e que não impede o influxo de óleo para áreas de depressão internas ao manguezal (bacia interna). Nestas situações, o óleo fica trapeado na bacia interna, espalhado em grandes áreas. Baixas concentrações podem proporcionar defoliação parcial. A persistência do óleo nestes ambientes pode ser prolongada, podendo ser de meses para óleos leves e anos para óleos pesados, em áreas abrigadas;
- (iv) **Impactos nos canais dos rios:** São similares aos impactos externos à franja, no entanto, ocorrem somente na barra dos rios. Efeitos adicionais podem ocorrer quando há ingresso de manchas de óleo em situações de maré alta. A capacidade de remoção natural do óleo é favorecida pelo efeito das correntes de maré e pela descarga fluvial.

Segundo MMA (2002b), costas com baixa declividade, com planícies de maré e faixas de manguezal não só estão sujeitas a níveis de energia mais baixos (portanto o tempo de permanência do óleo seria mais prolongado e a capacidade de remoção natural reduzida), como tem uma área intermareal que permite o estabelecimento de comunidades biológicas (mexilhões e algas, por exemplo). Este é o caso da maior parte dos manguezais da região do Banco dos Abrolhos e adjacências.

5.6. A Atividade Pesqueira e sua relação com o PARNAM Abrolhos e a RESEX Corumbau

A pesca marítima e estuarina na Bahia é uma atividade essencialmente artesanal. Os dados da BAHIA PESCA (2003) mostram, para todo o estado da Bahia, que somente 5,35% da frota de embarcações é composta por barcos motorizados. Um total de 55% da frota de embarcações em operação no estado é composta por canoas¹⁴, embarcações estas que respondem por 76,70% do montante desembarcado (em peso).

Este panorama é notadamente distinto daquele da pesca das regiões sudeste-sul do Brasil, onde os grandes volumes desembarcados são provenientes de uma frota com características eminentemente industriais e que opera em ampla região oceânica, inclusive a região nordeste. No sudeste-sul, ao contrário do que ocorre na Bahia, a pesca artesanal ou de pequena escala é caracterizada por embarcações motorizadas, empregadas na atividade desde a década de 60, e que possuem maior capacidade de alcançar pesqueiros mais distantes.

A faciologia ao longo da costa do estado e as condições oceanográficas determinam a qualidade e a quantidade de recursos pesqueiros, e limitam o uso de determinados tipos de embarcações e métodos de pesca, representados basicamente por aparelhos estáticos ou passivos (rede de malhar, anzol etc.), com características artesanais (BAHIA PESCA 2003).

¹⁴ Embarcação movida à vela/remo, casco de madeira ou fibra, sem quilha, sem convés, comprimento variando de 3 a 11 metros, conhecida popularmente na Bahia por canoa, batelão, canoa de casco.

Isto significa que o rendimento financeiro associado à pesca na Bahia está relacionado a pesqueiros restritos, e não a amplas regiões de pesca, como ocorre no sudeste-sul. A predominância de uma frota de autonomia restrita impõe a necessidade de atuação em áreas próximas ao porto de origem, razão pela qual qualquer impacto capaz de suspender definitiva ou temporariamente a pesca nos pesqueiros desta frota pode trazer conseqüências sociais e econômicas de grande vulto.

A pesca na região do Banco dos Abrolhos e Banco Royal Charlotte é empreendida por frotas artesanais locais não motorizadas (sobretudo canoas) e motorizadas (saveiros pequenos e médios dos municípios adjacentes), além de frotas de embarcações motorizadas de maior porte, proveniente de outros estados. A Tabela 5-3 mostra a distribuição dos estratos de embarcações por município da área de estudo.

Tabela 5-3. Tipos e número de embarcação por município da área de estudo.

Tipo de embarcação	Sta. Cruz Cabrália	Porto Seguro	Prado	Alcobaça	Caravelas	Nova Viçosa	Mucuri	Total
Barco à vela	1	1	-	-	-	1	-	3
Barco à motor	6	37	23	-	30	-	1	97
Bote à remo	-	6	22	3	15	20	63	129
Canoa	16	25	72	20	13	12	7	165
Saveiro pequeno	14	36	54	37	81	44	37	303
Saveiro médio	31	84	55	33	50	28	17	298
Saveiro grande	1	6	10	-	-	10	-	27
TOTAL	68	195	236	93	189	115	125	1.022

Fonte: Modificada de BAHIA PESCA 2003.

De acordo com os dados da tabela acima, aproximadamente 30% das pescarias embarcadas da região ocorrem com embarcações não motorizadas (barcos à vela, à remo, canoas). As embarcações motorizadas, por sua vez, correspondem a cerca de 70% da frota de embarcações atuantes. Estas proporções diferem do padrão geral da frota bahiana, possivelmente por haver uma predominância de embarcações não motorizadas em outros municípios que não os da tabela 5-3, ou devido deficiências de amostragem.

Ainda assim, para as frotas atuantes na área de estudo, e isso inclui as embarcações motorizadas, as capturas estão essencialmente relacionadas a pesqueiros bem delimitados, onde são utilizados, sobretudo, artefatos de pesca estáticos (linha e anzol, redes de emalhar fixas), como veremos mais adiante.

Uma breve comparação dos dados da BAHIA PESCA (2003) com os dados primários obtidos das Colônias de Pesca e de estimativas utilizando o método de Petersen, levantados por Newfield/ENSR (2003), mostra que é possível que os primeiros estejam subestimados para as

frotas motorizadas de Nova Viçosa e Mucuri. Newfield/ENSR (2003) encontraram frotas de 217 embarcações motorizadas para nova Viçosa e 65 para Mucuri.

Os Bancos dos Abrolhos e Royal Charlotte atraem frotas lineiras do sudeste e lagosteiras dos demais estados do nordeste (Schlumberger/OCEANSAT, 2002). A importância desta área para a pesca comercial é evidenciada pela dinâmica das frotas sediadas tanto em seu entorno (municípios do extremo-sul da Bahia) quanto em portos mais distantes (*e.g.* frota lagosteira da Paraíba e do Ceará).

A pesca de peixes demersais com linha de fundo praticada hoje no sudeste do país tem sua origem no Banco dos Abrolhos (Paiva *et al.* 1996). Além das capturas demersais, embarcações de espinhel pelágico que operam em todo o Atlântico concentram cerca de 20% da sua produção total na área entre 15° e 20° de latitude Sul (Schlumberger/OCEANSAT, 2002).

As pescarias realizadas na região de Abrolhos têm sido, historicamente, calcadas na captura de espécies de alto valor comercial (REVIZEE, 2000). Apesar dos poucos trabalhos publicados acerca do potencial pesqueiro da região, o Banco dos Abrolhos é popularmente considerado como uma área produtiva e de perspectivas positivas para o desenvolvimento das capturas comerciais. Segundo PRODETUR NE II (2002 e 2003) e REVIZEE (2001), a pesca no Banco dos Abrolhos é de três a quatro vezes mais rentável que em outras regiões da Bahia e, no município de Caravelas, contribui com a renda de 65% da população ativa.

Boeckman *et al.* (2001), analisando a distribuição da abundância relativa de peixes demersais capturados na costa brasileira (entre São Luís-MA e Cabo Frio-RJ), observaram que os maiores valores de CPUE (Captura por Unidade de Esforço) foram obtidos no Banco dos Abrolhos. Peixes das famílias Lutjanidae e Serranidae participaram com mais de 80% no total capturado ao longo de toda área de estudo (MA ao RJ), sendo *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu*, *Epinephelus sp.* e *Ocyurus chrysurus* os recursos mais abundantes. Além dos maiores índices de abundância relativa, o Banco dos Abrolhos também apresentou a maior diversidade de espécies em relação às demais áreas prospectadas, característica típica de ambientes recifais.

Paiva *et al.* (1996) analisando capturas de linha de fundo entre 1975 e 1985 observaram que o complexo dos recifes de Abrolhos constitui uma importante área de pesca de *Ocyurus chrysurus* e *Epinephelus sp.* (possivelmente garoupa São Tomé). Atualmente, nas observações de campo conduzidas pelas equipes do PARNAM Abrolhos na região, esta última espécie não tem figurado entre principais espécies capturadas nas pescarias recifais.

Costa *et al.* (2003) analisaram as capturas e o esforço da frota de linha de mão que operou do Banco de Royal Charlotte (16° S) ao sul do Banco dos Abrolhos (20° S) e desembarcou em Porto Seguro-BA entre 1997 e 1999. Neste período foram identificadas 53 espécies a partir de 352 desembarques amostrados, entretanto 8 espécies representaram 91% do total capturado. A Família Lutjanidae participou com 38% no total amostrado, sendo *Ocyurus chrysurus*, *Lutjanus*

analís e *Lutjanus jocu* os recursos mais freqüentes nos desembarques. Dentre os Serranídeos, *Mycteroperca bonaci* foi o recurso demersal mais abundante. Acerca dos recursos pelágicos, *Coryphaena hippurus* e *Seriola dumerili* constituíram 37% dos desembarques, seguidos dos atuns *Thunnus albacares* e *Thunnus atlanticus*.

É oportuno ressaltar que todos os recursos supracitados são de alto valor comercial, sendo muito destes demandados inclusive ao mercado internacional (e.g. *Ocyurus chrysurus* e *Lutjanus synagris*), segundo informações de funcionários do IBAMA na região.

Em 1998, a Bahia apresentou uma produção anual estimada de 40.945 toneladas (BAHIA PESCA 1999). Deste montante, os peixes representaram 79,5%, enquanto que crustáceos e moluscos representaram, respectivamente, 19,4% e 1,1%. Em 2002, a produção total sofreu um aumento de 15,7%. Das 47.374 toneladas estimadas para o ano, 86% foram referentes aos peixes, 13,6% a crustáceos e 0,3% aos mariscos (BAHIA PESCA 2003).

Os municípios de Santa Cruz de Cabralia, Porto Seguro, Prado, Alcobaça, Caravelas, Nova Viçosa e Mucuri participaram, em conjunto, com 14,0% e 12,1% na produção total estimada para o estado nos anos de 1998 e 2002, respectivamente.

A produção total destes municípios, aqui considerados como principais usuários do Banco de Abrolhos e Royal Charlotte, proporcionou um rendimento de mais de 28 milhões de reais no ano de 2002 (Tabela 5-4). Em termos percentuais, tal rendimento correspondeu a mais de 20% do valor de produção total do estado (142 milhões de reais).

Tabela 5-4. - Rendimento pesqueiro anual para os municípios do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte, segundo BAHIA PESCA (2003).

MUNICÍPIOS	PRODUÇÃO (ton)	VALOR PRODUÇÃO (R\$)	VALOR PRODUÇÃO (%)
Santa Cruz Cabralia	737,59	6.258.402,52	22,0
Porto Seguro	1.151,84	4.635.786,76	16,3
Prado	1.593,20	6.754.534,56	23,7
Alcobaça	369,39	2.142.625,27	7,5
Caravelas	859,14	3.338.339,88	11,7
Nova Viçosa	711,78	3.261.370,80	11,5
Mucuri	323,89	2.083.776,37	7,3
TOTAL	5.746,83	28.474.836,16	100

Fonte: BAHIA PESCA (2003)

Os municípios de Prado e Porto Seguro foram os que apresentaram, respectivamente, os maiores desembarques (Figura 5-26). Entretanto, devido à composição das capturas e ao valor específico diferenciado, Santa Cruz de Cabralia assume a posição de Porto Seguro em termos de rendimento comercial (Tabela 5-4).

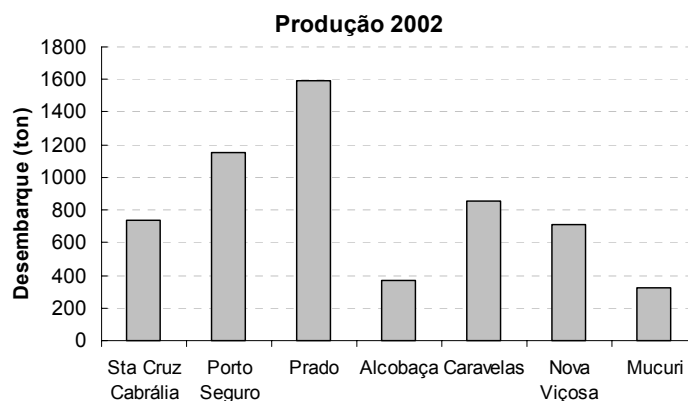


Figura 5-26: Desembarques comerciais (toneladas) nos municípios do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte. Fonte: BAHIA PESCA 2003.

As participações relativas (em peso) dos dez principais peixes e crustáceos desembarcados em cada município em 2002 encontram-se, respectivamente, apresentadas nas Tabelas 5-5 e 5-6.

Tabela 5-5 - Participação relativa em peso (%) das 10 principais espécies de peixes desembarcadas por município na área de estudo.

Recurso	Sta. Cruz de Cabralia	Porto Seguro	Prado	Alcobaça	Caravelas	Nova Viçosa	Mucuri
Albacora	1,9	--	--	--	--	--	--
Arabaiana	4,8	6,8	3,1	--	--	2,5	--
Arraia	2,5	1,3	4,1	14,1	1,8	1,5	2,6
Badejo	6,1	8,9	4,7	1,7	--	3,7	1,3
Bagre	--	--	--	1,0	1,0	--	2,9
Cação	--	--	--	5,6	0,8	--	1,4
Cavala	2,0	1,6	--	--	0,4	1,4	--
Corvina	--	--	--	1,7	0,7	1,4	1,4
Dentão	4,5	4,1	5,0	--	0,6	2,7	1,2
Dourado	8,2	7,9	5,9	--	--	4,9	1,2
Garajuba	--	1,6	--	--	--	--	--
Guaiuba	11,9	9,3	9,6	0,8	2,0	6,2	3,3
Mero	--	--	3,1	--	--	1,2	--
Pescada	--	--	--	5,9	1,0	--	6,7
Robalo	--	1,7	4,1	--	--	--	--
Sardinha	2,4	--	5,9	0,8	--	--	--
Tainha	--	--	--	1,2	--	--	--
Vermelhos	5,0	3,2	9,9	11,3	1,9	3,6	3,2
Xixarro	--	--	--	--	0,5	--	--

Fonte: BAHIA PESCA 2003.

É muito importante ressaltar que a metodologia de avaliação dos desembarques da BAHIA PESCA leva em consideração o porto de origem da embarcação, e não o porto onde ocorre o desembarque. Em casos como o de Alcobaça – proeminente porto utilizado para desembarque por grande número de embarcações de outros municípios e até de outros estados - tal estratégia de amostragem pode ter resultado em subestimação dos totais desembarcados no local.

Tabela 5-6 - Participação relativa (%) de crustáceos e moluscos desembarcados por município da área de estudo.

Recurso	Sta. Cruz de Cabralia	Porto Seguro	Prado	Alcobaça	Caravelas	Nova Viçosa	Mucuri
Aratu	--	--	--	--	0,1	--	--
Camarão grande	4,0	4,8	4,9	--	13,6	14,7	44,4
Camarão médio	1,6	1,7	1,7	7,5	5,3	8,3	6,8
Camarão pequeno	12,0	22,4	12,3	21,6	56,2	33,3	12,1
Carangueijo	--	--	0,2	--	1,5	--	--
Lagosta verde	1,0	--	--	0,4	--	--	--
Lagosta verdadeira	14,0	0,1	0,6	6,0	0,1	--	--
Marisco	--	--	--	--	0,2	--	--
Ostra	--	--	0,1	--	--	--	--
Siri	0,1	--	0,1	--	1,1	--	--
Sururu	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: BAHIA PESCA 2003.

Considerando o ano de 2002 como a base mais atualizada, pode-se observar que os meses de março e dezembro representam os períodos de maiores desembarques comerciais da região do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte (Figura 5-27).

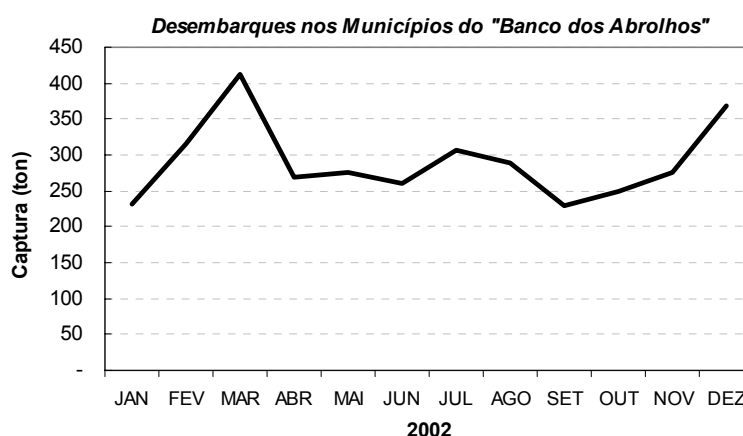


Figura 5-27: Desembarque mensal (ton) das capturas dos municípios do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte.

Em síntese, a pesca no Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte é empreendida por embarcações motorizadas e não motorizadas, provenientes de municípios adjacentes e distantes. Ocorre principalmente associada a pesqueiros bem delimitados, com artefatos de pesca estáticos, pois é voltada, sobretudo, à captura de espécies demersais associadas ao ambiente recifal e seu entorno. A pesca de arrasto de camarão (balão), muito embora seja uma pesca com artefato ativo, ocorre em ambientes costeiros relativamente delimitados, conhecidos como lamas camaroeiras.

Pelas características apontadas acima, pode-se afirmar que a conservação dos ambientes recifais é condição fundamental para a manutenção do ressaltado papel econômico e social da pesca na área de estudo. Neste sentido, medidas urgentes de conservação e de ordenamento do uso dos recursos ambientais que podem afetar a pesca são desejáveis. O sucesso das unidades de conservação é papel central para o êxito destas medidas.

5.6.1. A contribuição do PARNAM Abrolhos para a gestão de recursos pesqueiros na região

As discussões mundiais acerca do verdadeiro papel das áreas protegidas marinhas para o êxito da pesca nos oceanos são relativamente recentes. Gell & Roberts (2003) revisaram trabalhos de diversos pesquisadores que investigaram os reais benefícios das áreas protegidas marinhas para a pesca.

De acordo com os dados apresentados pelos autores acima citados, tais áreas resultam em incrementos significativos na abundância de diversas espécies exploradas fora dos limites das áreas protegidas. Foram identificados resultados positivos inclusive no que se refere ao aumento do tamanho médio dos indivíduos observados dentro das áreas protegidas. Estes efeitos benéficos são maximizados em unidades de conservação localizadas em ambientes recifais, como é o caso do PARNAM Abrolhos e da RESEX Corumbau. Além de garantir maior sucesso reprodutivo das espécies comercialmente exploradas, o efeito dispersor de larvas (*spillover*), em diversas unidades de conservação ao longo do mundo, estaria provocando maiores rendimentos na pesca em pesqueiros adjacentes às áreas protegidas.

Espécies comercialmente exploradas pela frota que atua no Banco dos Abrolhos provavelmente sofrem os efeitos benéficos da existência das áreas marinhas protegidas na região. Gell & Roberts (*Op cit*) afirmam que uma espécie de lutjanídeo existente no Everglades National Park (EUA) alcança tamanho modal de 10 cm superior ao tamanho modal dos indivíduos da mesma espécie em pesqueiros fora do parque, sujeitos à sobrepesca de crescimento. Outro interessante resultado comentado foi o incremento de mais de 15 vezes na abundância da guaiuba *Ocyurus chrysurus* após quatro anos decorridos da criação de um santuário de preservação.

Atualmente, o governo federal tem dedicado esforços no sentido de internalizar em suas metas as discussões do papel das unidades de conservação para a pesca, para melhor conhecer os reais benefícios econômicos e sociais de suas unidades de conservação marinhas.

No Brasil, não raramente, as unidades de conservação do grupo de proteção integral são alvos de críticas que as colocam como áreas responsáveis pela estagnação de setores da economia. A clara vocação para a conservação, os trabalhos conservacionistas já realizados e os benefícios diretos para o turismo e indiretos para a pesca, retiram o PARNAM Abrolhos do rol de unidades de conservação sujeitas a este preconceito.

No início de sua implementação, os pescadores que atuavam na área do PARNAM Abrolhos obviamente reagiram à proibição da pesca. Esta reação, no entanto, foi diminuindo em função da intensificação da visitação turística, atividade que alterou positivamente a vida de municípios como Caravelas e Alcobaça.

Decorridos quinze anos de implementação do PARNAM Abrolhos, os seus benefícios para a vida econômica dos municípios do entorno são incontestáveis quando se considera o turismo. No que diz respeito aos benefícios indiretos para a pesca, a proteção oferecida pelo PARNAM Abrolhos tem motivado comentários positivos dos pescadores da região, que afirmam atualmente obter capturas mais representativas nas proximidades da unidade de conservação. Estes resultados estão, possivelmente, relacionados a dois fatores principais: (i) proibição total das capturas em uma área importante para a manutenção do ciclo de vida de algumas espécies capturadas pela pesca (um maior sucesso reprodutivo resultaria na intensificação do efeito de *spillover*); e, (ii) manutenção da qualidade do ambiente recifal, decorrente da proibição do uso de petrechos de pesca, que danificam as estruturas recifais.

Atualmente, a gestão do PARNAM Abrolhos possui linha de atuação que objetiva compreender a percepção dos pescadores da região acerca do papel do parque para a pesca e conservação marinha. Os resultados preliminares obtidos pela equipe do Parque demonstram que a unidade é reconhecida como fundamental para o sucesso da pesca no Banco dos Abrolhos. Paralelamente, investigações científicas conduzidas pela Conservação Internacional e Universidade de São Paulo têm demonstrado a contribuição do PARNAM Abrolhos para a conservação de peixes recifais (Francini-Filho 2003).

5.6.2. A RESEX Corumbau – uma unidade de conservação para a pesca

No cenário avaliado no presente trabalho, a pesca possui extrema importância associada à conservação na RESEX Corumbau. Esta unidade de conservação teve sua criação associada à exploração racional dos bancos de camarões e peixes de recifes de coral da região, justamente por grupos de extrativistas artesanais que consolidaram a sua atuação na área que constitui a UC.

Antes da criação da RESEX, os recifes e lamas camaroeiras daquela região foram extensamente explorados pelas frotas provenientes de municípios da região, sobretudo de Alcobaça e Porto Seguro. As comunidades locais, totalmente dependentes daqueles ambientes para sua sustentação econômica, dividiam sua área de trabalho com inúmeras embarcações dos municípios acima citados. Gradativamente foram percebendo, por meio da redução nas capturas, que aquele nível de exploração dos recursos pesqueiros não haveria como render sustento a todos, e os ambientes recifais dali, antes fartos de pescado, estavam igualando-se às áreas já degradadas pela pesca não ordenada.

Em torno destas convicções, as comunidades de Corumbau e Cumuruxatiba centraram esforços para a criação da RESEX, garantindo a defesa de suas áreas de pesca, lançando mão de uma eficiente estratégia de conservação marinha: a limitação do esforço de pesca, agora praticado por um número bem inferior de embarcações somente das comunidades adjacentes à UC. Os resultados foram imediatos, sobretudo nas capturas de camarões e de algumas espécies de peixes recifais.

Dentre os camarões comercialmente explorados no Corumbau, o sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* é a espécie mais representativa, constituindo cerca de 97% das capturas deste crustáceo. A maior disponibilidade de camarões na RESEX tem sido entre os meses de junho e agosto a cada ano. Em média, a captura por unidade de esforço (CPUE) normalmente oscila entre 8 e 18 kg/hora de arrasto no interior da UC, de acordo com dados de monitoramento dos desembarques efetuado por Campos (dados não publicados) para a Conservação Internacional.

A pesca de linha de mão, também bastante praticada pelos extrativistas, tem seu foco na captura de lutjanídeos. Em 2002, o ariocó *Lutjanus synagris* foi o recurso de maior frequência de ocorrência nos desembarques da pesca de linha da RESEX (94%); seguido da guaricema *Carangoides crysos* (44,5%), guaiúba *Ocyurus chrysurus* (26,5%), biquara *Haemulon plumieri* (17,5%), xaréu *Caranx hippos* (16,5%) e peixe-pena *Calamus parma* (13,5%). O ariocó apresentou uma captura média de 7,7 Kg por desembarque, enquanto que os demais recursos foram todos inferiores a 4,2 Kg por desembarque. Assim sendo, a biomassa média relativa de ariocó é, pelo menos, 55% superior em relação aos demais recursos.

A criação da RESEX Corumbau representou um passo estratégico para o ordenamento da pesca na região, uma vez que reúne atributos ambientais e características sociais de especial valor. A UC protege a maior área recifal do Banco Royal Charlotte: os Recifes Itacolomis. Nestes recifes foi estabelecida uma área *no take* (área marinha protegida dentro de UC de uso sustentável em que é proibido o uso, possuindo características de zona intangível de unidade de conservação de proteção integral), a qual tem contribuído significativamente para o aumento da abundância de algumas espécies de peixes, inclusive os de valor comercial. Os pescadores artesanais da RESEX têm percebido a importância desta área protegida como estratégia de manejo, integrando a conservação às necessidades imediatas das comunidades pesqueiras adjacentes.

A dependência praticamente exclusiva dos extrativistas da RESEX Corumbau em relação à pesca sugere que a manutenção da qualidade ambiental dos ambientes marinhos costeiros onde ocorrem estas pescarias não é tão somente uma questão de conservação. É, também, uma questão socioeconômica que não pode ser desconsiderada na hipótese de inserção de qualquer outra atividade que possa potencialmente comprometer a pesca.

5.7. As Atividades Turísticas na Costa do Descobrimento e Costa das Baleias

Segundo PRODETUR NE II (2003), a análise da evolução das economias do Nordeste desde 1994 demonstra que a economia baiana é a maior da região. O Produto Interno Bruto (PIB) do Estado da Bahia cresceu 187% em reais no período de 1994 e 1999, alcançando R\$ 43 bilhões. No ano de 2000, o PIB baiano chegou a quase R\$ 50 bilhões, representando um terço da economia Nordestina. No contexto nacional, ocupa a sexta posição entre os Estados Brasileiros, com 4,5% do PIB.

Atualmente, o setor terciário é o predominante no Estado, responsável por 48,7% do valor total do PIB. O setor secundário também é representativo, com 41,2%. O setor primário, que em 1975 respondeu por quase um terço do PIB baiano, em 2000 representou apenas 10,1% do PIB.

Individualmente, cinco setores específicos são os mais representativos, cobrindo quase 70% do PIB baiano: indústria de transformação (25,8%); administração pública (12%); aluguel de imóveis (10,6%); construção (10,1%) e agropecuária (10,0%).

O turismo foi identificado como prioritário para o desenvolvimento do Estado, segundo PRODETUR NE II (2003). Em 1991, estabeleceu-se um novo plano estratégico com horizonte de planejamento de 15 anos.

5.7.1. O Turismo na Costa do Descobrimento

A Costa do Descobrimento é a denominação conferida aos municípios de Belmonte a Porto Seguro, área litorânea adjacente ao Banco Royal Charlotte. A área abrangida pela Costa do Descobrimento apresenta inúmeros recursos e atrativos, tanto naturais como culturais, destacando-se os 165 km de extensão costeira e o patrimônio histórico relacionado ao Descobrimento do Brasil.

O Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável da Costa do Descobrimento - PDITS envolve o conjunto de municípios que foram diretamente beneficiados por investimentos significativos do PRODETUR/NE I, que são Belmonte, Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália.

Para Dominguez (2000), os dados disponíveis apontam a região da Costa do Descobrimento como um dos principais pólos de desenvolvimento da Bahia, centrado fundamentalmente na atividade turística. Destaca-se que o volume de investimentos alocados ao turismo nesta região, em 1999, atingiu a cifra de 176 milhões de dólares, sendo mais importante ainda ressaltar que para o horizonte 1991 a 2012 estão previstos investimentos de ordem de US\$ 1,7 bilhão, do qual US\$ 225 milhões de caráter público e US\$ 1,48 bilhão de origem privada. Isto significa que para cada dólar investido pelo poder público na ampliação da infra-estrutura local, o setor privado responde alocando seis dólares e meio em investimentos.

Quanto aos investimentos já concluídos no período 1991-1994, o total de investimentos públicos e privados foi de US\$ 71.025 mil. No período 1995-1998, o total de investimentos atingiu a cifra de US\$ 117.891 mil. Previstos existem ainda US\$ 1.343.410 mil.

Essas inversões aumentarão a oferta para 12.357 leitos, sendo que somente para Porto Seguro serão acrescentados 10.797 e para Santa Cruz Cabralia 1.560. Nesses novos investimentos estão previstos clubes de esportes náuticos, de golfe, de pesca e hípicas, hotéis ecológicos, *resorts*, marinas, museus naturais, parques ecológicos e temáticos, e *spas*, entre outros (CPRM, 2000). Todos estes são investimentos que pressupõem elevados padrões de qualidade da paisagem, padrões estes não observados em regiões onde há atividades de petróleo e gás.

Conforme dados constantes de PRODETUR NE II (2002), a Tabela 5-7 apresenta uma comparação, para o período 1997/2000, da estimativa da renda gerada por turismo e da renda fiscal dela derivada, de Porto Seguro, com a renda gerada por turismo e o PIB da Bahia, buscando verificar qual a participação aproximada da atividade turística na economia local e estadual, e, em especial, a contribuição potencial do turismo na geração de renda fiscal em Porto Seguro, ressalvadas as limitações da metodologia adotada. Pelos dados indicados, a arrecadação tributária potencial decorrente do consumo “turístico” em Porto Seguro, situou-se, em média, no período 1997/2000, na casa dos US\$ 30 milhões.

Tabela 5-7 - Renda Turística e Renda Fiscal Derivada do Turismo, do Município de Porto Seguro - Participação no PIB da Bahia – 1997/2000, em US\$ milhões.

Parâmetro	1997	1998	1999	2000*
PIB Bahia (a)	34.190	33.930	24.490	26.700
Renda por turismo da Bahia (b)	2.000	1.830	1.660	1.660
Renda por turismo - P. Seguro (c)	460	480	420	460
Renda Fiscal derivada do turismo - P. Seguro	30	32	28	30
Participação % (b/a)	5,85	5,39	6,78	6,22
Participação % (c/a)	1,34	1,41	1,71	1,72
Participação % (c/b)	23,00	26,22	25,30	27,71

Fonte: Bacen/ IBGE/SEI/ Centro de Informações GZMBahia (PIB Bahia); BAHIATURSA/GECON (Renda por Turismo.) *Dados estimados.

No Pólo Turístico da Costa do Descobrimento, PRODETUR NE II (2002) identificou 93 *atrativos turísticos* relacionados com o ambiente natural, dos quais apenas 53% vêm sendo utilizados para atividades turísticas. Uma parte significativa do total levantado situa-se na área litorânea, constituindo-se de praias, barras e bancadas de recifes, dentre outros. As atividades mais desenvolvidas na região são: o banho de mar e de sol, a pesca, caminhadas, observação da fauna e da flora, passeios de barco e mergulho.

Os impactos das alterações da paisagem costeira decorrentes de incidentes de derramamento de óleo na Costa do Descobrimento certamente comprometeriam o grande chamariz do turismo na região: a beleza do litoral. Levando-se em consideração as projeções constantes na Tabela 5-7 e o provável incremento do turismo do ano de 2000 até 2004, observa-se que impactos severos no afluxo turístico seriam catastróficos para a região e significativos no contexto da economia bahiana.

5.7.2. O Turismo na Costa das Baleias

A Costa das Baleias é a denominação conferida à região compreendida entre os municípios de Prado a Mucuri. São municípios de pequeno porte econômico e que apresentam uma composição produtiva bastante variada.

No ano de 2000 a população da Costa das Baleias alcançou 127.636 habitantes, representando 1% do total do Estado. Deste total, 59% reside na área urbana, porém esta porcentagem varia bastante de um município para outro (Nova Viçosa apresenta 77% de sua população concentrada na área urbana, enquanto no outro extremo aparece Alcobaça, com apenas 36% de sua população residente na zona urbana). A população rural da Costa das Baleias sofreu uma queda significativa no período de 1980-2000, passando de 114.096 habitantes para 52.371, segundo PRODETUR NE II (2003).

A indústria do papel e celulose - com plantas industriais localizadas em Mucuri - possui um papel importante para a economia de toda a região. Devido a sua presença, Mucuri é o município da região com maior arrecadação de impostos.

Assim como a Costa do Descobrimento, a Costa das Baleias tem no turismo e na agropecuária as suas principais atividades econômicas.

Dotada de recursos naturais exuberantes, a região apresenta vários ícones naturais e históricos do Brasil, como o Arquipélago de Abrolhos, Parque Nacional do Monte Pascoal e a Costa norte de Prado – um dos primeiros lugares em que a fragata de Pedro Álvares Cabral aproximou-se do solo brasileiro.

Segundo PRODETUR NE II (2003), os municípios da Costa das Baleias obtiveram um PIB da ordem de R\$ 316 milhões no ano 2000, o que corresponde a 0,73% do PIB estadual baiano, sendo Mucuri o município que concentra o maior PIB da Zona Turística, alcançando R\$ 129,72 milhões no ano 2000 (ou 41,1% do PIB da Costa das Baleias). Prado aparece com o menor PIB, R\$ 27,63 milhões.

O crescimento da taxa de urbanização na Zona Turística, provavelmente está associado aos movimentos migratórios internos do estado (migração campo-cidade) externos (Nordeste-Sudeste) que se iniciaram nas décadas de 1950/1960, período marcado pela expansão da rede rodoviária, longos períodos de seca, recursos insuficientes nas áreas de saneamento, educação e má distribuição e uso das terras.

O fluxo turístico medido pela BAHIATURSA, apresentou crescimento de 7,5% entre os anos de 2000 e 2001, atingindo o total de 496 mil turistas (PRODETUR NE II 2003).

Nos levantamentos realizados por PRODETUR NE II (2003), as faixas de renda dos turistas evidenciam uma diferença significativa entre os visitantes do conjunto Alcobaça/Caravelas/Prado e de Nova Viçosa/Mucuri. No primeiro grupo, a maior parte dos visitantes possuía renda acima de US\$ 2.000,00. No segundo, o grupo mais representativo era formado pelos que detinham renda entre US\$ 300,00 e US\$ 600,00. Pelas pesquisas de demanda, a maioria dos visitantes vinha aos destinos a passeio. Em Alcobaça, Caravelas e Prado, a visita a amigos e parentes também representa um importante motivo (em torno de 23%). **Os atrativos naturais são a motivação de viagem mais relevante para os turistas de ambos os grupos de municípios, com valores acima de 90%.**

No que se refere ao fluxo e receita turística, PRODETUR NE II (2003) avaliou os dados do relatório denominado “Levantamento dos Indicadores Turísticos dos Meios de Hospedagem da Costa das Baleias – 2002”, elaborado pela Bahiaturisa. A Tabela 5-8 demonstra os resultados obtidos para cada um dos municípios.

Tabela 5-8 – Gastos e Receitas Turísticas – Municípios da Costa das Baleias em 2000

Municípios	Receita (US\$)	Turistas	Receita/Turista
Alcobaça	1.170.380	20.802	56,26
Caravelas	560.979	13.786	40,69
Mucuri	3.781.752	242.420	15,60
Nova Viçosa	2.108.064	44.503	47,37
Prado	8.261.153	140.217	58,92
Total C. Baleias	15.882.329	461.728	34,40

Fonte: PRODETUR NE II (2003).

Na Bahia como um todo, segundo PRODETUR NE II (2003), o impacto do turismo no PIB foi de aproximadamente 6,8% do valor total do PIB de 1999, de acordo com a Tabela 5-7. Segundo dados da FIPE, para os PIBs municipais, o valor total para a Costa das Baleias em 2000 foi de R\$

316 milhões. A contribuição do turismo, por sua vez, foi de R\$ 65,3 milhões, representando aproximadamente 20,7% do total. Estima-se que esse impacto gerou uma renda de US\$ 10 milhões para a população residente.

PRODETUR NE II (2003) identificou e classificou os atrativos turísticos da Costa das Baleias segundo uma metodologia formulada especialmente para esse fim. A base conceitual utilizada foi a da EMBRATUR, em sua “Metodologia do Inventário da Oferta Turística”. Tal metodologia objetiva definir as potencialidades de uma destinação para o desenvolvimento do turismo. Parte-se da premissa de que os atrativos compõem a base principal do turismo de uma determinada região.

Foi traçado um panorama da **situação atual**, onde são apresentados os **atrativos efetivos**, responsáveis pelos fluxos turísticos já existentes nos municípios que compõem a Zona Turística. Os atrativos são classificados e analisados segundo a categoria à qual pertencem, de modo que se possa ter uma visão das características principais da região que atualmente vêm sendo desenvolvidas para fins turísticos. Em seguida, foi efetuada análise da possível **situação futura** dos produtos e atrativos turísticos na Costa das Baleias, caso o potencial latente da região seja desenvolvido.

Os atrativos efetivos e potenciais foram classificados de acordo com pontuação conferida com base nos seguintes quesitos: (i) Acessibilidade, (ii) Infra-estrutura, (iii) Escala, (iv) Beleza, (v) Características Culturais-Históricas-Sociais-Ambientais, (vi) Apoio do Poder Público e Importância para a Comunidade, (vii) Sazonalidade e (viii) Condições de Preservação.

Os resultados obtidos por PRODETUR NE II (2003) evidenciaram que a atratividade da Zona Turística da Costa das Baleias deve-se primordialmente a seus atrativos naturais e atividades turísticas que são desenvolvidas com base no cenário natural oferecido pela região (56% dos atrativos são naturais).

Segundo PRODETUR NE II (2003), o atrativo turístico que mais se destaca na Costa das Baleias é o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Seus atrativos variam desde a observação de aves e baleias até as atividades de mergulho.

O Plano de Uso Público do PARNAM Abrolhos (IBAMA 2002b) identificou 20 pontos de mergulho dentro da referida unidade de conservação. Grande parte destes pontos de mergulho são localizados nas cercanias das ilhas do arquipélago. Isto significa que, em caso de impactos de derramamentos de óleo, o comprometimento da qualidade ambiental decorrente do atingimento dos recifes de corais intermareais e das ilhas acarretaria grande redução ou mesmo a interrupção dos mergulhos no Parque. Mesmo que os pontos de mergulho estejam situados em áreas de recifes submersos, o visitante mergulhador certamente busca no Parque não apenas as paisagens subaquáticas, mas o conjunto das paisagens emersas e submersas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Descrição das Forçantes do GNOME

A análise das condições de ventos ao longo do ano mostrou a existência de dois padrões típicos: um durante os meses mais secos (setembro-abril) onde os ventos de NE são predominantes (Tabela 6-1 e Figura 6-1), e outro durante os meses mais úmidos e frios, onde existe uma maior incidência de frentes frias e os ventos mais predominantes passam a ser os de SSE (Tabela 6-1 e Figura 6-2).

Para a caracterização do padrão de ventos para os cenários do GNOME, foram calculadas as médias para as intensidades das classes de vento predominantes para o período seco (Figura 6-1) e chuvoso (Figura 6-2). Estes dois tipos de cenários atmosféricos coincidem com os descritos por Lessa & Cirano (2004).

Como este estudo pretende analisar cenários críticos, decidiu-se pela utilização de médias com base em um conjunto de dados que fosse representativo dos valores referentes a 50% dos dados mais intensos de vento. Para a caracterização do padrão de correntes para os cenários do GNOME, foram utilizadas as climatologias de verão (Figura 6-3) e inverno (Figura 6-4).

Tabela 6-1: Classes de vento predominantes para os períodos entre i) 01 de maio e 31 de agosto e ii) 01 de setembro a 30 de abril e entre os anos de 1997 e 2003.

Período	Classes de vento predominantes				
	1°	2°	3°	4°	5°
mai-ago	SSE (10,9%)	S (9,1%)	SE (9,1%)	NE (8,7%)	SSW (7,9%)
Set-abr	NE (18,8%)	NNE (12,6%)	ENE (11,4%)	N (10,4 %)	E (7,9 %)

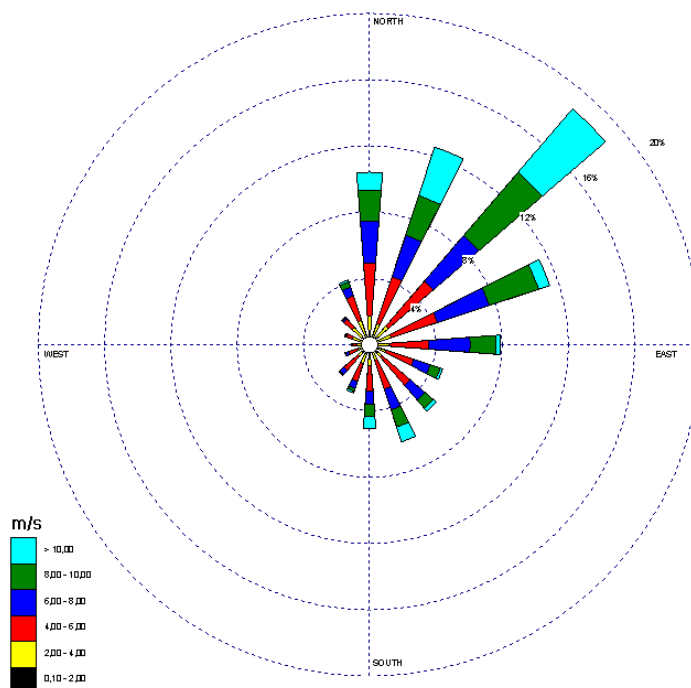


Figura 6-1: Rosa dos ventos com base na distribuição dos ventos durante os meses de setembro a abril e entre os anos de 1997 a 2003.

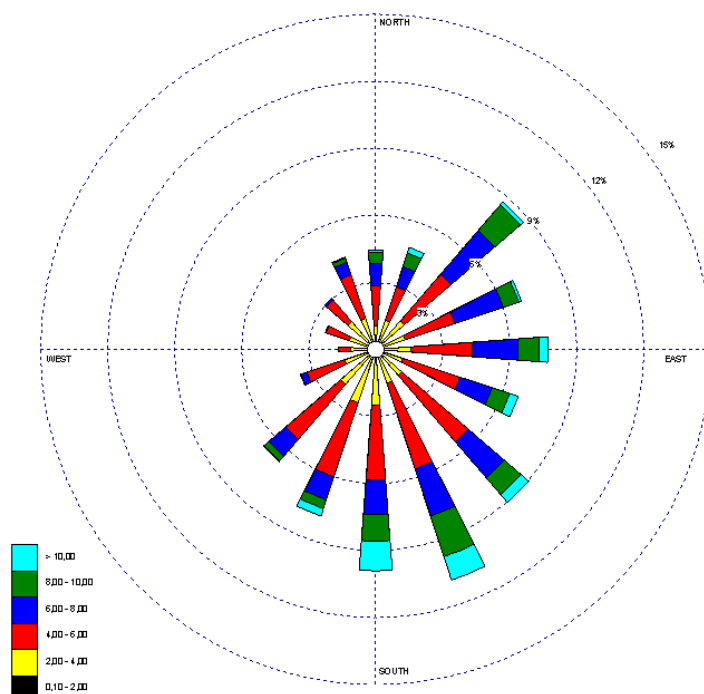


Figura 6-2: Rosa dos ventos com base na distribuição dos ventos durante os meses de maio a agosto e entre os anos de 1997 a 2003.

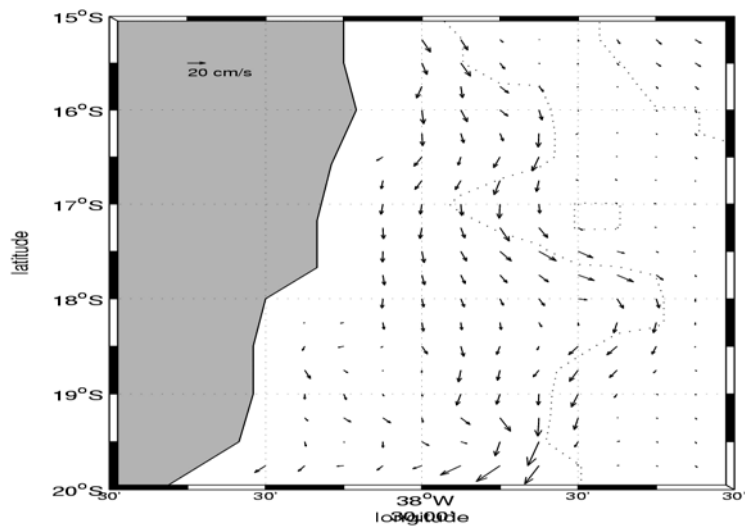


Figura 6-3: Distribuição dos vetores de corrente superficial, segundo a climatologia do OCCAM e para o verão. As linhas pontilhadas representam as isóbatas de 1000 m e 4000 m.

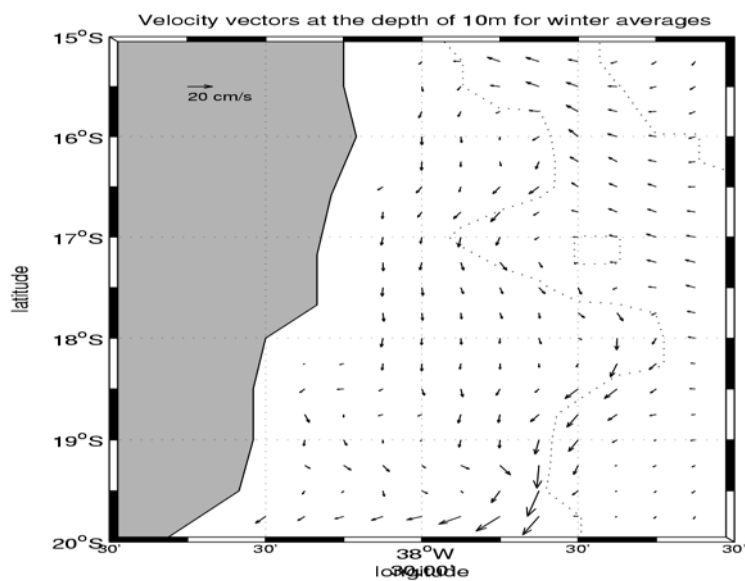


Figura 6- 4: Distribuição dos vetores de corrente superficial, segundo a climatologia do OCCAM e para o inverno. As linhas pontilhadas representam as isóbatas de 1000 m e 4000 m.

F
i

Os processos difusivos no modelo foram parametrizados através da utilização de um coeficiente de difusão de 10 m s^{-2} . Valores para o coeficiente de difusão podem variar entre $1\text{-}100 \text{ m s}^{-2}$ e o valor adotado foi baseado em Spaulding (1994), que aplicou um modelo de derramamento de óleo tri-dimensional em uma região costeira.

6.2. Sensibilidade ao Óleo na Costa e Ambientes Recifais

Na área delimitada para avaliação no presente estudo, foram identificados setores de costa com diferentes Índices de Sensibilidade do Litoral – ISL. Dentre os ISL identificados, os valores de ISL 3 e 4 estiveram relacionados a trechos de litoral de praias arenosas, com inclinação de até 15 graus. Valores de ISL 5 foram atribuídos a trechos de praias arenosas com recifes em franja, ISL 9 a recifes intermareais e ISL 10 a barras de rios e manguezais.

Para os trechos em que foram atribuídos valores de ISL 3, MMA (2002b) descreve o comportamento potencial do óleo com penetração geralmente menor que 10 cm, mínima possibilidade de soterramento do óleo devido à lenta mobilidade dos sedimentos (exceto em praias expostas, após a fase erosiva das tempestades), impactos sobre as comunidades de organismos da zona intermarés podendo ser severos. Geralmente a limpeza é necessária, sendo possível o tráfego de veículos em condições de maré favoráveis. Em trechos em que o pós-praia é formado por barreiras, o óleo pode se entranhar no material desmoronado e acumulado na base da escarpa, tornando a limpeza necessária na faixa de preamar.

Já nos trechos de ISL 4, o comportamento potencial do óleo é descrito com possibilidades de penetração até cerca de 25 cm de profundidade, a mobilidade dos sedimentos tende a provocar o soterramento e geração de estratos com e sem contaminação, exigindo o manuseio de grandes volumes de sedimentos nos procedimentos de limpeza (MMA 2002b). Os impactos nas comunidades da zona intermarés podem ser igualmente severos, situação agravada pela dificuldade da limpeza e possibilidade de mistura ainda maior do óleo com os sedimentos. Em alguns trechos, o tráfego de veículos pode não ser possível. Há a possibilidade de transposição da praia por ondas de tempestade, situação que implicaria na contaminação do pós-praia e vegetação do cordão litorâneo.

Em trechos de ISL 5, o comportamento potencial do óleo permite acumulações nas rugosidades dos recifes e na vegetação, dificultando a limpeza. Em trechos de areia grossa e muito grossa, sobretudo quando compostas por fragmentos de conchas ou corais, a penetração do óleo pode alcançar cerca de 50 cm de profundidade. Nestes casos, a mobilidade dos sedimentos é muito elevada nos ciclos de tempestade e pós-tempestade. Restrições de acesso com veículos dificultam os procedimentos de limpeza.

Nos trechos de ISL 9, que na área de estudo é composto pelos recifes intermareais, o comportamento potencial do óleo é caracterizado pela acumulação em reentrâncias e elevado

impacto na biota recifal em função da elevada toxicidade (óleos leves ou frações dispersas) ou asfixia (óleos pesados). A remoção natural ocorre de forma extremamente lenta e a limpeza é impraticável, sendo que as ações de resposta podem agravar ainda mais o dano. Este é o caso das extensas áreas de recifes intermareais da área de estudo. Os recifes submersos rasos também estão sujeitos à contaminação decorrente dos processos de mistura da mancha na coluna d'água.

Nos trechos de ISL 10, barras de rios vegetadas e manguezais, a penetração do óleo é limitada pelos sedimentos saturados de água. A posição da berma nos manguezais e a circulação interna definem o tempo de permanência do óleo nestes ambientes. A condição anaeróbia do substrato e a baixa circulação concorrem como fatores para a baixa degradabilidade e elevado tempo de permanência do óleo nestes ambientes, que são considerados por MMA(2002b) como verdadeiras “armadilhas de retenção”. Como nos ambientes recifais, a limpeza é impraticável, tendendo a agravar ainda mais o dano em decorrência da introdução do óleo em camadas ainda mais profundas. Os danos às comunidades bênticas e à vegetação são extremos, tanto para óleos leves (elevada toxicidade) quanto para óleos pesados (asfixia dos organismos).

6.2.1. Valores de ISL para a região do Banco Royal Charlotte e litoral adjacente

Neste setor, os valores de ISL foram atribuídos com base em informações obtidas de Dominguez (2000) e de dados do BNDO. Na região do Banco Royal Charlotte e suas praias, foram identificados valores de ISL 3, 4, 5, 9 e 10. Os recifes de coral intermareais receberam ISL 9 e os manguezais ISL 10.

Da região ao sul da praia do Atalaia até a foz do Jequitinhonha, o litoral é composto por praia arenosa de areia fina a média e declividade da face praial variando entre 4 a 7 graus. Isto resulta em valores de ISL 3 e 4. Os manguezais da foz do Jequitinhonha receberam ISL 10.

Ao sul da foz do Jequitinhonha, um breve trecho de ISL 4 ocorre em função da elevada declividade da face praial, que atinge 11 graus nas proximidades da praia da Barra. Deste ponto até onde o limite da APA Estadual de Santo Antônio chega no litoral, a baixa declividade e a presença de areia média e fina justificam ISL 3.

Ao longo de todo o litoral da APA de Santo Antônio até a Ponta do Mutá, a declividade de praia atinge valores de 5 a 11 graus, com areias médias a grossas, o que confere a este trecho ISL 4, exceto para o trecho de praia de areia fina que se estende da Ponta de Santo Antônio até a Foz do Rio João de Tiba, que possui ISL 3. O manguezal deste rio recebeu ISL 10.

Da Ponta do Mutá até a Ponta Grande, a presença de recifes em barreira confere a este trecho de praia valor de ISL 5. As formações recifais são ISL 9.

Da Ponta Grande a foz do rio Buranhém, a presença de areia grossa e a declividade de praia entre 5 a 15 graus proporcionam ISL 4. Na foz, o manguezal do Buranhém recebeu ISL 10.

Ao sul da foz do Buranhém até as proximidades da praia do Parracho, a presença de recifes de arenito resultaram em ISL 5. Deste ponto até o litoral da Vila de Trancoso, a interrupção dos recifes em franja e as características de declividade e areia grossa resultaram em ISL 4.

De Trancoso até o embaçamento existente ao sul da ponta do Espelho, a presença dos recifes em franja confere ao trecho ISL 5, adentrando o litoral da RESEX Corumbau.

Da praia de Juacema, ao norte de Caraíva, até o litoral norte da Terra Indígena de Barra Velha, a escassez de recifes em franja resulta em ISL 4, exceto pelo ISL 10 no trecho do manguezal do rio Caraíva. Ao longo do litoral desta Terra Indígena, há a presença de recifes em franja e areia grossa a muito grossa, resultando em trecho de ISL 5, até o local onde se inicia a mudança de orientação da linha de costa, marcando o início da Ponta do Corumbau.

Deste ponto até a foz do rio Corumbau, limite do Parque Nacional de Monte Pascoal, a declividade acentuada e a areia grossa conferem ao trecho ISL 4. Na foz do rio Corumbau, um exuberante manguezal resulta em ISL 10, que compõe com os recifes intermareais dos Itacolomis (ISL 9) um ambiente de grande beleza cênica e extrema importância para a conservação e para a sustentabilidade dos extrativistas da RESEX Corumbau.

Ao sul da Ponta do Corumbau, onde a linha de costa retoma sua orientação normal, iniciam-se novamente os recifes em franja, que se estendem até as proximidades de Prado, conferindo a este trecho ISL 5, exceto em pequenos manguezais localizados na foz dos Rios Cahy, Imbassuaba, Peixe Grande e Peixe Pequeno, Japara Grande e Japara Pequeno, que não constam nas bases utilizadas no presente trabalho, no entanto possuem elevada beleza cênica e servem de corredores interligando os fragmentos de Mata Atlântica do Parque Nacional Descobrimento à RESEX Corumbau.

6.2.2. Valores de ISL para a região do Banco dos Abrolhos e litoral adjacente

Este é o trecho mais importante na presente análise, em razão da presença de muitos bancos recifais, que recebem ISL 9, além da grande extensão de manguezais, sobretudo da Ilha da Caçumba. Para este setor, não foram obtidos dados secundários. Os valores foram obtidos da digitalização dos manguezais e de informações cedidas por funcionários do PARNAM Abrolhos, Conservação Internacional e de integrantes do Conselho de Gestão da UC.

Da praia de novo Prado até a foz do Rio Jucuruçu, limite sul do banco Royal Charlotte, a face praias possui inclinação acentuada e areia média a grossa, características de ISL 4. O manguezal do rio Jucuruçu recebe ISL 10.

Do sul do rio Jucuruçu até a Ponta da Baleia, as características da granulometria e inclinação da praia conferem ao trecho ISL 4, exceto na foz do rio Itanhém, com ISL 10. Em Caravelas, da Ponta da Baleia até a Barra, a presença de areia fina e a menor inclinação da praia resultam em ISL 3.

Desde a foz do rio Caravelas e ao longo de todo o litoral da Ilha da Caçumba até o manguezal da foz do rio Peruípe, em Nova Viçosa, os efeitos da erosão praial deixam o manguezal exposto a ação das ondas, o que resulta em trecho com ISL 10.

Da foz do Peruípe até a Praia do Pau-Fincado, o litoral é caracterizado por areias finas e pequena inclinação, assumindo ISL 3. Deste ponto até a divisa entre a BA e ES, o litoral passa a ser caracterizado por areias grossas e maior inclinação, com ISL 4.

6.3. Áreas de Interesse para a Pesca

Impactos dos derramamentos sobre a atividade pesqueira são abordados em CEFAS (2001). Áreas de exclusão para a pesca são necessárias nas situações de incidentes de derramamento. Nestas ocasiões, as atividades pesqueiras podem ser comprometidas até que estudos comprovem a não contaminação ou descontaminação das espécies-alvo das pescarias.

Os derramamentos de óleo sobre as atividades pesqueiras podem ter efeitos diretos, relacionados à necessidade de interrupção das pescarias, ou efeitos indiretos, relacionados aos efeitos letais e sub-letais no pescado, dentre os quais podemos destacar a mortalidade de peixes e moluscos contaminados por gás (Patin, 1999). A consideração deste impacto potencial é especialmente importante no momento em que as pesquisas exploratórias de hidrocarbonetos nas Bacias do Espírito Santo e Mucuri apontam para grandes acúmulos de gás (ANP, 2003).

Como forma de avaliar os impactos de eventuais derrames sobre a atividade pesqueira nas cercanias do PARNAM Abrolhos e na RESEX Corumbau, dados do BNDO com informações sobre faciologia (Mapa 4) foram cruzados com a batimetria para identificar as áreas de interesse para a pesca (Mapa 5). As pescarias aqui consideradas são aquelas que possuem pesqueiros restritos a áreas associadas a tipologias de fundo, e que, por conseguinte, podem ser interditadas em decorrência de incidentes de derramamento:

(i) Áreas de Pesca de Arrasto de Fundo: Áreas preferencialmente direcionadas à captura de camarão. Representam as fácies texturais lamas e areias lamosas de origem terrígena (siliciclástica), paralelas a costa, dispostas em profundidades de até da costa 30 metros, sendo a faixa preferencial entre 8 e 20 metros. Em Caravelas, CEPENE (1999) afirma que as pescarias de camarão geram cerca de 800 postos de trabalho diretos e indiretos. Newfield/ENSR (2003) afirma existir cerca de

150 embarcações engajadas nas pescarias de camarões em Nova Viçosa e no mínimo 45 em Mucuri.

(ii) Área de Pesca de Redes de Emalhar para captura de arraias: Esta é uma pescaria emergente na região extremo-sul da Bahia, e que resulta em boas capturas pelas frotas redeiras de Mucuri e Nova Viçosa, segundo Newfield/ENSR (2003). Os pesqueiros correspondem às fácies texturais das tipologias areias e areias lamosas, localizadas entre os recifes do arco interno e a linha de costa, portanto mais próximas dos recifes. Não ultrapassam os 20 metros de profundidade.

(iii) Áreas de Pesca de Linha: Ampla área associada à ocorrência de estruturas recifais (*e.g.* parciais, chapeirões). Caracterizada por fundos recifais, cascalhos e areais carbonáticas, em profundidades de até 200 metros (talude). As regiões nordeste, leste, sudeste e sul do PARNAM Abrolhos constituem áreas de extrema importância para esta arte. **Áreas da pesca de mergulho** (captura de peixes) estão quase sempre associadas às áreas da pesca de linha. Embora as áreas de pesca sejam amplas, as limitações de autonomia das frotas de pequena escala fazem com que estas dependam de pesqueiros mais próximos a seus portos de origem. Cabe aqui ressaltar que, além da frota motorizada, há embarcações não motorizadas (principalmente canoas) que atuam nesta modalidade, pertencentes a usuários extrativistas que praticam uma pesca de características artesanais e até de subsistência, como ocorre na RESEX Corumbau.

(iv) Áreas de Pesca com Espinhel: Arte direcionada à captura de cações. Principais áreas dispostas a leste, sudeste, sul e sudoeste do PARNAM Abrolhos. Faixas de profundidade entre 15 e 60 metros. Os recifes de Popa Verde, sul dos recifes de Coroa Vermelha, regiões sul, sudeste e leste do PARNAM Abrolhos representam áreas frequentemente utilizadas por este artefato.

(v) Áreas de Pesca de Lagosta: Praticada através do mergulho em áreas de até 45 metros de profundidade (sendo entre 20 e 35 a faixa preferencial); e com o uso de redes de emalhar nas imediações da quebra de plataforma (a partir da isóbata dos 40 metros), a nordeste e leste do PARNAM Abrolhos, nas tipologias de fácies texturais cascalhos e areias cascalhosas carbonáticas.

6.4. Áreas de Interesse para o Turismo

O Mapa 3 mostra as praias e valores de atratividade assumidos com base na classificação proposta pelo Guia Praias 2002 e Dominguez (2000).

As praias de maior interesse para o turismo são as localizadas na costa adjacente ao Banco Royal Charlotte. A grande beleza cênica destas praias soma-se a proximidade de Porto Seguro, o maior centro de fluxo turístico da região. A despeito disso, a RESEX Corumbau, ainda não conta com aporte significativo de turistas, nem tampouco possui regras voltadas ao ordenamento desta atividade.

As praias da Costa das Baleias não possuem o mesmo apelo cênico que as praias da Costa do Descobrimento. O grande chamariz para o turismo na primeira está relacionado aos ambientes recifais do PARNAM Abrolhos e cercanias, especialmente o Parcel dos Abrolhos, Parcel das Paredes, Timbebas, Coroa Vermelha e Sebastião Gomes, bem como às visitas anuais das baleias jubarte à região.

6.5. Áreas para a Conservação da Fauna

O Mapa 6 mostra as principais áreas de agregações da baleia jubarte (Martins, 2004) e áreas de alimentação e reprodução de quelônios (IBAMA 2003a). Na porção marinha destacam-se as mais elevadas concentrações sobre o Banco dos Abrolhos, especialmente na área do PARNAM Abrolhos.

6.6. Análise dos Cenários de Derrames

Em função da influência conjunta do efeito das correntes de larga-escala e do vento, os cenários característicos de uma estação seca (ventos de NE e correntes de verão) originaram derrames abrangendo extensões bem maiores, sendo assim os mais prejudiciais em termos ambientais. Para estes cenários, levando em consideração as características do óleo derramado, ao final de 05 dias, 43,6% do total de óleo derramado sofreu evaporação.

A Tabela 6-2 mostra uma síntese dos resultados das modelagens nos diferentes cenários gerados neste trabalho, que são apresentados separadamente nos Mapas 7-1 a 7-22, acompanhados dos valores de ISL dos pontos de toque de costa e toque em recifes.

Tabela 6-2. Síntese dos resultados das simulações

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
P1	7-1	NE 7,9 m s ⁻¹	Verão	90% do óleo que não evaporou tocou a costa em praias de elevada beleza cênica (classificação 3) e ISL 4. Manguezais (ISL 10) na Foz dos rios Mugiquiçaba e João de Tiba. Área importante para aves costeiras e para a alimentação de quelônios. Área de pescarias de linha para a captura de recursos demersais (lutjanídeos e serranídeos) e pelágicos (scombrídeos) de alto valor comercial. Comunidades de pesca de Santo André, Santa Cruz de Cabralia e Coroa Vermelha provavelmente seriam afetadas. Impacto negativo seria esperado sobre a pesca de linha de mão centrada na captura de lutjanídeos para exportação (guaiúba), serranídeos (badejo) e recursos pelágicos (dourado). A pesca de camarão (arrasto de fundo) e de lagosta (redes de emalhe e mergulho) também seriam afetadas. A produção anual destas comunidades correspondeu a mais de 6 milhões de reais em 2002.	APAs Estaduais de Santo Antônio e de Coroa Vermelha	Pequenas alterações nos forçantes podem levar o óleo a atingir recifes de coral do Parque Municipal Recifes de Fora.
P2	7-2	NE 7,9 m s ⁻¹	verão	18,3% do óleo que não evaporou tocou a costa, atingindo praias da região de Prado e Alcobaça (ISL 4 e 5) e o manguezal na foz do rio Jucuruçu (ISL 10). O óleo que permaneceu na superfície atingiu o Recife das Guaratibas (ISL 9), local de intenso fluxo turístico. O óleo atinge áreas de pesca de arraia, lagosta, camarão e pescadinha podendo impactar, sobretudo as frotas de Caravelas, Alcobaça e Prado e	APA Estadual da ponta da Baleia/Abrolhos e Porção Norte do Recife das Timbebas, pertencente ao PARNAM Abrolhos	Pequenas alterações nos forçantes podem levar o óleo a atingir a totalidade das Timbebas, porção norte do Parcel das Paredes ou RESEX Corumbau.

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
				Cumuruxatiba. A pesca de camarão provavelmente seria a mais afetada, sendo esta de grande importância na produção anual desta região. Em 2002 foi estimado, para estes municípios, um rendimento pesqueiro total superior a 12 milhões de reais.		
P3	7-3	NE 7,9 m s ⁻¹	verão	47,2% do óleo atingiu a totalidade dos recifes do Parcel das Paredes e Sebastião Gomes (ISL 9), considerados os mais importantes pontos de turismo subaquático do entorno do PARNAM Abrolhos. Área possuidora da maior concentração reprodutiva de jubartes e área de alimentação de quelônios. A área de dispersão da mancha atinge pesqueiros de camarões, arraia, cação, lagosta (rede e mergulho) e pesca de linha para exportação, podendo impactar, sobretudo, as frotas de Caravelas, Nova Viçosa, Alcobaça e Prado. Estes municípios, em conjunto, apresentaram uma produção de mais 15 de milhões reais com os desembarques dos recursos pesqueiros em 2002	APA Estadual Ponta da Baleia/Abrolhos	Pequenas alterações nos forçantes podem levar o óleo a atingir extensa área de manguezal na Ilha da Caçumba e os recifes de Coroa Vermelha.
P4	7-4	NE 7,9 m s ⁻¹	verão	Não houve toque de costa, no entanto a dispersão da mancha atravessou a porção norte do parcel dos Abrolhos, além de áreas de pesca de linha para exportação e cação, podendo impactar, sobretudo, as frotas de Nova Viçosa, Caravelas, Alcobaça e Prado, que pescam nas cercanias do PARNAM Abrolhos, beneficiando-se dos efeitos de exportação de biomassa	Porção norte do PARNAM Abrolhos	Pequenas alterações nos forçantes podem levar o óleo a atingir recifes intermareais e as ilhas do PARNAM Abrolhos.

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
				pesqueira proveniente desta UC. Assim como no P3, a área de deslocamento da mancha atinge a maior concentração reprodutiva de jubartes e área de alimentação de quelônios.		
P5	7-5	SSE 6,4 m s ⁻¹	inverno	97% do óleo que não evaporou tocou a costa a partir do segundo dia pós-derrame, atingindo praias da região entre Nova Viçosa e Mucuri, com ISL 4. Pescarias de arrasto de camarão, rede de arraia e pescadinha seriam afetadas diretamente. Nova Viçosa e Mucuri seriam as comunidades diretamente afetadas. Estes municípios obtiveram no ano de 2002 uma produção pesqueira em torno de 5,3 milhões de reais.	Nenhuma	Restrições do método não permitiram avaliar a dispersão da mancha para SW (Coroa Vermelha, Sebastião Gomes e Parcel das Paredes). Pequenas alterações nos forçantes poderiam levar a mancha a tocar áreas de manguezais da Ilha da Caçumba (ISL 10).
P6	7-6	SSE 6,4 m s ⁻¹	inverno	Ponto mais distante do PARNAM Abrolhos. 62,7% do óleo que não evaporou tocou a costa no terceiro dia, na região do pontal do Ipiranga (ISL 4), importante sítio de desova de <i>Caretta caretta</i> e balneário de grande afluo de moradores de Linhares e região. Os riscos sobre o Banco dos Abrolhos são aparentemente menores nas condições modeladas.	Nenhuma	Nesta região, já há produção de gás licenciada para os campos de Peroá e Cangoá, e duto de transporte do gás até a praia de Monsarás.
P7	7-7	SSE 6,4 m s ⁻¹	inverno	Não foi observado toque de costa nem de recifes. A dispersão da mancha atingiu, em 120 horas, uma distância de 50 km do PARNAM Abrolhos, o que, para as condições modeladas, não representa impactos ao PARNAM Abrolhos. Efeitos negativos podem ser esperados para as jubarte (pequeno núcleo com concentração reprodutiva elevada é encontrado na	Nenhuma	A ascensão da ACAS em decorrência da atuação do Vórtice de Vitória pode transportar o óleo (em incidentes de blow-out) em profundidade para o Banco. Estas condições não foram contempladas pelo modelo utilizado.

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
				trajetória da mancha) e também sobre as pescarias de arrasto de fundo para a captura de peixes e camarão branco, assim como sobre as pescarias de cação (espinhel) e de peroá (redes de içar); praticadas pela comunidade de Conceição da Barra-ES.		
P8	7-8	NE 7,9 m s ⁻¹	verão	94,7% do óleo que não sofreu evaporação toca recifes (ISL 9) e a costa, no trecho de litoral entre Porto Seguro e Trancoso (ISL 4 e 5), inclusive podendo atingir os manguezais dos rios Buranhém e dos Frades (ISL 10). O toque de costa pode ocorrer no decorrer do segundo dia pós-derrame. Este é o trecho de praia de maior interesse para o turismo no extremo-sul da Bahia e um dos mais significativos para o Brasil. Os impactos de derrames sobre esta área e sobre o Parque Municipal de Recifes de Fora (também severamente atingido) provocariam graves impactos à economia baiana. As frotas sediadas em Porto Seguro seriam severamente afetadas, sobretudo pelos impactos nas capturas de recursos pelágicos e demersais (pesca de linha e mergulho). Além disso, importantes pesqueiros de camarões existente ao norte da ponta do Espelho (norte da RESEX Corumbau) estariam consideravelmente comprometidos. Porto Seguro apresentou, em 2002, uma produção total de 4,6 milhões de reais com os pescados desembarcados. Lutjanídeos, serranídeos e alguns recursos pelágicos (<i>e.g.</i> dourado) provavelmente seriam os desembarques mais afetados.	Parque Municipal Recifes de Fora, APA Estadual Caraíva-Trancoso	Pequenas alterações nos forçantes, como a ocorrência de ventos mais intensos, poderiam agravar ainda mais os severos impactos deste derrame, atingindo a RESEX Corumbau.

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
P9	7-9	NE 7,9 m s ⁻¹	verão	Não houve toque de costa nem recifes intermareais. No entanto, a dispersão da mancha se configura em cenário de grande gravidade para o PARNAM Abrolhos, pois atinge águas sobrejacentes ao Parcel dos Abrolhos e com a mais elevada concentração reprodutiva de jubartes. Impacto mais provável sobre as pescarias de linha de mão (recursos de exportação), espinhel (cação) e rede de fundo (lagosta). Prado, Alcobaça, Caravelas e Nova Viçosa seriam as principais comunidades afetadas.	PARNAM Abrolhos	Pequenas alterações nos forçantes podem determinar a dispersão para as ilhas do PARNAM Abrolhos, provocando impactos da mais elevada severidade.
P10	7-10	NE 7,9 m s ⁻¹	verão	Não foi observado toque de nenhum alvo para esta simulação. A mancha se dispersa ao largo do PARNAM Abrolhos, passando a cerca de 10 km de seus limites, percorrendo a borda da área com maior concentração reprodutiva das jubarte. Pescarias demersais (lagosta) e pelágicas praticadas nas proximidades da quebra de plataforma seriam prejudicadas. Esta região também é normalmente utilizada por frotas provenientes de portos mais distantes (região sudeste do Brasil).	Nenhuma	Incidência de ventos d e ENE, E e ESSE podem deslocar a mancha para o PARNAM Abrolhos e para a área de maior concentração reprodutiva das jubarte.
P11	7-11	SSE 6,4 m s ⁻¹	inverno	Igualmente ao P10, não foi observado toque de nenhum alvo para esta simulação. A mancha se dispersa pouco, atingindo distância de cerca de 10 km do PARNAM Abrolhos, ingressando no limite da área com maior concentração reprodutiva das jubarte. Importantes áreas de capturas de recursos de exportação (linha) e cações (espinhel) seriam severamente atingidas prejudicando em especial as comunidades pesqueiras de Nova Viçosa, Alcobaça,		Neste cenário, os ventos favorecem a dispersão para o PARNAM Abrolhos. No entanto, a influência da climatologia da Corrente do Brasil opõe força antagônica a dispersão para o PARNAM Abrolhos. Eventuais inversões de corrente ou mesmo a dispersão de óleo em massas d'água de profundidade no sentido da ascensão pelos flancos do

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
				Prado e Mucuri.		Banco (situação de blowout) poderiam comprometer o Parcel dos Abrolhos. Estas situações não são abrangidas pelo modelo utilizado.
P12	7-12	SSE 6,4 m s ⁻¹	inverno	Não houve toque de alvos na costa e recifes. A dispersão da mancha se deu tangenciando o buffer de 10 Km do PARNAM Abrolhos, na direção de Sebastião Gomes, percorrendo os limites da área de maior concentração reprodutiva das jubarte. Pescarias de linha de mão (exportação) e espinhel (cação) praticadas pelas comunidades de Nova Viçosa, Caravelas e Alcobaça seriam afetadas.	APA Estadual Ponta da Baleia Abrolhos	Intensificação dos ventos e a dispersão de óleo em camadas mais profundas poderiam provocar maior dispersão da mancha, intensificando os impactos e atingindo PARNAM Abrolhos e recifes intermareais da APA.
P13	7-13	SSE 6,4 m s ⁻¹	inverno	90,1% do óleo que não evaporou tocou a costa, no trecho que se estende da Ilha da Caçumba (ISL 10) e praias ao sul (ISL 3). Os recifes de Sebastião Gomes (ISL 9) são atingidos. Impacto direto sobre as capturas de camarão (arrasto), arraia (rede), peixes de exportação (linha) e cações (espinhel) realizadas pelas comunidades de Nova Viçosa, Caravelas e Alcobaça.	APA Estadual Ponta da Baleia Abrolhos	A incidência de ventos de S e SW poderiam intensificar os impactos, atingindo, respectivamente, o Parcel das Paredes e o PARNAM Abrolhos.
P14	7-14	N 8,5 m s ⁻¹	verão	Não houve toque em alvos emersos. A distância percorrida pela mancha varia de 148 a 182 km, com deslocamento que atinge o centro da área com maior concentração reprodutiva das jubarte. Impactos sobre as pescarias de linha e espinhel ocorreriam em incidente de derramamento avaliado neste cenário. Frotas pesqueiras dos municípios adjacentes e frotas de outros estados que pescam na região seriam impedidas de atuar	APA Estadual Ponta da Baleia Abrolhos e limite norte do PARNAM Abrolhos	Este foi o cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos Norte. A incidência de maiores intensidades certamente comprometeria o arquipélago dos Abrolhos, implicando em severos impactos ambientais e socioeconômicos. Isto sugere que o limite da área de exclusão considere margem de segurança ao norte do ponto inicial de derrame.

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
				na área.		
P15	7-15	NE 10,7 m s ⁻¹	verão	Não houve toque em alvos emersos. A distância percorrida pela mancha varia de 169 a 202 km, com deslocamento que atinge o centro da área com maior concentração reprodutiva das jubarte. A trajetória da mancha se daria ao longo de vasta área oceânica. Ao ingressar na plataforma continental (à nordeste do PARNAM Abrolhos), percorreria trajetória sobre fundos carbonáticos em que ocorre pesca de linha e de espinhel, por frotas dos municípios da região e de outros estados (inclusive pesca de lagosta).	APA Ponta da Baleia/Abrolhos e limite nordeste-este do PARNAM Abrolhos	Este foi o cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos Nordeste. Como no cenário acima (P14), ventos mais intensos resultariam no atingimento do PARNAM Abrolhos, o que sugere margem de segurança ao norte-nordeste do ponto de derrame. Ponto bastante próximo aos blocos do sul do setor SJ-AP, o que reforça o risco que estes blocos representariam ao PARNAM Abrolhos se concedidos.
P16	7-16	NNE 10,8m s ⁻¹	verão	Não houve toque em alvos emersos. A distância percorrida pela mancha varia de 172 a 202 km. O deslocamento da mancha se inicia sobre o Royal Charlotte (ponto de origem do derrame), atravessa área oceânica entre o Royal Charlotte e o Banco dos Abrolhos. Como no cenário acima, ingressa na plataforma continental à nordeste do PARNAM Abrolhos, percorrendo trajetória sobre fundos carbonáticos em que ocorre pesca de linha e de espinhel, por frotas dos municípios da região e de outros estados (inclusive pesca de lagosta). Seu deslocamento que atinge o centro da área com maior concentração reprodutiva das	APA Ponta da Baleia/Abrolhos e limite nordeste do PARNAM Abrolhos	Este foi o cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos Nor-nordeste. Como nos dois cenários acima (P14 e P15), ventos mais intensos resultariam no atingimento do PARNAM Abrolhos, o que sugere margem de segurança ao norte-nordeste do ponto de derrame. Igualmente ao que ocorre no cenário P15, a proximidade do P16 com os blocos do sul do setor SJ-AP, reforça o risco que estes blocos representariam ao PARNAM Abrolhos se concedidos.

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
				jubarte.		
P17	7-17	ENE 9,0 m s ⁻¹	verão	2,7% do óleo que não evaporou tocou o Arquipélago dos Abrolhos, atingindo recifes de coral emersos (ISL 9) e ilhas do PARNAM Abrolhos, além da área com maior concentração reprodutiva das jubarte. A distância percorrida pela mancha varia de 128 a 160 km. Seriam muito severos os impactos para todos os recursos ambientais associados ao PARNAM Abrolhos, como também para o turismo na Costa das Baleias, fortemente calcado na visitação do Parque.	APA Ponta da Baleia/Abrolhos e limite nordeste do PARNAM Abrolhos	Este foi um cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos ENE. Esta simulação reitera o fato de que a área de exclusão da zona de amortecimento do PARNAM Abrolhos deva ter margem de segurança à leste e nordeste do P17. A isóbata dos 3.500 metros seria adequada como margem de segurança.
P18	7-18	ENE 9,0 m s ⁻¹	verão	18,7% do óleo que não evaporou tocou a RESEX Corumbau, atingindo recifes de coral (Itacolomis e recifes ao longo de toda a costa – ISL 9) e estuários e manguezais (ISL 10). A distância percorrida pela mancha varia de 124 a 144 km. A pesca na RESEX Corumbau seria drasticamente comprometida, sobretudo a pesca em ambientes recifais, que é praticada pela quase totalidade dos extrativistas. As pescarias de camarão na RESEX e também seriam impactadas. A frota linheira de toda a região e dos estados vizinhos que atuam ao largo da RESEX seria impactada.	RESEX Corumbau e PARNA Monte Pascoal (estuário).	Este foi um cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos ENE. O comprometimento da RESEX Corumbau mostra que a área de exclusão desta UC deve ter limites que contemplem margem de segurança ao norte do ponto de início do derrame P18. Este ponto é muito próximo ao sul do setor SJ-AP, o que demonstra os riscos para a RESEX que decorreriam da concessão de blocos nesta área.

Ponto	Mapa	Vento	Corrente	Alvos atingidos/ ISL	UCs atingidas	Obs.
P19	7-19	SE 7,7 m s ⁻¹	inverno	Não houve toque em alvos emersos. A distância percorrida pela mancha varia de 47 a 73 km, ingressando na área com maior concentração reprodutiva das jubarte. A trajetória da mancha implicaria em restrições à pesca de espinhel, em área utilizada por frotas locais e de outros estados.	Limite leste do PARNAM Abrolhos	Este foi o cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos SE. Sugere que a área de exclusão da zona de amortecimento do PARNAM Abrolhos tenha margem de segurança à leste deste ponto.
P20	7-20	SSE 8,8 m s ⁻¹	inverno	Não houve toque em alvos emersos. A distância percorrida pela mancha varia de 49 a 72 km. Mancha chegou no limite da área de maior concentração reprodutiva das jubarte.	Nenhuma	Este foi o cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos SSE. Esta simulação não representou riscos ao PARNAM Abrolhos.
P21	7-21	S 9,1 m s ⁻¹	inverno	Não houve toque em alvos emersos. A distância percorrida pela mancha varia de 66 a 93 km, em função da contraposição da deriva da Corrente do Brasil. A trajetória da mancha atinge a área de maior concentração reprodutiva das jubarte. Implicaria, também, em restrições à pesca de linha e espinhel, em área utilizada por frotas locais e de outros estados.	APA Ponta da Baleia/Abrolhos e limite sul do PARNAM Abrolhos	Este foi o cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos Sul. Este ponto de origem de derrame, juntamente com o P20, foram os balizadores do limite sul da área de exclusão do PARNAM Abrolhos.
P22	7-22	SSW 6,7 m s ⁻¹	inverno	73,4% do óleo que não evaporou tocou a costa entre a Ponta do Catueiro a Ponta da Baleia, atingindo recifes de coral de Coroa Vermelha e Sebastião Gomes. (ISL 9) e manguezais frontais da Ilha da Caçumba (ISL 10). A distância percorrida pela mancha varia de 23 a 75 km. Pescarias de arraia e de camarões seriam impactadas, sobretudo das frotas de Mucuri, Nova Viçosa e Caravelas.	APA Ponta da Baleia/Abrolhos	Este foi um cenário resultante de média dos 50% maiores registros de ventos SW. Esta simulação, complementar à simulação P5, só eu com ventos de SW (que ocorrem na região) reitera a gravidade de se permitir atividades de petróleo e gás no bloco BM-ES-20 (local do ponto P22).

6.7. Proposta para a conformação das zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau

A seguir, serão apresentadas as justificativas legais, administrativas e técnicas que embasam e acompanham as propostas de delimitação das zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau resultantes do presente trabalho.

6.7.1. Embasamento legal

Conforme definição constante no *caput* do art. 25 da Lei 9.985/00, as unidades de conservação, exceto as Áreas de Proteção Ambiental e Reservas Particulares do Patrimônio Natural, devem possuir zonas de amortecimento. O parágrafo 1º deste art. 25 atribui ao órgão responsável pela administração da unidade o estabelecimento de normas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos de sua zona de amortecimento.

O parágrafo 2º do art. 25 da Lei 9.985/00, por sua vez, diz que os limites e as normas de ocupação e uso da zona de amortecimento de uma UC poderão ser definidos “**no ato de sua criação ou posteriormente**”. Esta flexibilização temporal para o estabelecimento das zonas de amortecimento decorreu da necessidade de se contemplar todas as UCs já criadas até o início da vigência do mencionado dispositivo legal. Contempla ainda aquelas UCs criadas após a entrada em vigência do dispositivo e que, no entanto, não possuem adjacências suficientemente bem conhecidas para dar margem a definição da zona de amortecimento no ato da criação.

São, na verdade, raras as ocasiões em que existe conhecimento suficiente para subsidiar a delimitação da zona de amortecimento no ato da criação de uma UC, já que as exposições de motivos para a sua criação apresentam argumentos centrados, sobretudo, na área geográfica abrangida pela poligonal da UC.

Não obstante, os momentos da delimitação de zonas de amortecimento posteriormente ao ato de criação ainda não foram objeto de regulamentação específica. O parágrafo 1º do Art. 27 da Lei 9.985/00 diz que o Plano de Manejo deverá abranger inclusive a sua zona de amortecimento, no entanto, sem dar a entender que este é o momento exclusivo ou único em que é possível a sua delimitação e normatização.

Portanto, não existem óbices legais e nem técnicos que impeçam a delimitação das zonas de amortecimento de unidades de conservação fora do âmbito temporal da criação, da elaboração ou revisão de seus planos de manejo, pelas seguintes razões: **(i)** os dispositivos legais que regulam a matéria não são específicos quanto ao momento desta delimitação; e, **(ii)** desde que haja subsídios técnicos relevantes ou mesmo risco de comprometimento dos objetivos precípuos da UC, então o órgão gestor deve lançar mão de seu poder discricionário para por em prática medidas técnicas e

administrativas capazes de garantir a conservação das UCs. Este é o caso do PARNAM Abrolhos e da RESEX Corumbau, o que justifica ação urgente de delimitação de suas zonas de amortecimento por parte do IBAMA.

O reconhecimento legal dos Planos de Manejo aprovados pelo IBAMA é efetuado por meio de ato normativo emanado pelo Presidente da Autarquia. Como exemplo, temos as Portarias IBAMA 166-N/2002 e 81-N/2004, respectivamente, reconhecendo os Planos de Manejo das Reservas Biológicas de Comboios/ES e Marinha do Arvoredo/SC. Ambos planos trazem delimitação das zonas de amortecimento.

Nesta ótica, entendemos que a edição de atos normativos independentes emanados do Presidente do IBAMA seriam necessários para o reconhecimento legal das zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau.

6.7.2. Procedimentos administrativos sugeridos

A despeito das evidentes interfaces de gestão entre o PARNAM Abrolhos e a RESEX Corumbau, optou-se por sugerir a delimitação de zonas de amortecimento específicas para cada uma das citadas UCs, como forma de proporcionar a clara delimitação da circunscrição de cada uma delas enquanto órgãos distintos de uma autarquia pública. Se esta alternativa for acatada pelo IBAMA, os seguintes benefícios serão obtidos:

- (i) **Especificidade na manifestação de anuência da UC no âmbito dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos que afetem exclusivamente sua zona de amortecimento.** Com zonas de amortecimento específicas para cada UC, evita-se a manifestação desnecessária de ambas, caso um determinado empreendimento em licenciamento afete somente a zona de amortecimento de uma delas.
- (ii) **Maior clareza no direcionamento dos recursos advindos da compensação por significativo impacto ambiental.** No caso de empreendimento que possua área de influência que se sobreponha com somente uma das zonas de amortecimento, será facilitada a alocação correta de recursos para a UC efetivamente afetada.
- (iii) **Maior facilidade na divisão de tarefas de monitoramento, controle e fiscalização das atividades de petróleo e gás entre ambas UCs.** A delimitação específica das zonas de amortecimento para cada UC auxiliará no correto direcionamento para a aplicação de recursos financeiros na sua gestão.
- (iv) **Maior facilidade na normatização do uso dos recursos ambientais dentro de cada zona de amortecimento específica.** Como estamos tratando de UCs pertencentes a diferentes grupos de categorias de manejo (proteção integral e uso sustentável), sujeitas a diretrizes e procedimentos técnicos de gestão notadamente

distintos, praticados por diferentes órgãos finalísticos do IBAMA (o PARNAM Abrolhos é subordinado tecnicamente à Diretoria de Ecossistemas - DIREC e a RESEX Corumbau à Diretoria de Gestão Estratégica - DIGET), então é desejável separar claramente estas zonas de amortecimento.

É importante ressaltar que, na implementação fiel das propostas aqui apresentadas, haverá sobreposição parcial das zonas de amortecimento de ambas UCs ao norte do Rio Jucuruçu.

Neste caso, deverão prevalecer, primeiramente, as normas mais rígidas ali estabelecidas, com preferência de gestão para o PARNAM Abrolhos, por este ser uma unidade de conservação de proteção integral.

Não obstante, esta área de sobreposição será de circunscrição de ambas UCs, exigindo planejamento conjunto para as ações de gestão, sobretudo as de monitoramento, controle e fiscalização. A responsabilidade pela gestão do espaço sobreposto será, portanto, tarefa da alçada de ambas unidades.

6.7.3. Aporte conceitual e de experiências anteriores

O documento *Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica* (IBAMA, 2002a) é a única referência para a delimitação de zonas de amortecimento no âmbito do IBAMA. Ainda assim, as estratégias de zoneamento nele propostas são direcionadas ao interior das UCs. As contribuições deste documento no que se refere às zonas de amortecimento são atinentes apenas à sugestão de elementos para facilitar a delimitação. Não há menção objetiva a como proceder para efetuar o zoneamento interno da zona de amortecimento, especialmente para as unidades de conservação marinhas.

Os planos de manejo elaborados sob as orientações de IBAMA (2002a) trazem as mais diferentes definições para as zonas de amortecimento, as quais parecem depender, sobretudo, do enfoque conferido pelas equipes técnicas que elaboraram os documentos. Como exemplo disso, temos a delimitação totalmente diferenciada de zonas de amortecimento para duas Reservas Biológicas sujeitas aos impactos das atividades de petróleo e gás: (i) Reserva Biológica de Comboios/ES, com zona de amortecimento de 02 (duas) milhas náuticas; e, (ii) Reserva Biológica Marinha do Arvoredo/SC, com zona de amortecimento de 50 km.

Daí a importância de se lançar mão de critérios padronizados para a tarefa de delimitação e posterior normatização do uso dos recursos ambientais das zonas de amortecimento de unidades de conservação marinhas, e esta é uma contribuição do presente trabalho.

A consideração de estudos de modelagem de dispersão de óleo para fins do fornecimento de subsídios à definição de zonas de amortecimento de unidades de conservação marinhas nunca havia sido efetuada anteriormente no Brasil.

Assim sendo, foi necessário assumir inicialmente – e posteriormente testar – algumas premissas calcadas em posturas anteriormente adotadas em situações similares. O caso da definição da zona de amortecimento de 50 km da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo/SC e a utilização de faixas de segurança de 50 km para as exclusões de blocos exploratórios da 5ª e 6ª Rodadas de Licitações da ANP forneceram a distância a ser testada para o PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau.

Na reunião técnica de discussão que subsidiou a proposta de exclusão encaminhada em 2003 pela Conservação Internacional e parceiros ao Governo Federal (Mapa 1), ainda não haviam informações sobre a dispersão de manchas de óleo na região do Banco dos Abrolhos e adjacências. Foi unânime entre os pesquisadores participantes desta reunião que a adoção de uma margem de segurança de 50 km seria o mínimo necessário para proteger o Banco em caso de derramamentos.

Contudo, os resultados das modelagens aqui efetuadas para os 13 cenários iniciais (Mapas 8-1 e 8-2) mostraram que uma distância de 50 km de raio para constituir a zona de amortecimento destas UCs não seria suficiente para proteger o PARNAM Abrolhos e a RESEX Corumbau, pois esta distância ainda possibilitaria que as referidas unidades fossem afetadas diretamente por derrames de óleo condizentes com os cenários modelados.

Como forma de assegurar resultados mais seguros, além das 13 simulações iniciais, 09 simulações adicionais foram efetuadas (Mapa 8-3), com a adoção de cenários mais severos (valores de ventos tomados a partir da média dos 50% maiores valores), condizentes com ventos comumente incidentes na região. Com isto, foi definida uma distância minimamente aceitável como área de exclusão, bem como uma área adjacente em que se propõe a adoção de regras rígidas de licenciamento ambiental, capazes de avaliar exaustivamente eventuais riscos ao PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau (Mapas 8-1, 8-2 e 8-3).

É muito importante ressaltar que todos os 22 cenários modelados não devem ser considerados conservativos do ponto de vista ambiental, sobretudo quando comparados aos cenários requeridos nos procedimentos de licenciamento ambiental no Brasil (Resolução CONAMA 293/01 impõe a necessidade de as modelagens serem efetuadas em cenários críticos de volume, ventos, correntes, e por um período de derrame de 30 dias ininterruptos e sem ações de recolhimento e dispersão).

Ao invés de utilizarmos os cenários críticos propostos pela Resolução CONAMA 293/01, bastante criticados pela indústria pela remota possibilidade de ocorrência, os parâmetros utilizados são razoáveis e condizentes com possibilidades reais de incidentes de derramamento de grande porte (dispersão de 1.500 m³ em tempo de cinco dias).

Cabe ainda ressaltar que as ações de recolhimento de óleo previstas nos Planos de Emergência Individuais dificilmente conseguem minimizar a níveis ambientalmente aceitáveis os efeitos dos

derrames, sobretudo em condições adversas de mar, quando o recolhimento do óleo é bastante dificultado. O caso do derramamento de óleo e metanol ocorrido em 2004 no Porto de Paranaguá - que atingiu extensa área do Parque Nacional do Superagui e impôs total limitação à pesca na região, e o recente derramamento de óleo na Baía da Guanabara, que atingiu a APA de Guapi-Mirim, são exemplos desta realidade.

6.7.4. Elementos considerados para as delimitações e restrições internas

As conformações propostas para as zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau e as restrições de uso para as atividades de E&P de hidrocarbonetos nos seus interiores foram orientadas a partir dos seguintes elementos:

(i) ***Critérios comuns para a delimitação:*** Características biológicas e oceanográficas da Região dos Abrolhos, limites marinhos e costeiros seguindo feições reconhecíveis em campo, cartas e mapas, e os resultados das simulações realizadas neste estudo, orientaram as propostas dos limites das zonas de amortecimento.

- **Limite Leste (limite marinho):** Como demonstram os Mapas 8-1, 8-2 e 8-3, a ***linha isobatimétrica dos 3.500 metros de profundidade*** foi a feição escolhida para ser o limite leste de ambas zonas de amortecimento, pois é capaz de englobar uma zona de segurança mínima para os casos de derramamentos similares aos modelados, bem como abrange desde ambientes marinhos costeiros de plataforma continental interna até ambientes de assoalho oceânico. Esta linha isobatimétrica abrange os montes submarinos Minerva e Hotspur e parte norte do Besnard, proporcionando a representatividade de ambientes que possivelmente possuíram íntima ligação à gênese do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte. Além disso, os montes submarinos são feições mundialmente enfocadas para a conservação dos oceanos, pela sua íntima correlação com a riqueza de espécies associadas ao fundo, conforme documento científico orientador do Grupo *Ad Hoc* da Comissão de Áreas Protegidas da Convenção para a Diversidade Biológica – CDB (UNEP/CBD/COP7 2005). Outra característica que justifica a escolha do limite leste em causa é a possibilidade de abrangência da faixa de deslocamento da Corrente do Brasil, que flui com intensidade pelos limites do Banco dos Abrolhos e Royal Charlotte e guarda íntimas relações com a conservação da fauna marinha destes bancos, como exemplificado por Nonaka *et al.* (2000).
- **Limite Oeste (limite costeiro):** Conforme discussões conduzidas ao longo deste trabalho e de Marchioro *et al.* (*no prelo*), a proteção ao PARNAM Abrolhos e à RESEX Corumbau está inegavelmente relacionada à proteção dos ambientes costeiros adjacentes, sobretudo os estuários e manguezais. No que se refere aos impactos potenciais de derramamentos, estes ambientes são considerados os mais severamente afetados, razão pela qual recebem valor de ISL 10. Sendo assim, o limite oeste proposto para as zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau não poderia deixar de abrangê-los. Sugerimos

que sejam considerados como limites oeste para a zona de amortecimento do PARNAM Abrolhos os ***limites terrestres da orla marítima, definidos no Capítulo IV, Seção I do Decreto 5.300/04***. Esta definição engloba os estuários (até onde houver salinidade de 0,5 partes por mil), manguezais, bem como outros elementos da paisagem costeira como as feições de praias, falésias, dunas, restingas, lagoas e lagunas e braços de mar. Margens de segurança que variam de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros, tomadas a partir do limite da preamar ou do final destes elementos, também constam do Decreto 5.300/04 e, portanto, devem fazer parte desta zona de amortecimento. A Ilha do Cassurubá, bem como os manguezais e restingas costeiras localizadas entre Caravelas e Nova Viçosa, estão inteiramente dentro da zona de amortecimento proposta. No caso da zona de amortecimento da RESEX Corumbau, além dos limites terrestres da orla marítima, deve ser analisada a possibilidade de inclusão das bacias hidrográficas que vertem para a unidade de conservação. Esta análise, entretanto, não fez parte do escopo deste trabalho.

- **Limites Norte e Sul:** Os limites norte e sul propostos para as zonas de amortecimento de ambas UCs foram definidos considerando as características oceanográficas da Região dos Abrolhos, as evidências de conectividade biológica entre as UCs e as demais áreas propostas, bem como a adoção de uma margem de segurança para os cenários de derrames mais distantes que poderiam afetar, ao norte e ao sul, o PARNAM Abrolhos e a RESEX Corumbau. A delimitação sul da zona de amortecimento do PARNAM Abrolhos foi proposta na latitude 19°38'S coincidindo, aproximadamente, com a desembocadura do Rio Doce, enquanto que a delimitação norte no paralelo 15°45'S. O limite sul da zona de amortecimento da RESEX Corumbau foi proposto como sendo o paralelo 17°21'S, coincidindo, aproximadamente, com a foz do Rio Jucuruçu, enquanto que o limite norte foi proposto como o mesmo utilizado para o PARNAM Abrolhos, ou seja, o paralelo 15°45'S.

(ii) **Identificação de áreas com diferentes níveis de restrição:** O pressuposto de que cenários de derramamento para a E&P de hidrocarbonetos nos pontos modelados neste trabalho apresentariam riscos diretos e mais prováveis às UCs, e a possibilidade de ocorrência de cenários mais graves nas imediações destas áreas, motivaram a proposição de dois níveis de restrição para as zonas de amortecimento:

- **Delimitação de áreas de exclusão para E&P de hidrocarbonetos em cada zona de amortecimento:** As áreas de exclusão delimitadas são aquelas em que se sugere terminantemente a proibição de quaisquer atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos, em razão dos riscos evidenciados às UCs pelos cenários modelados. Nestas áreas, não poderá haver concessões futuras de blocos, e as concessões já efetuadas deverão ser revogadas em razão da possibilidade de graves riscos ambientais. O limite sul da área de exclusão do PARNAM Abrolhos é sugerido no paralelo 18°54'S e o limite norte no paralelo 16°S. Para a RESEX Corumbau, o limite sul proposto para a área de exclusão coincide com o limite sul de sua zona de amortecimento (17°21'S – aproximadamente na

foz do Rio Jucuruçu), enquanto que o seu limite norte coincide com o limite norte proposto para a área de exclusão da zona de amortecimento do PARNAM Abrolhos (paralelo 16°S).

- **Delimitação de áreas de restrição para E&P de hidrocarbonetos:** As áreas de restrição aqui propostas compõem a totalidade das áreas integrantes das zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e da RESEX Corumbau que não são áreas de exclusão. Como se observa nos Mapas 8-1, 8-2 e 8-3, as áreas de restrição estão localizadas na porção sul da zona de amortecimento do PARNAM Abrolhos e na porção norte da zona de amortecimento de ambas UCs. A permissão das atividades de E&P de hidrocarbonetos nestas áreas deverá estar condicionada ao atendimento de exigências específicas no âmbito do licenciamento ambiental. Tais atividades somente poderão ser admitidas caso não sejam evidenciados riscos ao PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau, bem como a ambientes recifais e manguezais inseridos nas áreas de exclusão adjacentes.

Os limites das zonas de amortecimento e das áreas de exclusão propostas para o PARNAM Abrolhos, RESEX Corumbau e para ambos estão representados, respectivamente, nos Mapas 8-4, 8-5 e 8-6.

(iii) Exigências específicas nas áreas de restrição para E&P de hidrocarbonetos: Sugere-se que a avaliação da possibilidade de admissão de atividades de E&P nas áreas de restrição seja conduzida mediante a consideração dos seguintes aspectos quando do licenciamento ambiental:

- **Elaboração de EIA/RIMA envolvendo a discussão conjunta de todas as etapas da E&P de hidrocarbonetos** (sísmica, perfuração, produção/escoamento e desativação). Não deverão ser concedidas licenças pertinentes às fases de sísmica e perfurações sem antes haver ocorrido o aceite de todos os aspectos relacionados, inclusive, a fase de produção e escoamento;
- **Obtenção prévia de dados meteoceanográficos primários** (ventos, correntes costeiras, ondas e correntes de maré) capazes de proporcionar a correta calibração e validação dos modelos a serem utilizados, em séries temporais representativas para estes fins;
- **Consideração de cenários críticos determinísticos com inversão de ventos e correntes e tempestades oceânicas;**
- **Criação de Comissão Técnica *ad hoc*** para fornecer diretrizes técnicas a serem exigidas nos Termos de Referência para as atividades de E&P de hidrocarbonetos e posterior avaliação dos aspectos técnicos das modelagens. Esta Comissão Técnica *ad hoc* deverá ser criada por ato do IBAMA, com participação de pesquisadores especialistas na área,

representantes de ONGs e representantes do IBAMA. Esta comissão deverá assegurar-se de que as exigências técnicas dos termos de referência serão capazes de fornecer subsídios seguros para avaliar os riscos ao PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau. Deverá, posteriormente, avaliar os resultados das modelagens de dispersão de óleo apresentadas no EIA, emitindo parecer claro e conclusivo acerca da confiabilidade dos cenários modelados e riscos decorrentes para as UCs em causa.

- **Realização de audiências públicas somente após a emissão de parecer conclusivo da Comissão Técnica *ad hoc***, que deverá ser claramente exposto, nas audiências, à sociedade civil.

A Tabela 6-3 sintetiza os limites e zoneamento interno proposto para as zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau.

Tabela 6-3. Síntese dos limites e zoneamento interno das zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau

Descrição	Zona Interna	Limite Norte	Limite Sul	Limite Terrestre	Limite Marítimo	Restrições para E&P de hidrocarbonetos
Zona de amortecimento do PARNAM Abrolhos	Área de Restrição Norte	15°45'S	16°S	Limite da orla marítima definida pelo Decreto 5.300/04	Isóbata de 3.500 metros	Atividade condicionada a estudos específicos e aval de comissão ad hoc
	Área de Exclusão	16°S	18°54'S			Exclusão total das atividades de E&P de hidrocarbonetos
	Área de Restrição Sul	18°54'S	19°38'S (foz do Rio Doce)			Atividade condicionada a estudos específicos e aval de comissão ad hoc
Zona de amortecimento da RESEX Corumbau	Área de Restrição Norte	15°45'S	16°S	A ser definido conforme estudo adicional considerando as bacias hidrográficas que vertem para a UC		Atividade condicionada a estudos específicos e aval de comissão ad hoc
	Área de Exclusão RESEX	16°S	17°21'S (foz do Rio Jucuruçu)			Exclusão total das atividades de E&P de hidrocarbonetos

7. CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho remetem às seguintes conclusões:

- (i) É urgente a necessidade de delimitação das zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau, dado o avanço da exploração e produção de petróleo e gás em áreas que podem comprometer os objetivos destas UCs. Considerando o excessivo tempo necessário para a revisão dos planos de manejo destas UCs e o nível de aprofundamento deste trabalho, sugerimos a imediata delimitação destas zonas de amortecimento;
- (ii) A melhor alternativa administrativa é a delimitação de zonas de amortecimento independentes para o PARNAM Abrolhos e a RESEX Corumbau, especialmente em função das diferenças inerentes às categorias de manejo e da autonomia administrativa de cada uma delas;
- (iii) Os limites propostos neste estudo são suficientes para abranger os ambientes marinhos e costeiros mais relevantes para a conservação de ambas UCs, além de possibilitarem interação com as políticas públicas de zoneamento ambiental, especialmente o Decreto 5.300/04;
- (iv) O zoneamento interno de ambas zonas de amortecimento deve contar com áreas de exclusão (proibição total de atividades de petróleo e gás) e áreas de restrição (em que as atividades de E&P de hidrocarbonetos estarão condicionadas a exigências técnicas específicas capazes de garantir a proteção das UCs);
- (v) As simulações efetuadas demonstram que, em condições de verão, derrames ocorridos em distâncias de mais de 200 km podem alcançar as UCs. Em condições de inverno, excetuadas as situações de inversão de correntes, a dispersão é bem mais restrita;
- (vi) Estudos mais específicos e que considerem forçantes de meso-escala, inversão de correntes e derrames ocorridos no fundo devem ser conduzidos na ocasião da realização dos planos de manejo de ambas as UCs, como forma de testar a necessidade de ampliação das áreas de restrição, especialmente sob a influência do Vórtice de Vitória;
- (vii) Estudos complementares sobre a pesca, o turismo e demais atividades realizadas na região são importantes para complementar o zoneamento interno das zonas de amortecimento do PARNAM Abrolhos e RESEX Corumbau. No entanto, estes estudos poderão ser efetuados após a delimitação oficial destas zonas de amortecimento.

8. BIBLIOGRAFIA

- ANP (2003). *Site* da Agência Nacional do Petróleo na Internet – Round 5. www.anp.gov.br
- ANP (2004). *Site* da Agência Nacional do Petróleo na Internet – Round 6. www.anp.gov.br
- Asmus, H. E. (1970). Banco de Abrolhos: Tentativa de interpretação genética. Rio de Janeiro, Petrobrás, Dexpro. Diver.
- BAHIA PESCA (1999). Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Estado da Bahia em 1998 Bahia Pesca S/A, SEAGRI, Gov. da Bahia.
- BAHIA PESCA (2003). Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Estado da Bahia em 2002 Bahia Pesca S/A, SEAGRI, Gov. da Bahia.
- Boeckman, C. E., Hazin, F. H. V. & Hazin, H. G. (2001). Distribuição e abundância relativa de peixes demersais capturados na costa brasileira, entre São Luís-MA e Cabo Frio-RJ. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, 9(1): 205-226.
- Boyer, P.R. 1969. Structure of the continental margin of Brazil – Natal to Rio de Janeiro. Tese PhD. 43 pp. University of Illinois, USA.
- Boebel, O.; Davis, R. E.; Ollittraut, M.; Peterson, R. G.; Richard, P. L.; Schmid, C. & Zenk, W. (1999) The intermediate depth circulation of the Western South Atlantic. *Geophys. Res. Lett.*, 26(21): 3329-3332.
- Campos, E. J. D.; Gonçalves, J. E. & Ikeda, Y. (1995) Water mass structure and geostrophic circulation in the South Brazil Bight - Summer of 1991. *J. Geophys. Res.*, 100(C9): 18537-18550.
- Castro, B. M. (1996) Correntes e Massas de Água da Plataforma Continental do Norte de São Paulo. Tese (Livre Docência), Instituto Oceanográfico da USP, 248 pp. São Paulo, SP.
- Castro, B. M. & Miranda, L. B. de. (1998). Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. In Robinson Brink, A. R. & Brink, K. H. (Eds), *The Sea*, 11: 209-251.
- CEFAS (2001). North sea fish and fisheries. Strategic Environmental Assessment – SEA 2. DTI Technical Report 003. London.



SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL MARINHO DOS ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO CORUMBAU POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO

- CEPENE (1999). Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina no estado da Bahia – 1998. Edições IBAMA. Tamandaré, PE.
- Cirano, M. & Middleton, J. F. (2004). Aspects of the Mean Wintertime Circulation along Australia's Southern Shelves: Numerical Studies. *J. Phys. Oceanogr.*, 34(3): 668-684.
- Costa, P.A.S., Braga, A.C. & Rocha, L.O.F. (2003). Reef fisheries in Porto Seguro, eastern Brazilian coast. *Fish. Research* 60, 577-583.
- De Paula, A. C., Silveira, I. C. A. & Cirano, M. (2004). A origem da Corrente do Brasil. Resumos do II Simpósio Brasileiro de Oceanografia, São Paulo.
- Dominguez, J.M.L. (2000). Projeto Costa do Descobrimento: Avaliação da Potencialidade Mineral e Subsídios Ambientais para o Desenvolvimento Sustentado dos Municípios de Belmonte, Santa Cruz Cabrália, Porto Seguro e Prado. CD –ROM CBPM/CPRM/UFBA, Salvador.
- Emilson, I. (1961). The shelf and coastal waters of Southern Brazil. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, v. 7, n. 2, p. 101-112.
- Evans, D. L., Signorini, S. R. & Miranda, L. B. (1983). A note on the Brazil Current. *J. Phys. Oceanogr.*, v. 13, n. 9, p. 1732-1738.
- Evans, D. L. & Signorini, S. R. (1985). Vertical structure of the Brazil Current. *Nature* 315: 48-50.
- Francini-Filho, R.B. (2003). Monitoramento das Assembléias de Peixes nos Recifes Itacolomis, Reserva Extrativista (RESEX) Marinha do Corumbau e Monitoramento das Assembléias de Peixes no Recife das Timbebas, Parque Nacional Marinho (PARNAM) dos Abrolhos, e áreas adjacentes desprotegidas. Relatório de atividades, Conservação Internacional, Caravelas, BA.
- Gaeta, S. A.; Lorenzzetti, J. A.; Miranda, L.B.; Susini-Ribeiro, S. E. & Pompeu, M. (1999) The Vitória Eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral 1995. *Arch. Fish. Mar. Res.* 47: 253-270.
- Garfield III, N. (1990). The Brazil Current at subtropical latitudes. Tese (Doutorado) – University of Rhode Island, E.U.A. 121 pp.
- Gell, F.R. & Roberts C.M. (2003). Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution* 18(9): 448-455.
- Hellerman, S. & Rosenstein, M. (1983). Normal monthly wind stress over the world ocean with error estimates. *J. Phys. Oceanogr.* 13: 1093-1104.



SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL MARINHO DOS ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO CORUMBAU POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO

- IBAMA (2002a). Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica. DIREC/IBAMA. Brasília.
- IBAMA (2002b). Plano de Uso Público para o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. DIREC/IBAMA, Caravelas, BA.
- IBAMA (2003a). Guia de Licenciamento para Perfurações Marítimas de óleo e Gás. ELPN/IBAMA. Brasília, DF.
- IBAMA (2003b). Guia de Licenciamento para Sísmicas Marítimas de óleo e Gás. ELPN/IBAMA. Brasília, DF.
- Ikeda, Y.; Miranda, L. B. & Rock, N. J. (1974). Observation on the stages of the upwelling in the region of Cabo Frio (Brazil) as conducted by surface temperature and salinity observations. *Bol. Inst. Oceanogr.* 23: 33-46.
- Leão, Z. M. de A. N. & Lima, O. A. L. (1982). Caracterização do substrato dos recifes de corais holocênicos a partir de sísmica de refração e de perfuração. *Rev. Bras. Geoc.* 12 (4): 531-535.
- Leão, Z. M. de A. N. (1983). Abrolhos – o refúgio pleistocênico de uma fauna terciária de corais. *Ciências da Terra* (80): 22-24.
- Lessa, M. & Cirano, M. (2004). On the Circulation of Coastal Channel within the Abrolhos Coral-Reef System – Southern Bahia (17°40'S), Brazil. *J. Cos. Res.* 39 (no prelo).
- Levitus, S. & Boyer, T. P. (1994). World Ocean Atlas 1994. Technical Report Vol. 4, NODC, Ocean Climate Laboratory, 117 pp.
- Lima, J. A. M. (1997). Oceanic Circulation on the Brazilian Shelf Break and Slope at 22° S. Tese (Doutorado), University of New South Wales, Australia, 164 pp.
- Marchioro, G.B., M.A. Nunes, G.F. Dutra, R.L. Moura & P.G.P. Pereira. (no prelo). Avaliação de impactos da exploração e produção de hidrocarbonetos no Banco dos Abrolhos e Adjacências. *Megadiversidade*.
- Martins, C.C.A. (2004). O uso do sistema de informações geográficas como ferramenta na identificação de áreas prioritárias para a conservação da população de baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, em seu sítio reprodutivo na costa leste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Brasília, Brasília, DF.
- Mascarenhas, A. S.; Miranda, L. B. & Rock, N. J. (1971). A Study of the Oceanographic Conditions in the Region of Cabo Frio. In: *The Fertility of the Sea*, Editor: J.D. Costlow., Vol I., pp. 285-308.



SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL MARINHO DOS ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO CORUMBAU POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO

- Michel, J. (2000). Assesment and Recommendations for the Oil Spill Cleanup of Guanabara Bay, Brazil. *Spill Sci. Technol. B.* 6(1): 89-96.
- Miranda, L. B. & Castro Filho, B. M. (1981). Geostrophic flow conditions of the Brazil Current at 19°S. *Ciencia Interamericana*, 22(1-2): 44-48.
- MMA (2002a). Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha. 26p. MMA/SBF, Brasília, DF.
- MMA (2002b). Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo. MMA/SQA, Brasília, DF.
- MMA (2003). Atlas dos recifes de coral nas unidades de conservação brasileiras. MMA/SBF/DAP, Brasília, DF.
- NEWFIELD/ENSR, 2003. Estudo ambiental para a atividade de levantamento de dados sísmicos marítimos 3D, não exclusivos, no bloco BM-ES-20, na bacia do Espírito Santo. ELPN/IBAMA T.R. n.070/02.
- NOAA, ADIOS. (1994). Automated Data Inquiry for Oil Spills, User's Manual. NOAA. Office of Response and Restoration. Hazardous Materials Response Division, Seattle, Washington.
- NOAA, GNOME. (2002). General NOAA Oil Modeling Environment - User's Manual. NOAA. Office of Response and Restoration. Hazardous Materials Response Division, Seattle, Washington, 91 pp.
- NOAA (2001a). Introduction to coastal habitats and biological resources for spill response. National Oceanic Atmospheric Administration – Office of Response and Restoration. Washington.
- NOAA (2001b). Toxicity of oil to reef-building corals: a spill response perspective. National Oceanic Atmospheric Administration – Office of Response and Restoration. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 8. Washington.
- NOAA (2001c). Oil spills in coral reefs: planning and response considerations. National Oceanic Atmospheric Administration – Office of Response and Restoration. Washington.
- Nonaka, R.H.; Matsuura, Y & Suzuki, K. (2000) Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fishery Bulletin* 98. pp. 767 – 784.
- Paiva, M.P., Rocha, C.A.S., Gomes, A.M.G. & Andrade, M.F. (1996). Fishing grounds of bottom-liners on the continental shelf of the southeast Brazil. *Fish. Manage. Ecol.* 3: 25-33.



*SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL
MARINHO DOS ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO CORUMBAU POR MEIO DA
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO*

- Patin, S. (1999). Environmental impacts of the offshore oil and gas industry. Site www.offshore-environment.com
- Peterson, R. G. & Stramma, L. (1991). Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. *Prog. Oceanogr.*, 26(1): 1-73.
- Prates, A.P. (2003). Recifes de coral e unidades de conservação costeiras e marinhas no Brasil: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da biodiversidade. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- PRODETUR NE II (2002). Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável - Costa do Descobrimento. Fundação Getúlio Vargas/ HVS International/ SUDETUR/ Governo do Estado da Bahia. São Paulo, SP.
- PRODETUR NE II (2003). Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável - Costa das Baleias. Fundação Getúlio Vargas/ HVS International/ SUDETUR/ Governo do Estado da Bahia. São Paulo, SP.
- Reed, M; Johansen, O; Brandvik, P. J.; Daling, P.; Lewis, A.; Fiocco, R.; Mackay, D. & Prentki, R. (1999). Oil Spill Modeling towards the Close of the 20th Century: Overview of the State of the Art. *Spill Sci. Technol. B.*, 5(1): 3-16.
- Reid, J. L. (1989). On the total geostrophic circulation of the South Atlantic Ocean: Flow patterns, tracers, and transports. *Prog. Oceanogr.*, 23: 149-244.
- REVIZEE (2000). Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil – Região Central. Relatório do Programa REVIZEE, 97 p.
- REVIZEE (2001). Reunião nacional de integração de resultados do Programa REVIZEE. Relatório Síntese - Área de estatística pesqueira, dinâmica de populações e avaliação de estoques – Score Central. CD – ROM. SECIRM/MMA.
- SCHLUMBERGER/OCEANSAT, 2002. Estudo ambiental para levantamento de dados sísmicos marítimos 3D. Bacias de Cumuruxatiba, Jequitinhonha, Camamu, Almada e Mucuri. TR ELPN/IBAMA n.500/02.
- Schmitz, W. J. (1995). On the interbasin-scale thermohaline circulation. *Rev. Geophys.*, 33: 151-173.
- Schmid, C.; Schafer, H.; Podestá, G.; Zenk, W. (1995). The Vitória Eddy and Its Relation to the Brazil Current. *J. Phys. Oceanogr.*, 25: 2532-2546.
- Signorini, S. R. (1978). On the circulation and volume transport of the Brazil Current between Cape São Tomé and Guanabara Bay. *Deep Sea Res.*, 25: 481-490.

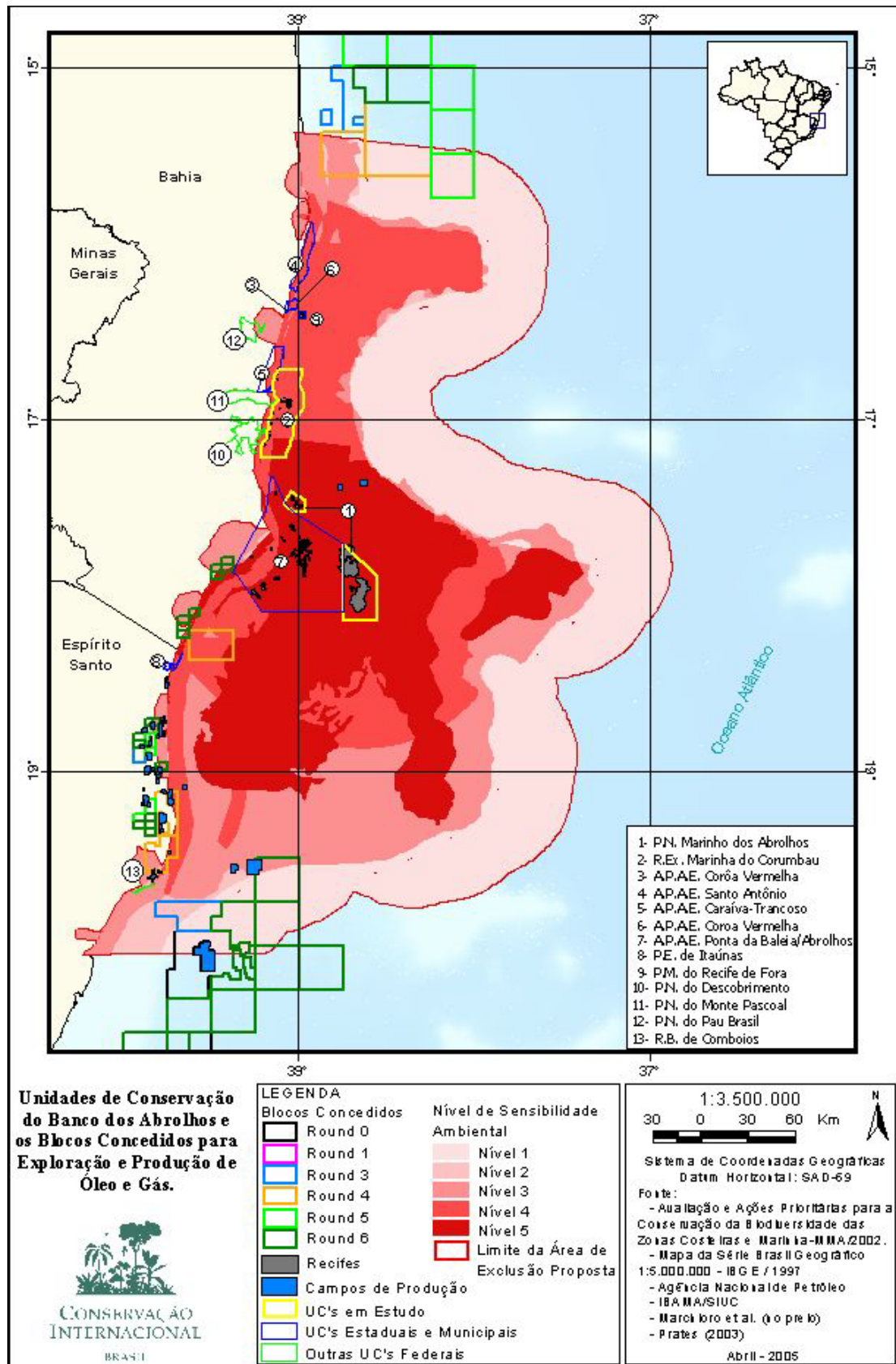


SUBSÍDIOS PARA A DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL MARINHO DOS ABROLHOS E RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO CORUMBAU POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS DE DERRAMAMENTOS DE ÓLEO

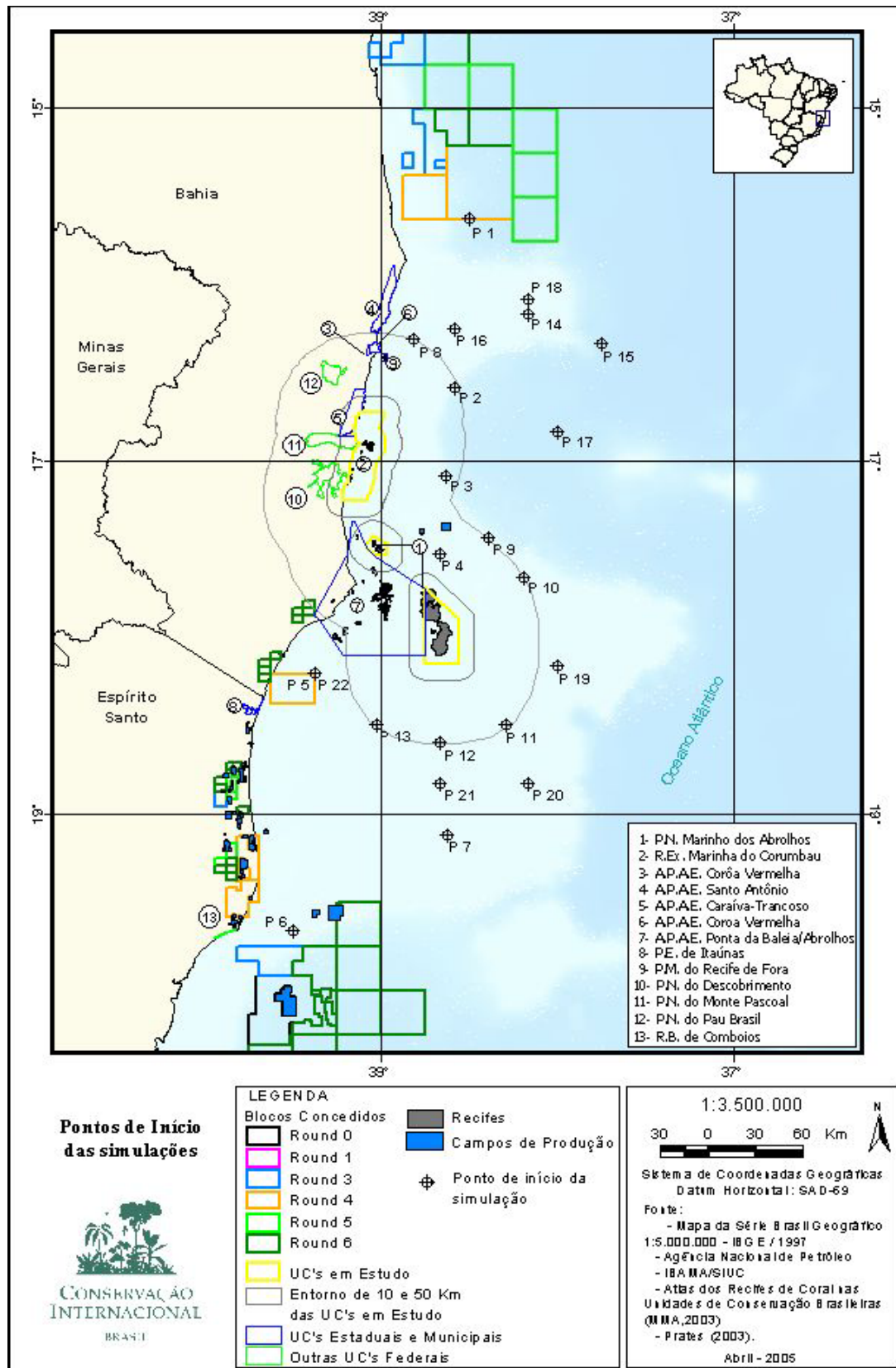
- Signorini, S. R.; Miranda, L. B.; Evans, D. L. & Stevenson, M. (1989). Corrente do Brasil: estrutura térmica entre 19° e 25°S e circulação geostrófica. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 37: 33-49.
- Silveira, I. C. A.; Miranda, L. B. & Brown, W. S. (1994). On the origin of the North Brazil Current. *J. Geophys. Res.*, 99(C11): 22501-22512.
- Silveira, I. C. A.; Schmidt, A. C. K.; Campos, E. J. D.; Godoi, S. S. de & Ikeda, Y. (2000). A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. *Rev. Bras. Oceanogr.*, 48(2): 171-183.
- Silveira, I. C. A.; Calado, L.; Castro Filho, B. M.; Cirano, M.; Lima, J. A. M. & Mascarenhas JR., A. S. (2004). On the baroclinic structure of the Brazil Current-Intermediate Western Boundary Current System. *Geophys. Res. Lett.*, 31: L14308-4313.
- Spaulding, M. L. (1994). Application of Three-Dimensional Oil Spill Model (WOSM/OILMAP) to Hindcast the *Braer* Spill. *Spill Sci. Technol. B.*, 1: 23-35.
- Stramma, L.; Ikeda, Y. & Peterson, R. G. (1990). Geostrophic transport in the Brazil Current region. *Deep-Sea Res.*, 37(1): 1875-1886.
- Stramma, L. (1991). Geostrophic transport of the South Equatorial Current in the Atlantic, *J. Mar. Res.*, 49(2): 281-294.
- Stramma, L. & England, M. (1999). On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *J. Geophys. Res.*, 104(C9): 20863-20883.
- Sverdrup, H.U.; Johnson, M.W. & Fleming, R. H. (1942). *The Oceans: their physics, chemistry and general biology*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall Inc., 1087 pp.
- Terborgh, J. & Van Schaik, C. (2002). Porque o mundo necessita de Parques. In: *Tornando os Parques Eficientes: estratégias para a conservação da natureza nos trópicos*. Fundação O Boticário/UFPR. 518 p., Curitiba, PR.
- UNEP/CBD/COP7 (2005). Scientific information on biodiversity in marine areas beyond the limits of national jurisdiction. Note by executive secretary. Ad Hoc Open-Ended Group on Protected Areas. Draft for Review in First Meeting, Italy.
- Weatherly, G. L. (1993). On deep-current and hydrographic observations from a mudwave region and elsewhere in the Argentine basin. *Deep-Sea Res. II*, 40(4/5): 939-961.

ANEXO – MAPAS

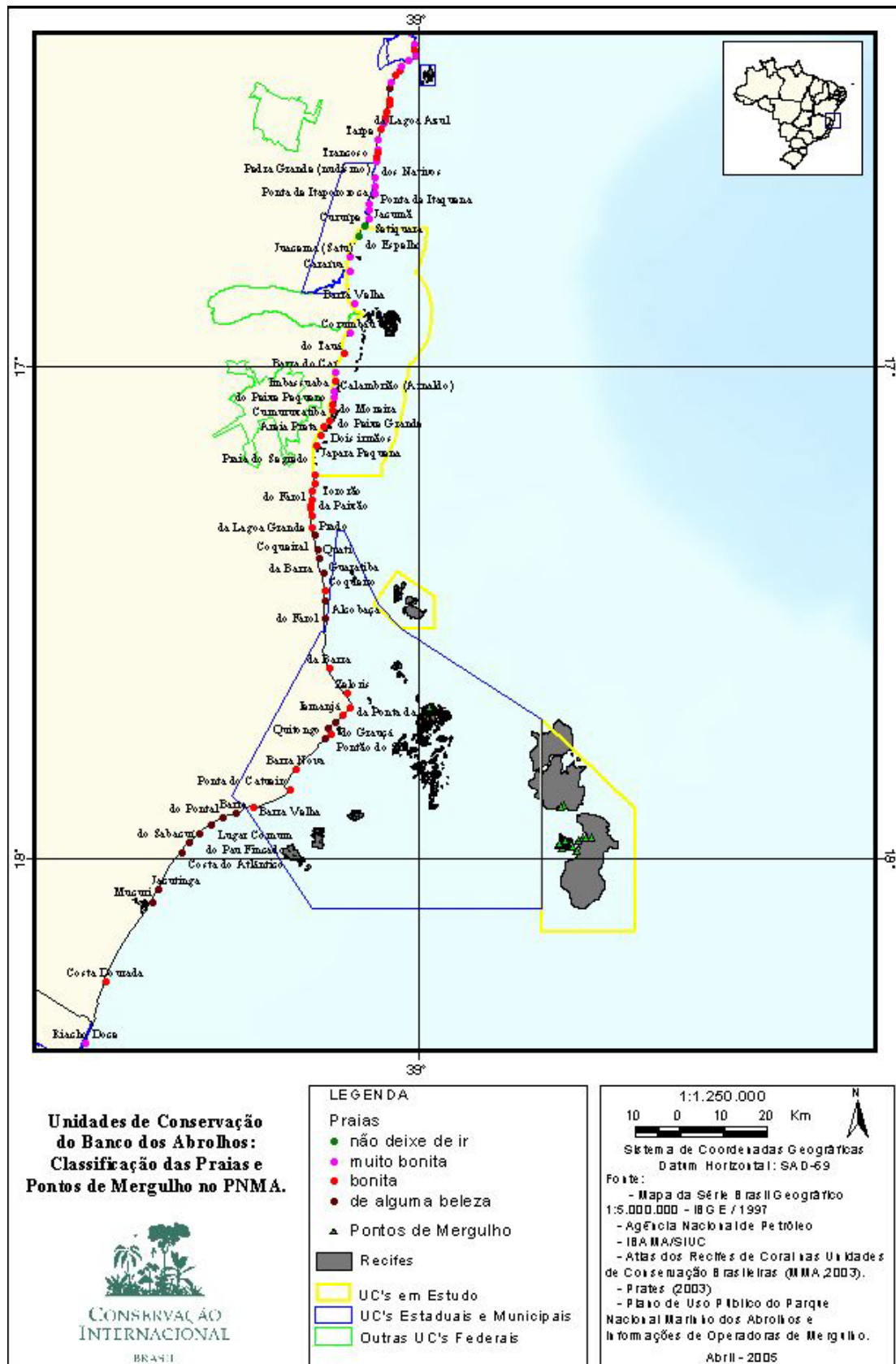
Mapa 1



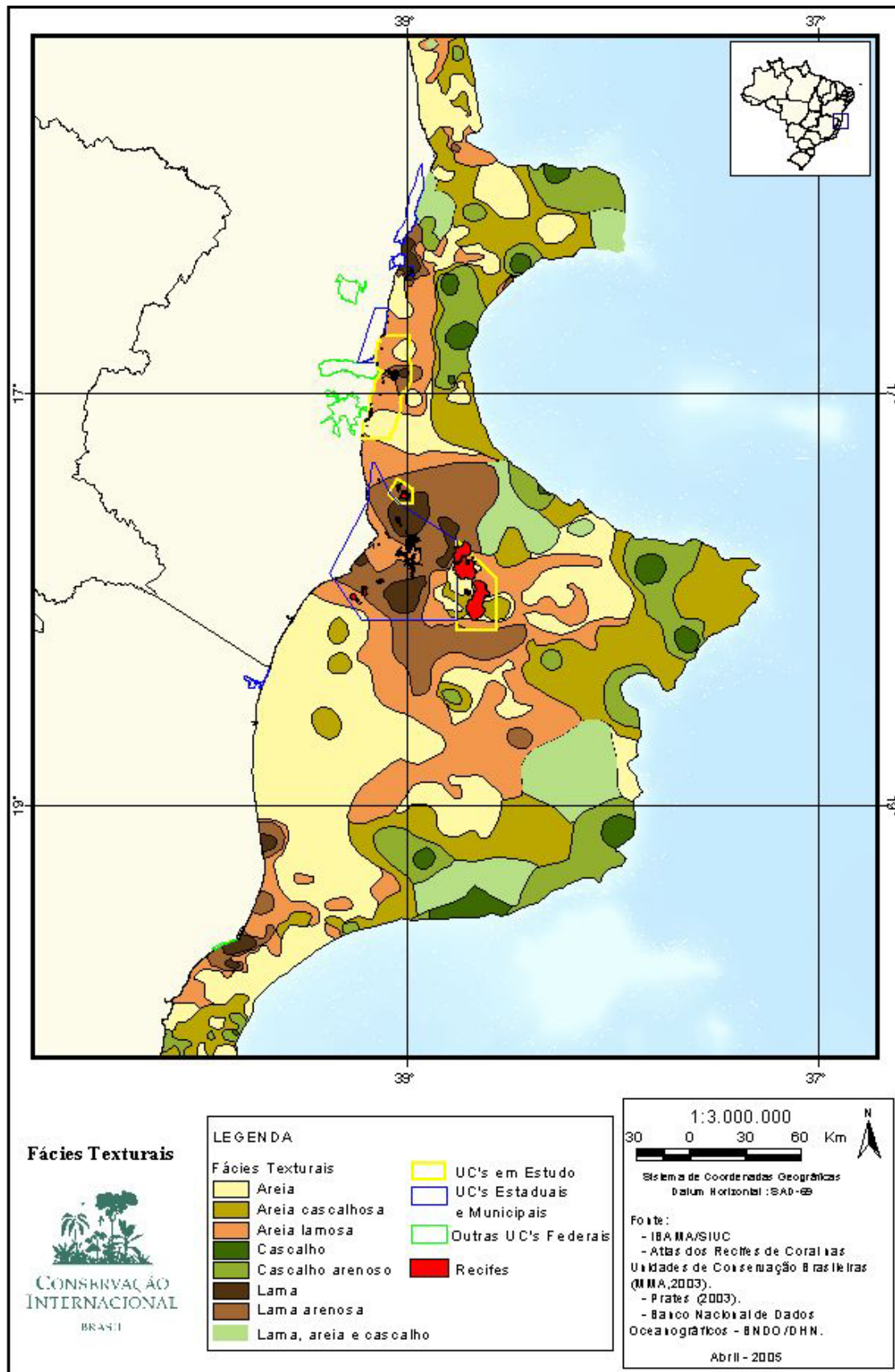
Mapa 2



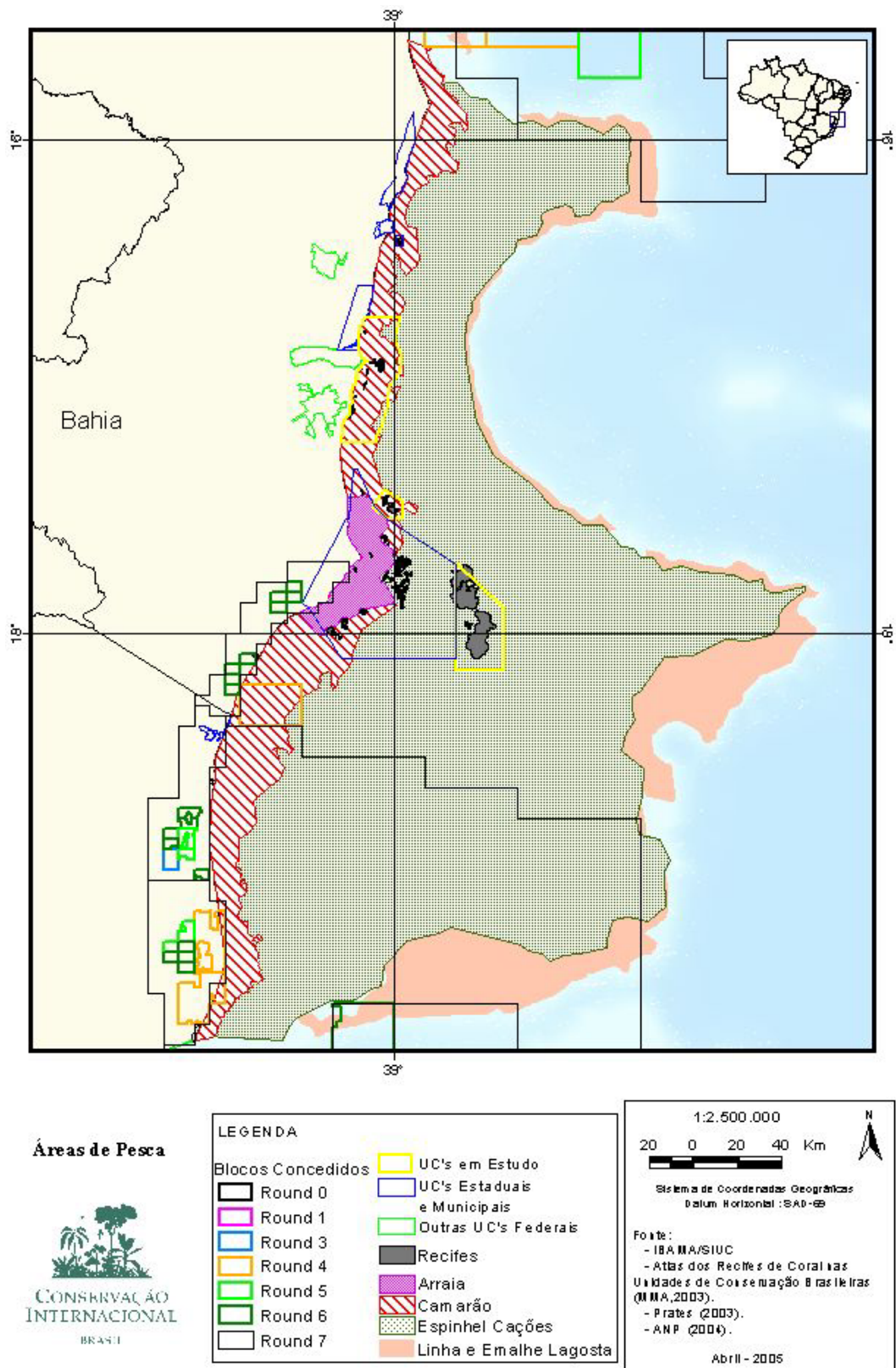
Mapa 3



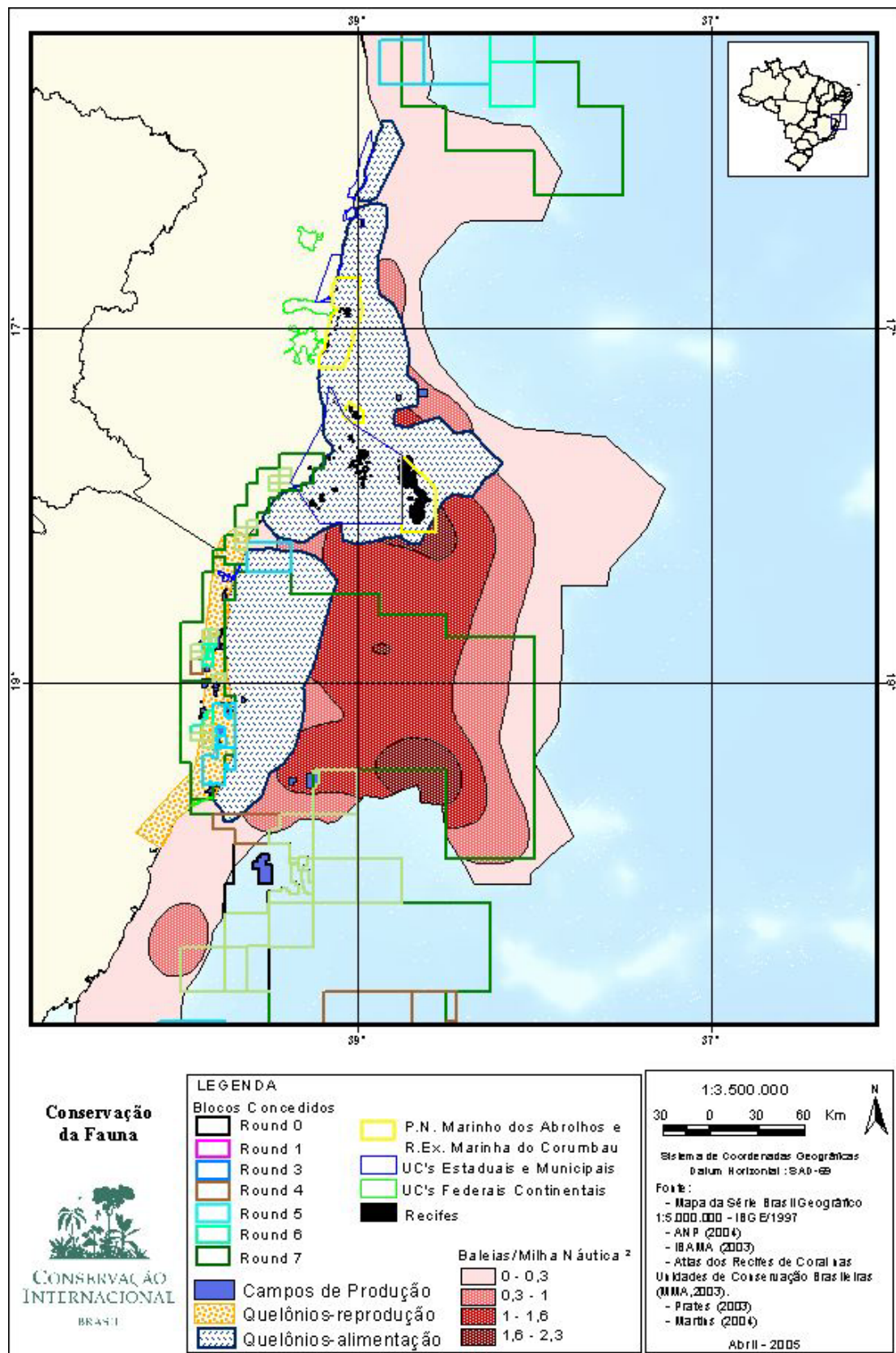
Mapa 4



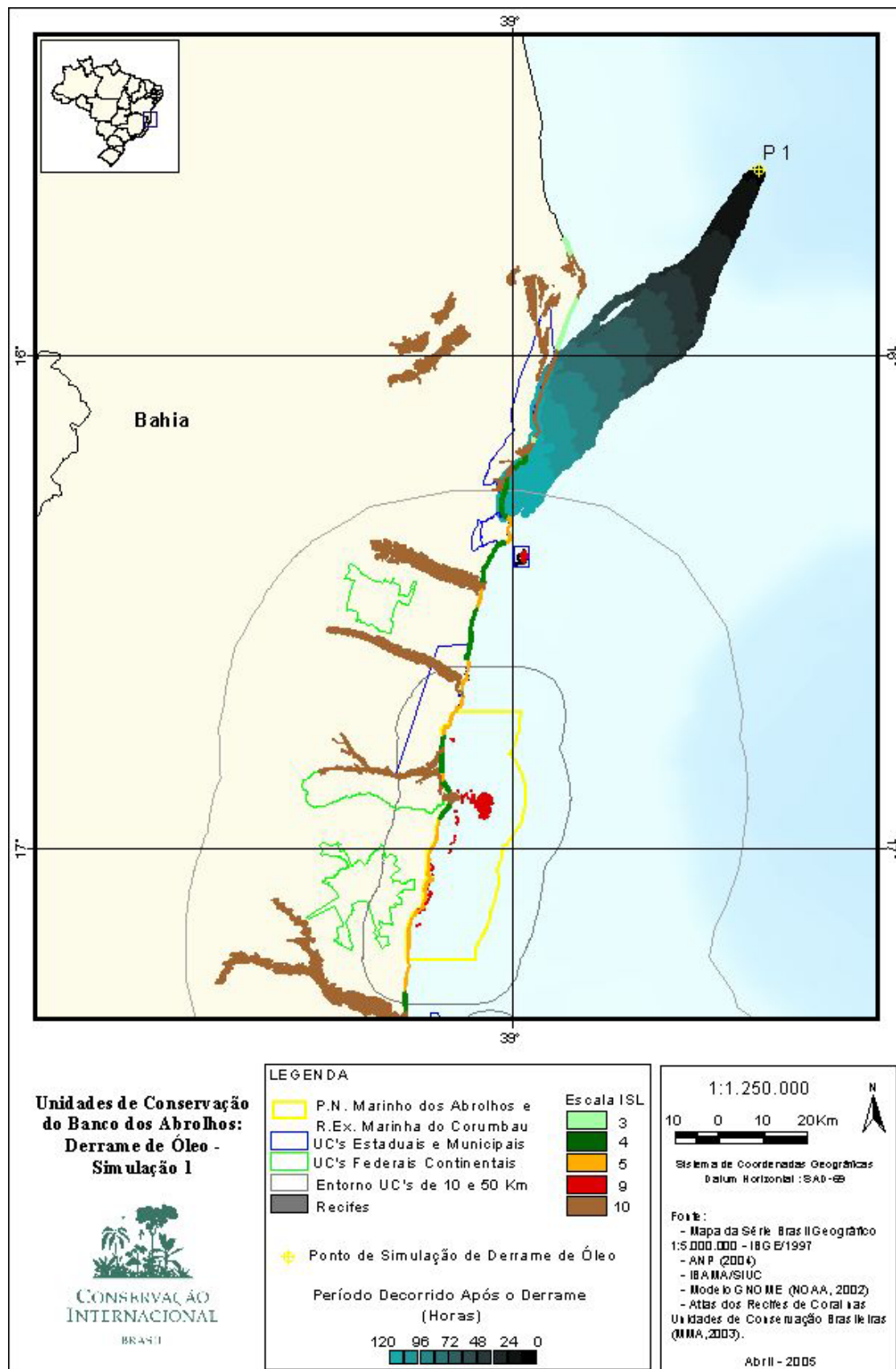
Mapa 5



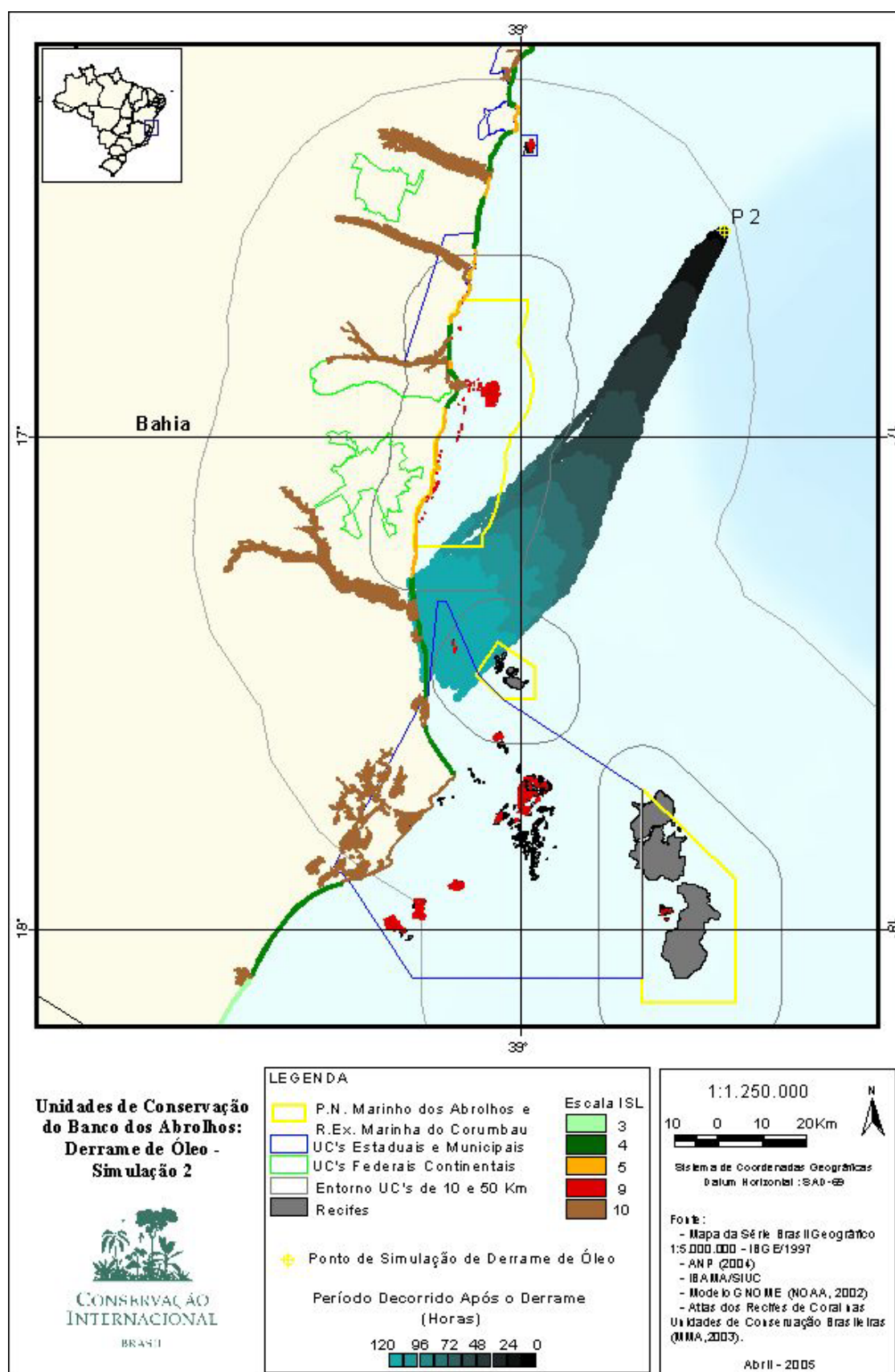
Mapa 6



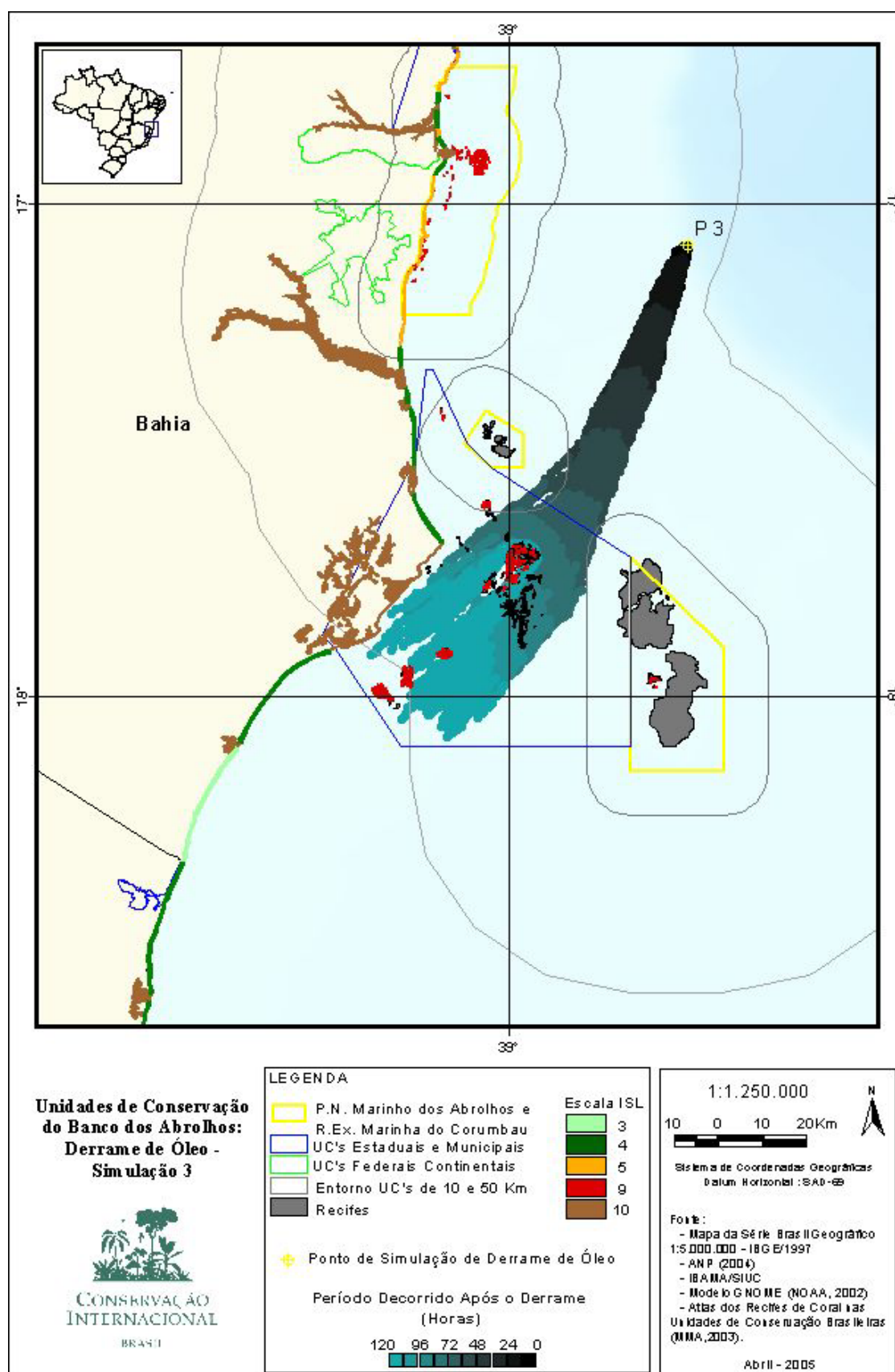
Mapa 7-1



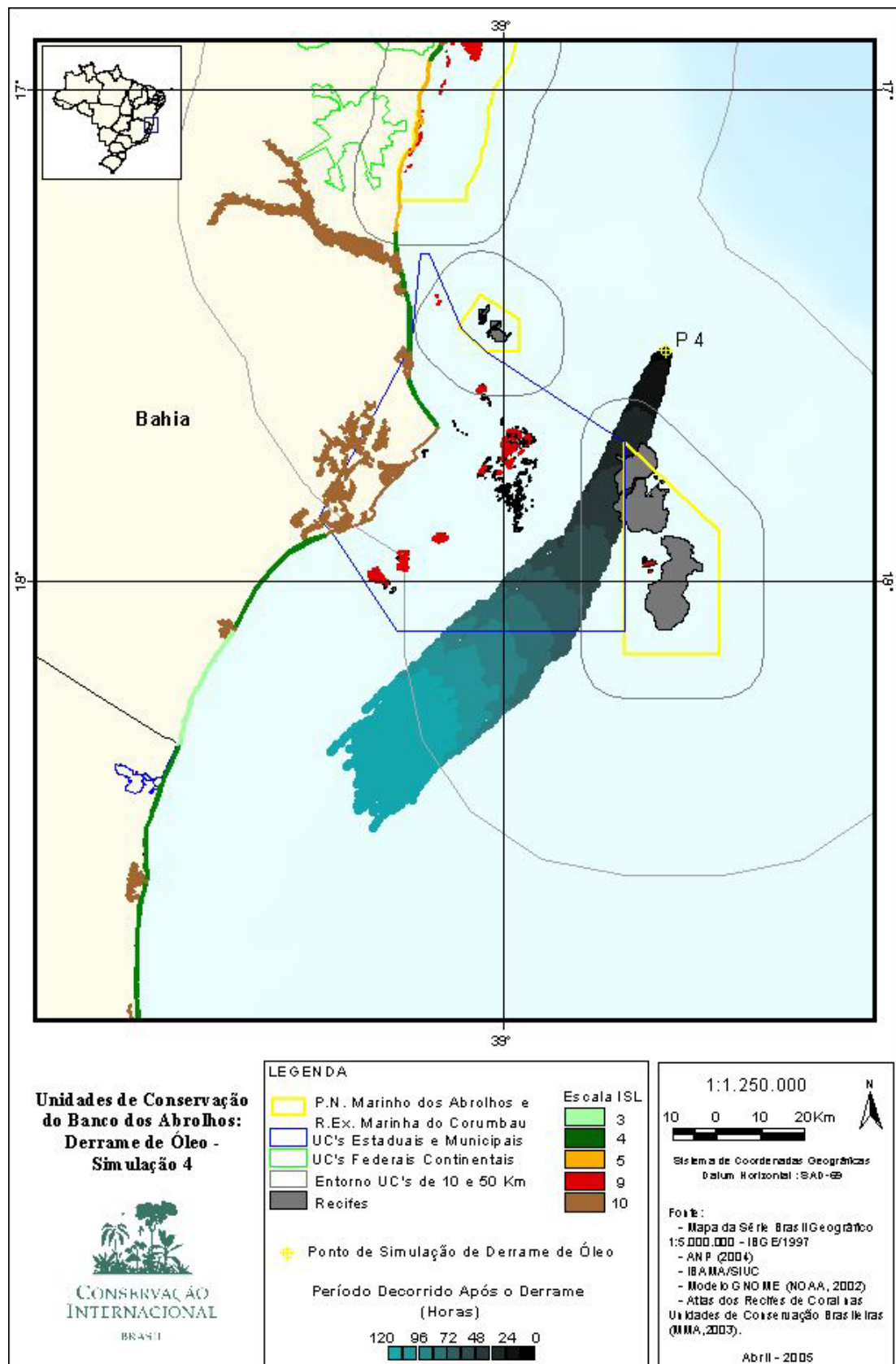
Mapa 7-2



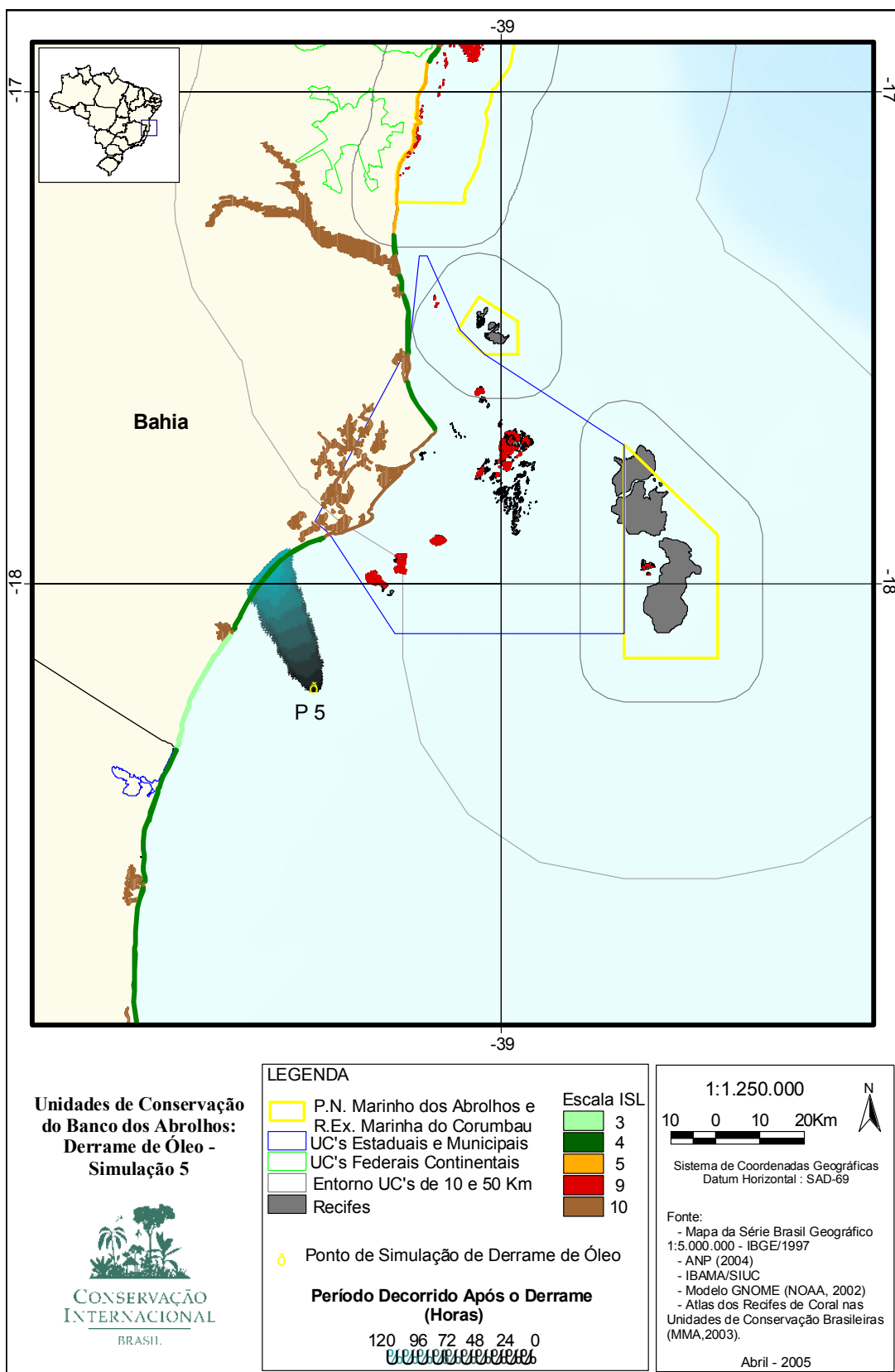
Mapa 7-3



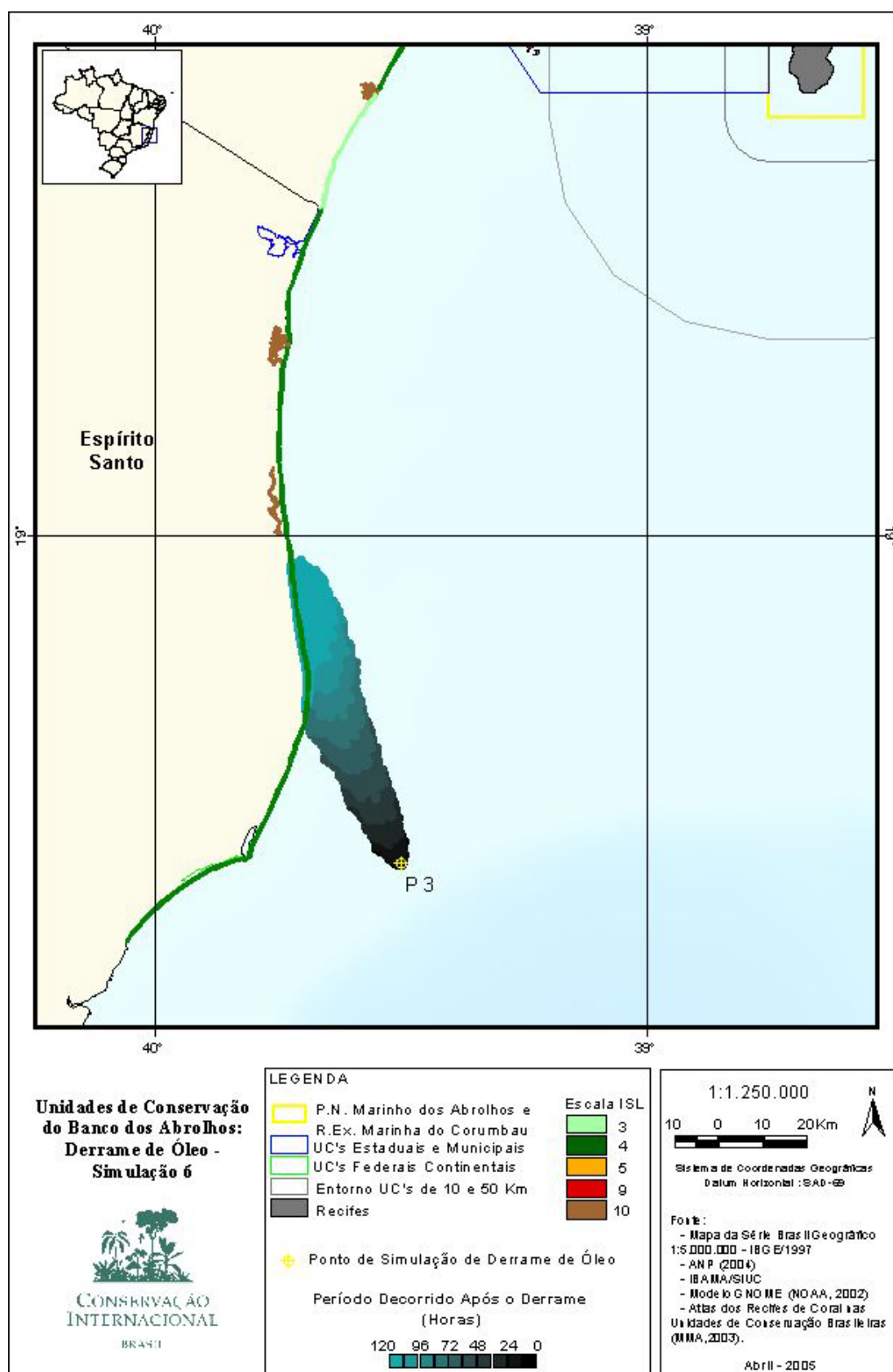
Mapa 7-4



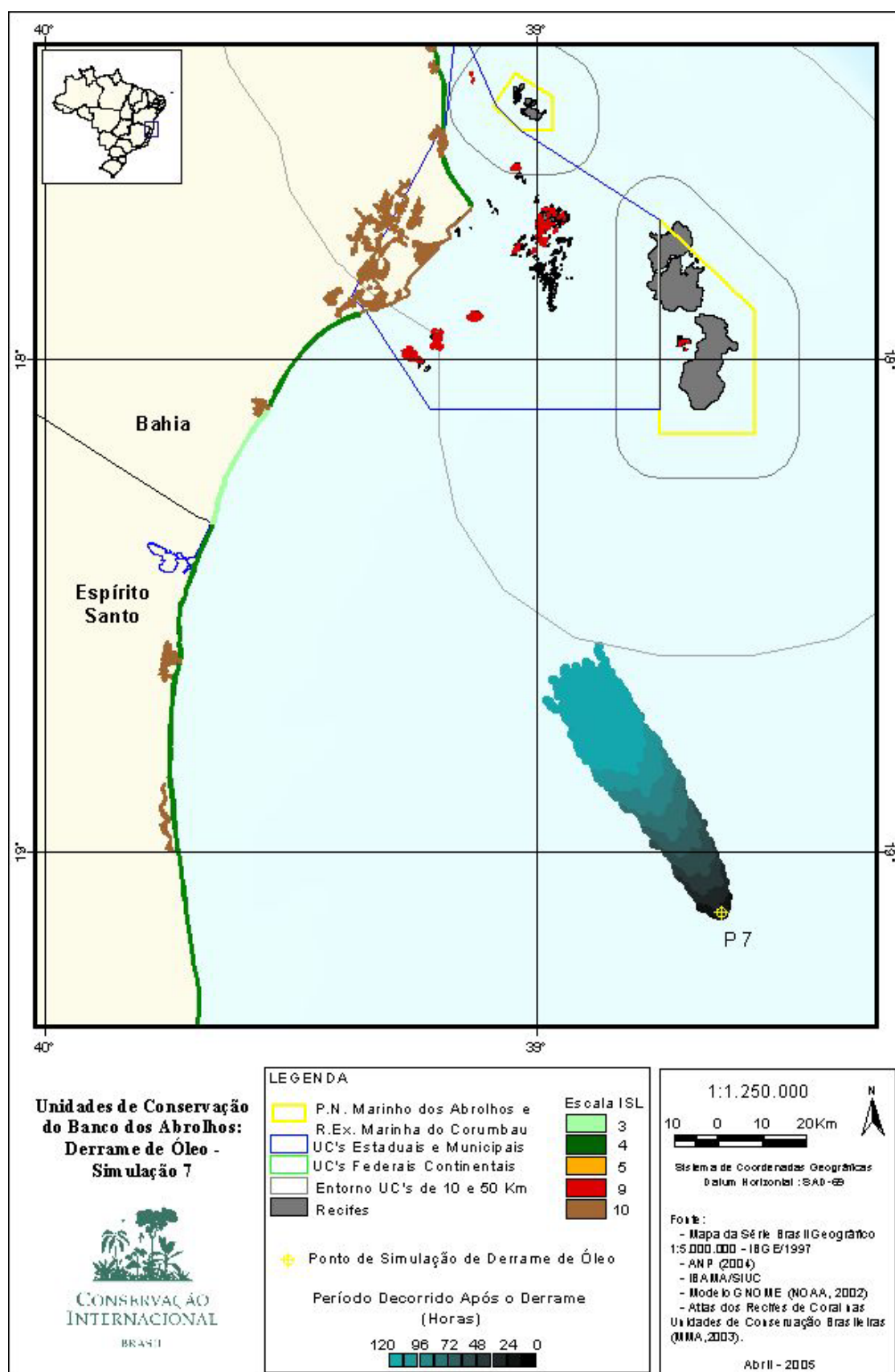
Mapa 7-5



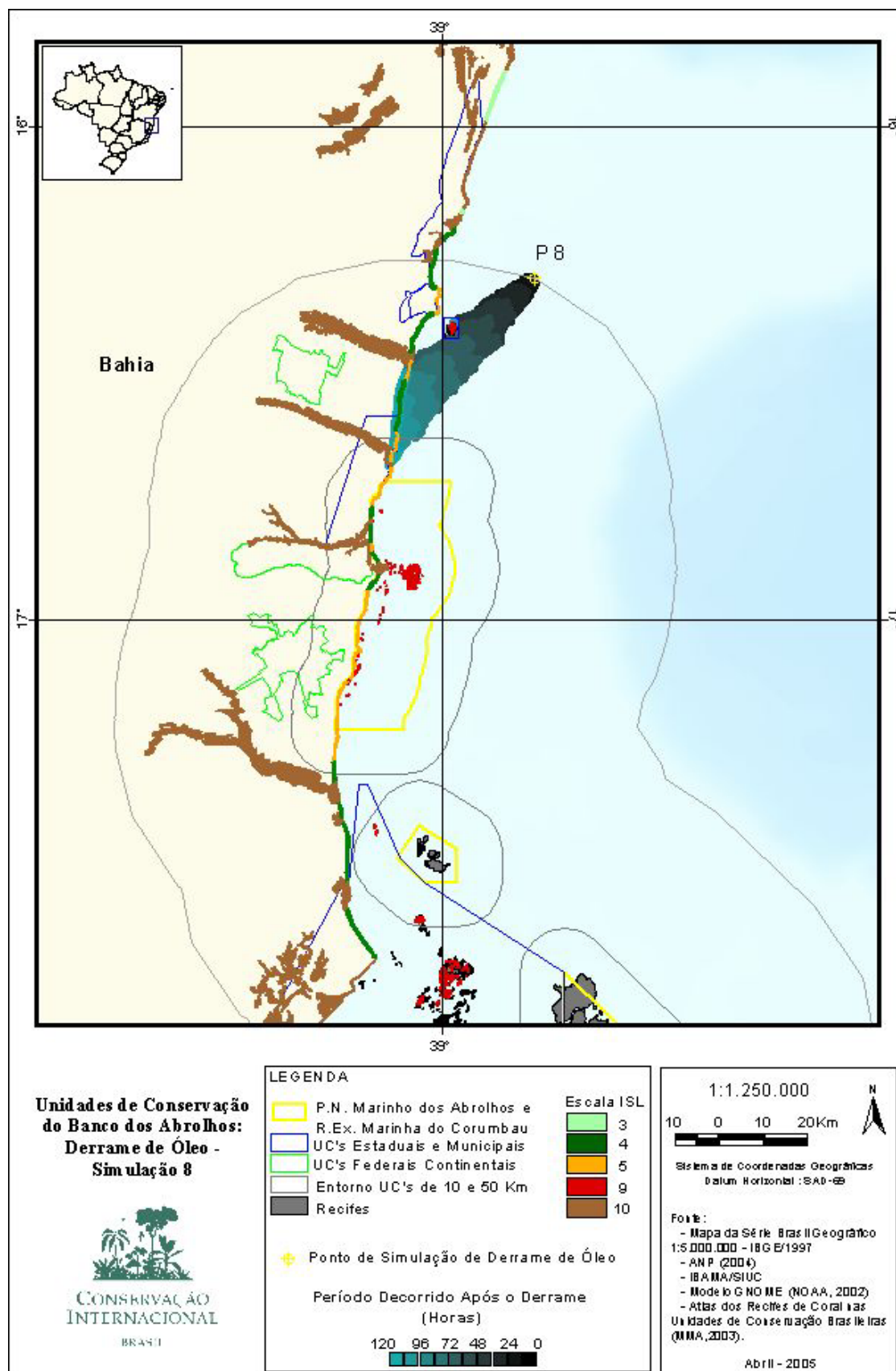
Mapa 7-6



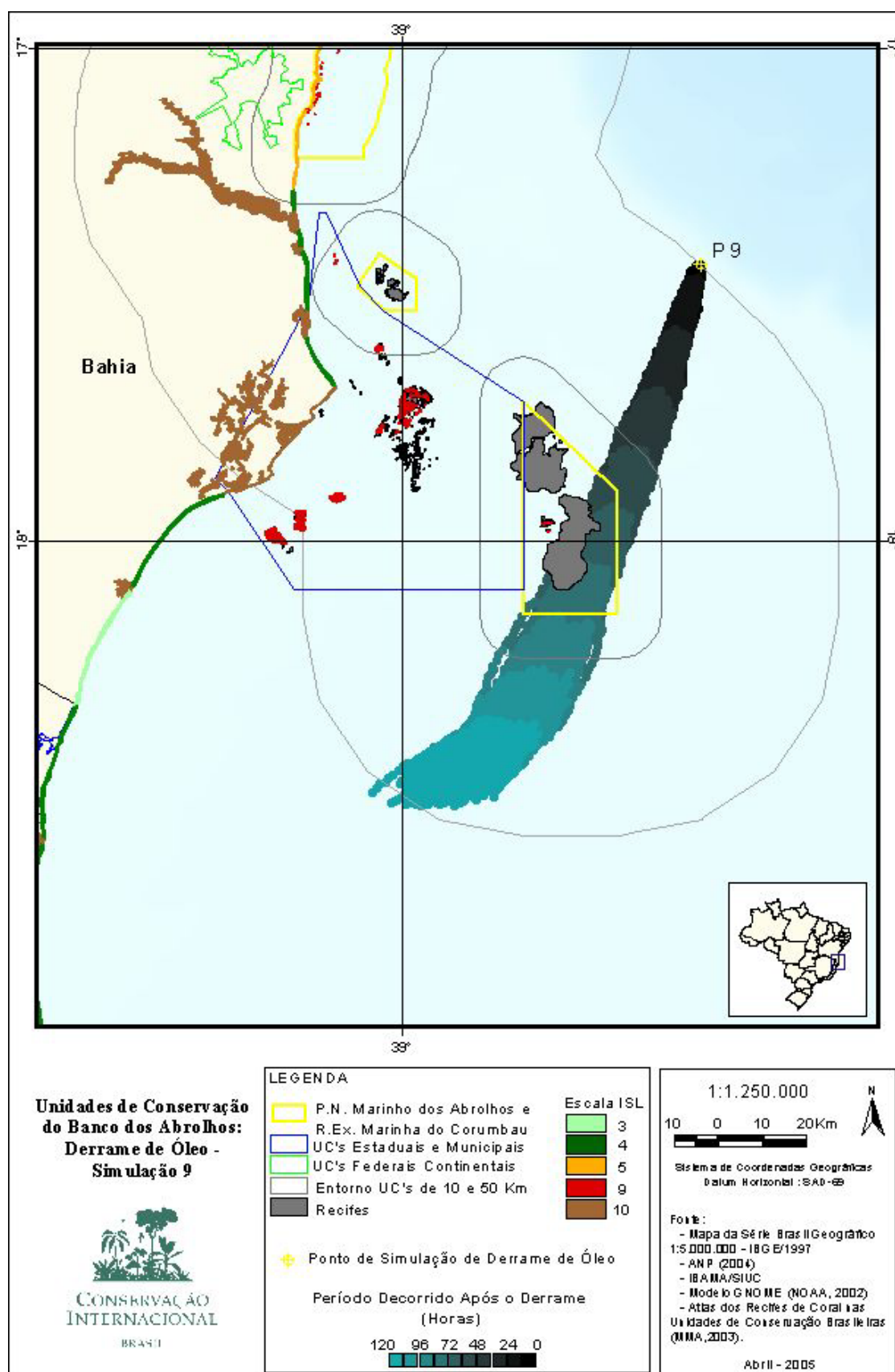
Mapa 7-7



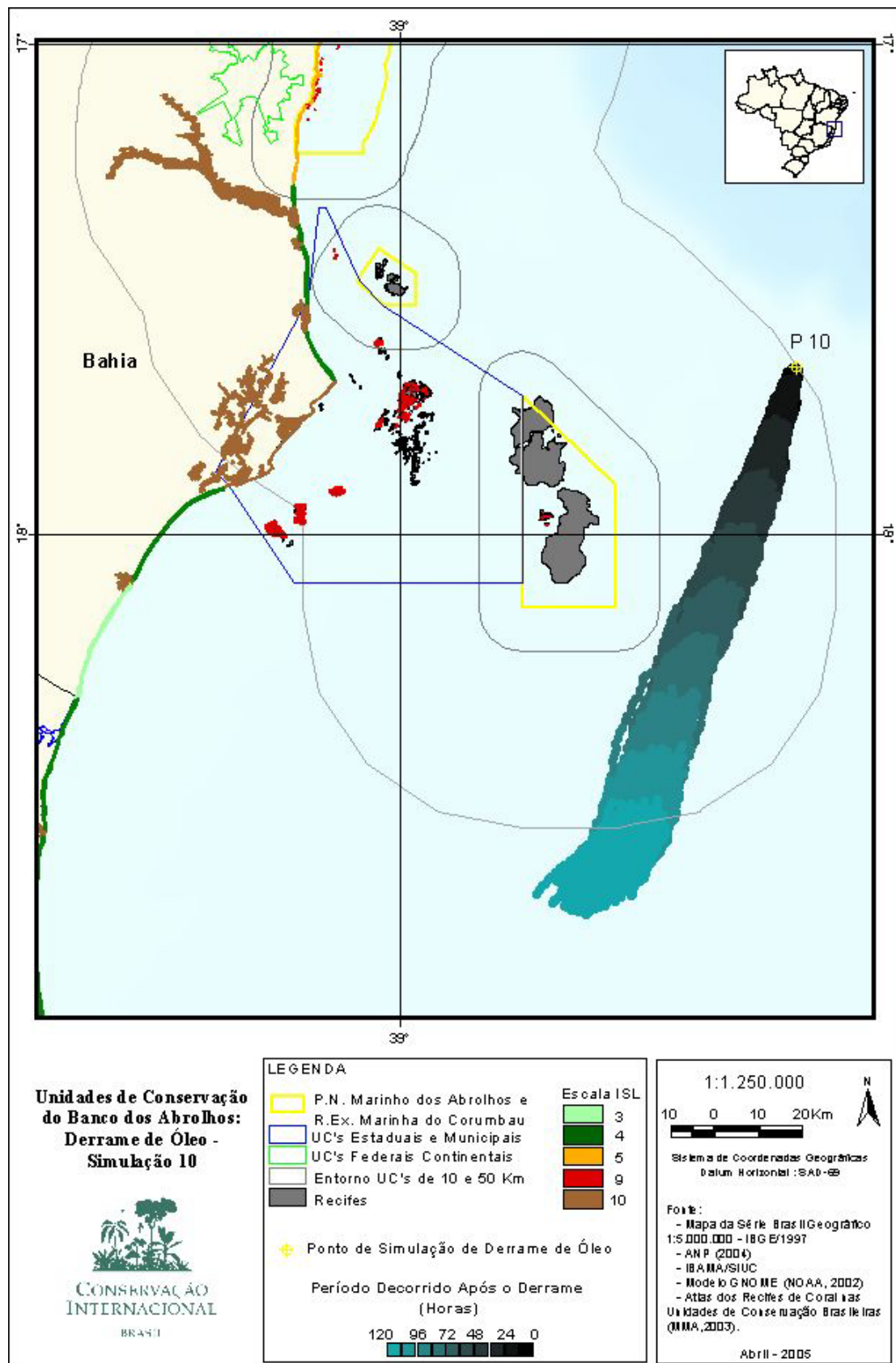
Mapa 7-8



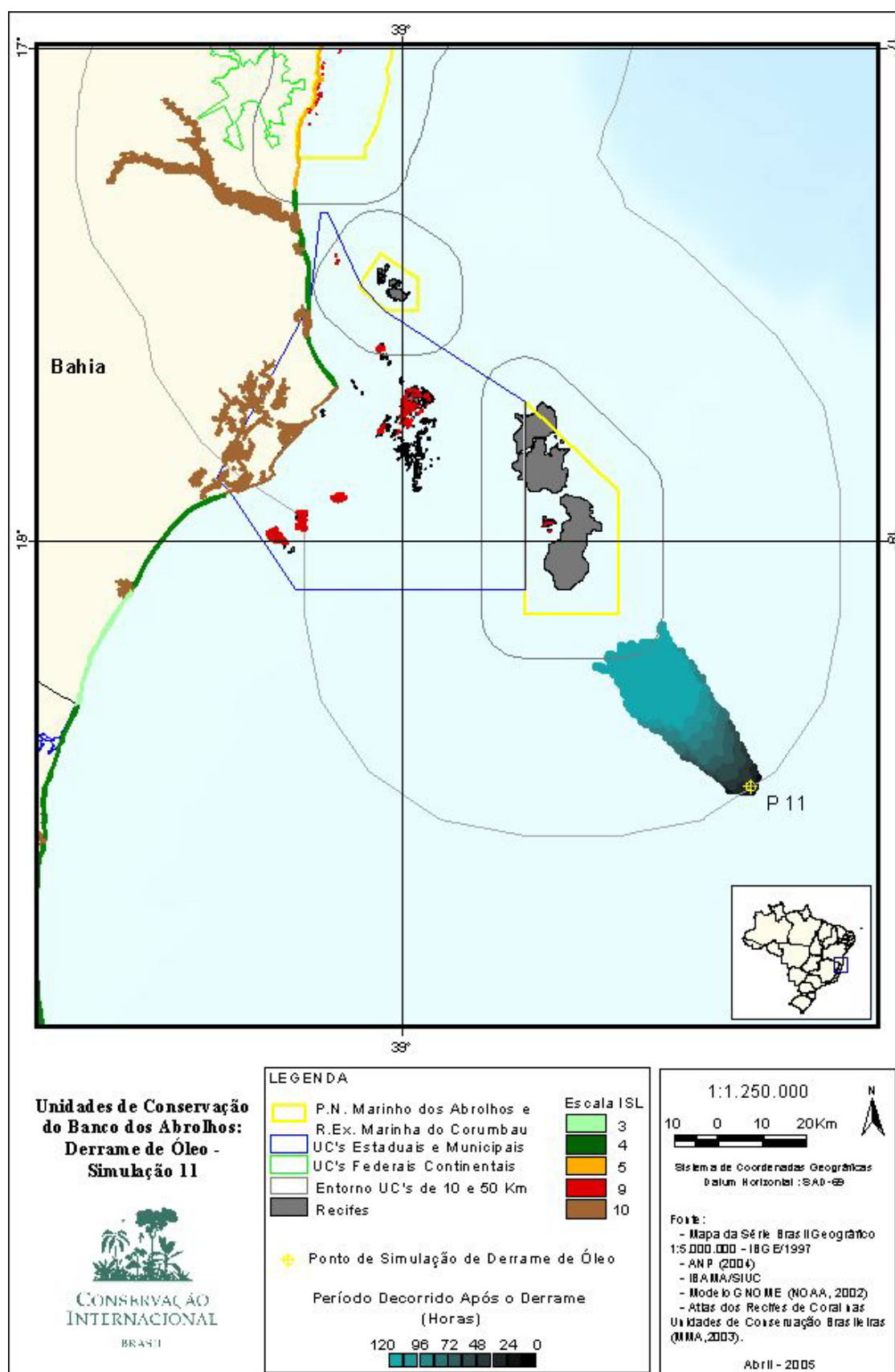
Mapa 7-9



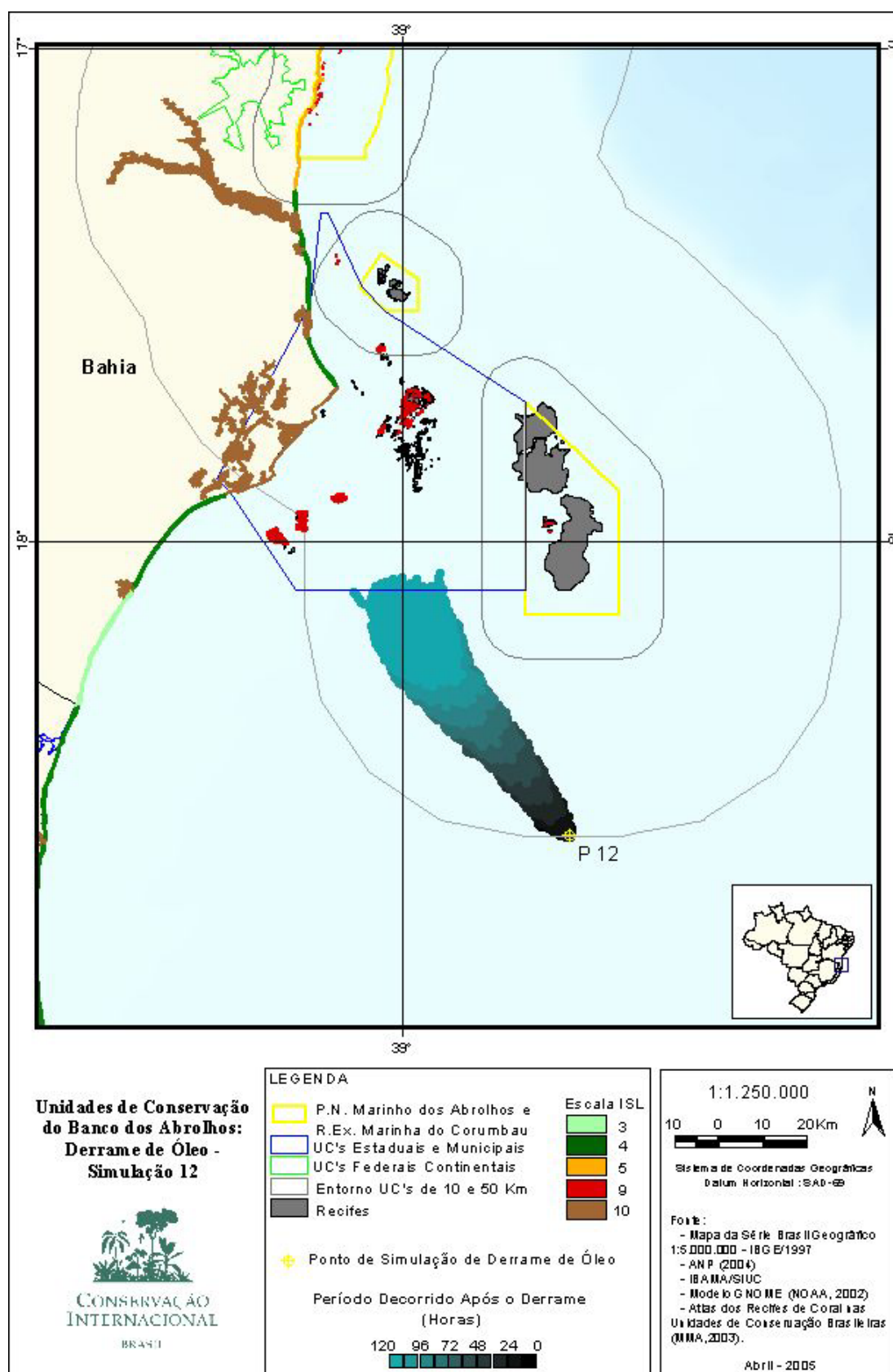
Mapa 7-10



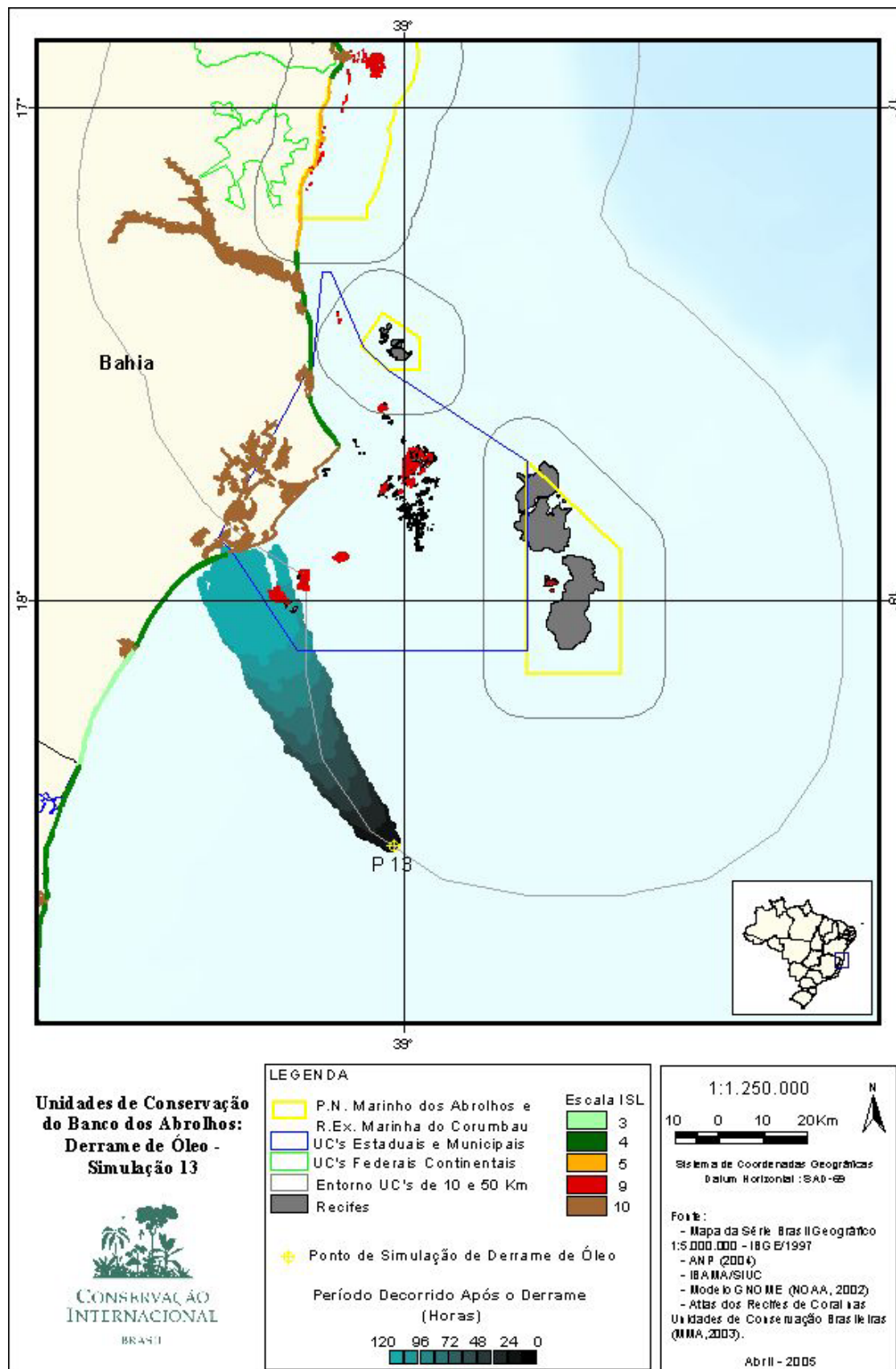
Mapa 7-11



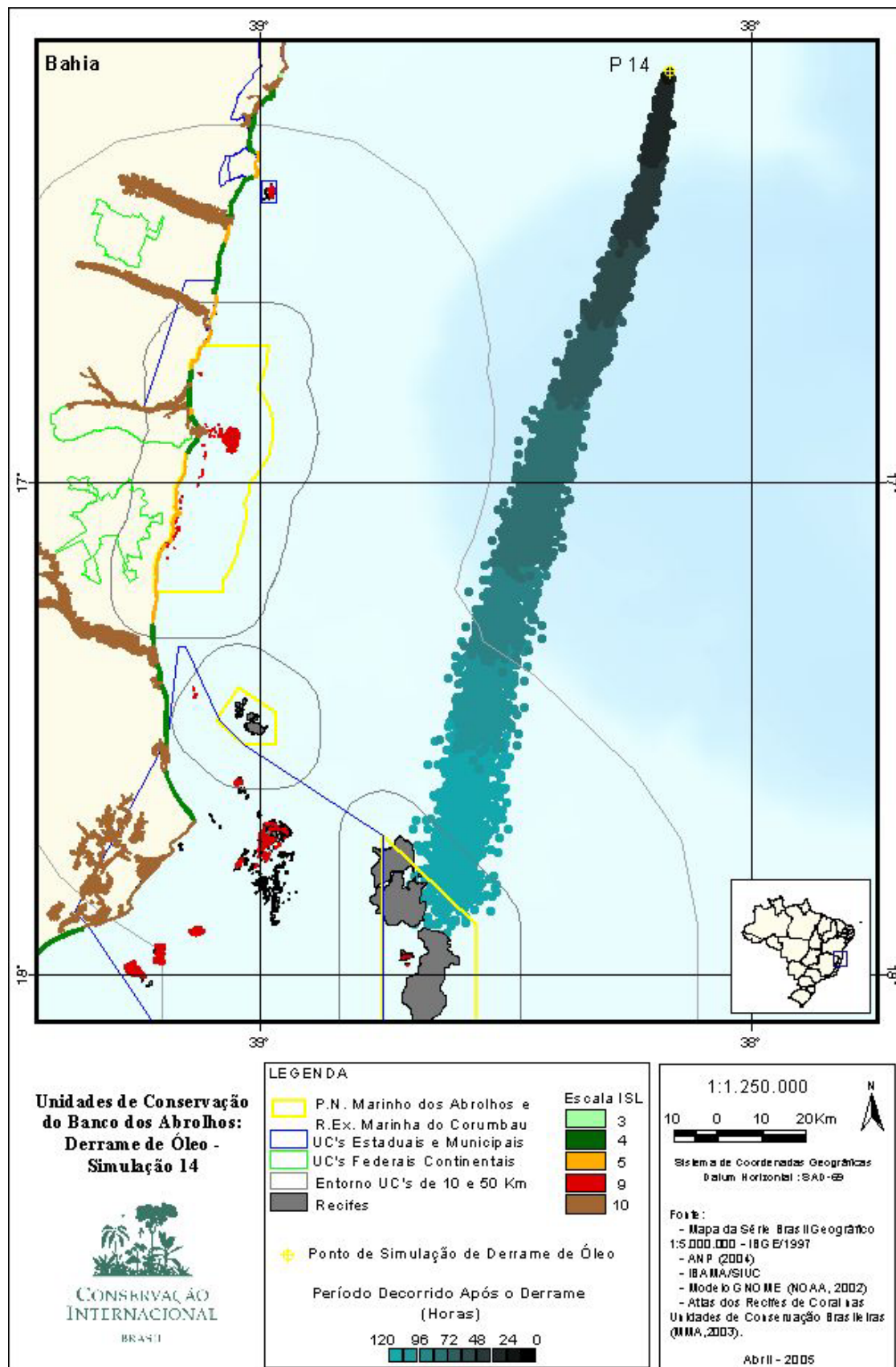
Mapa 7-12



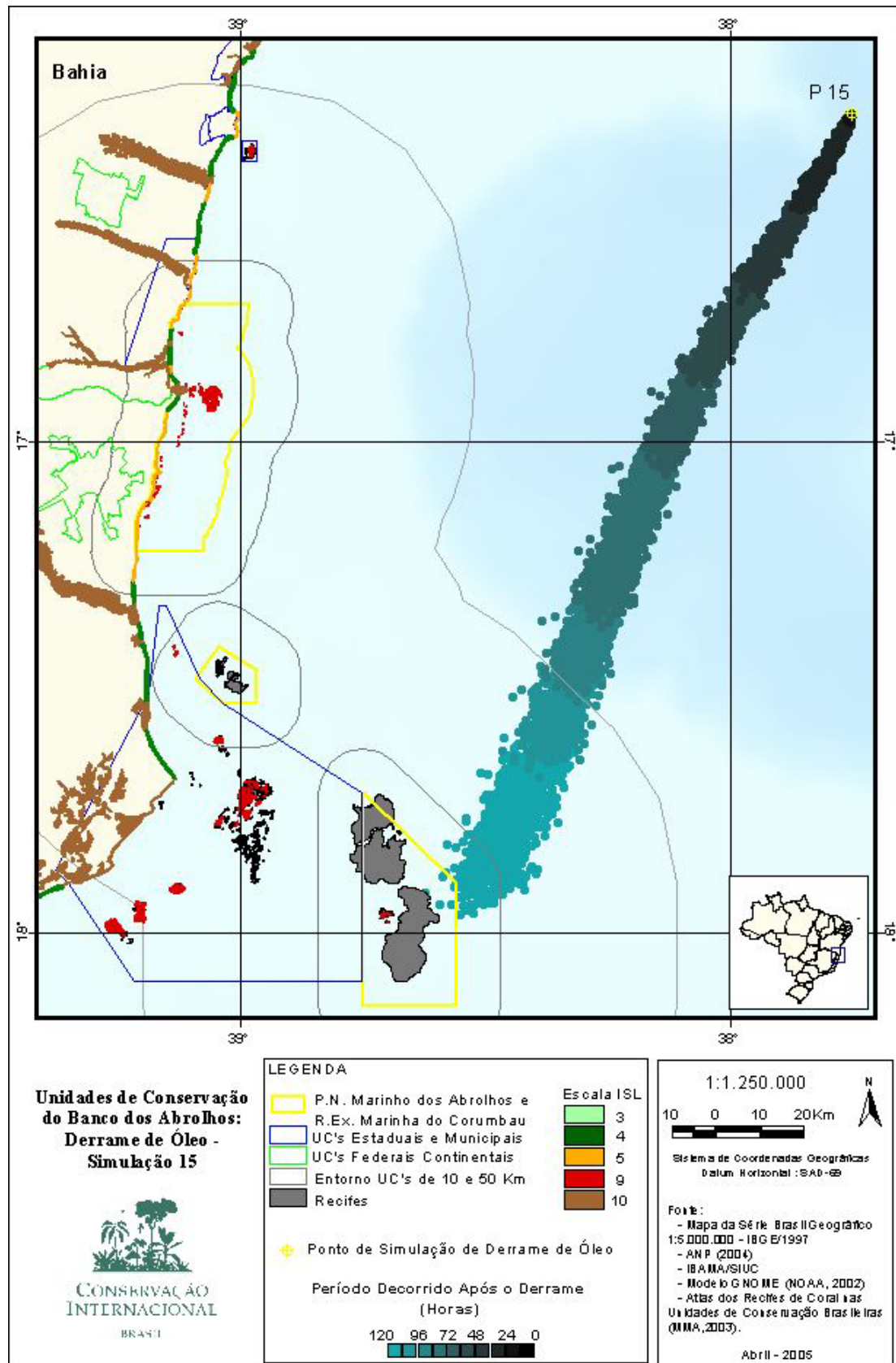
Mapa 7-13



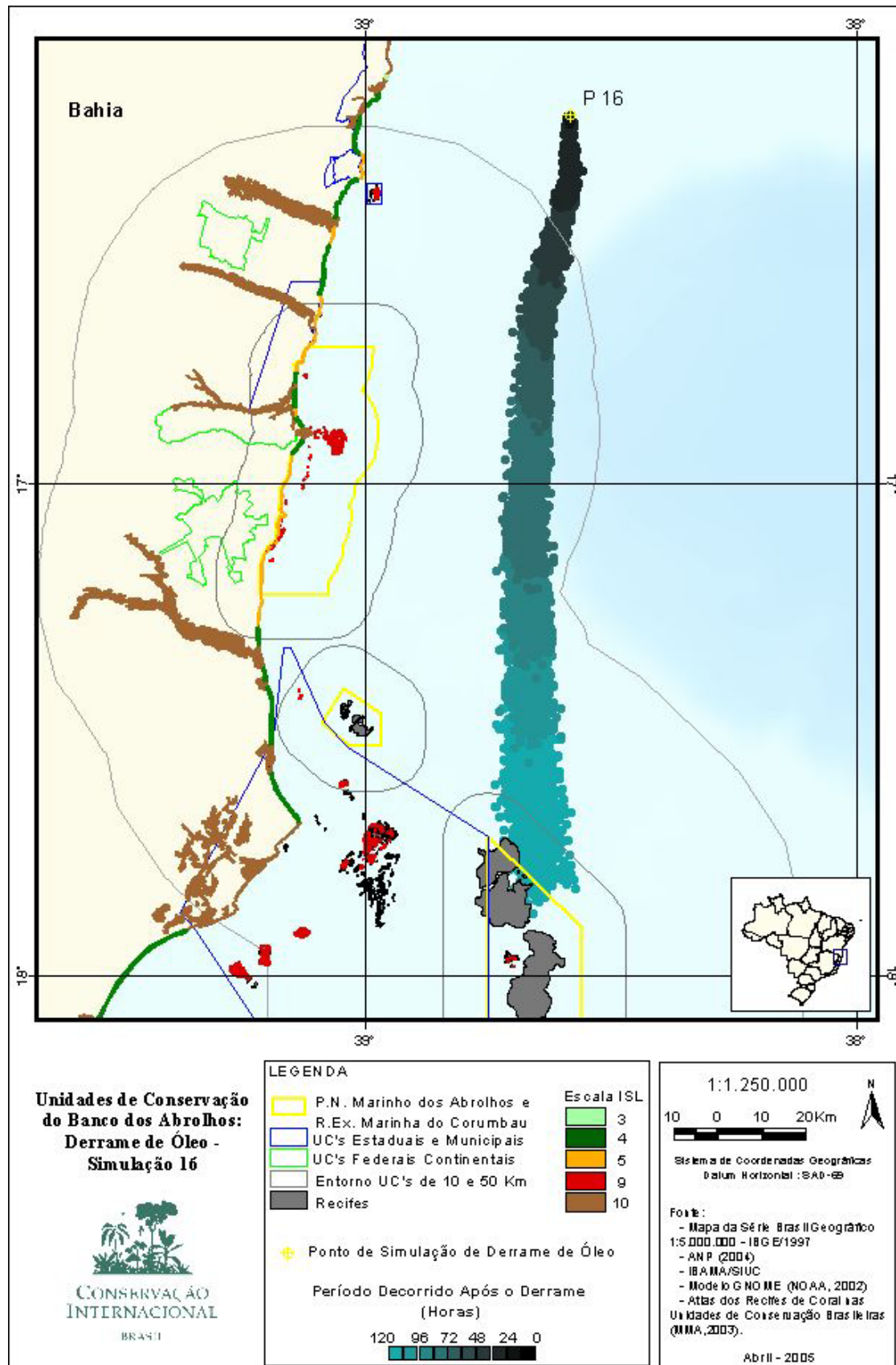
Mapa 7-14



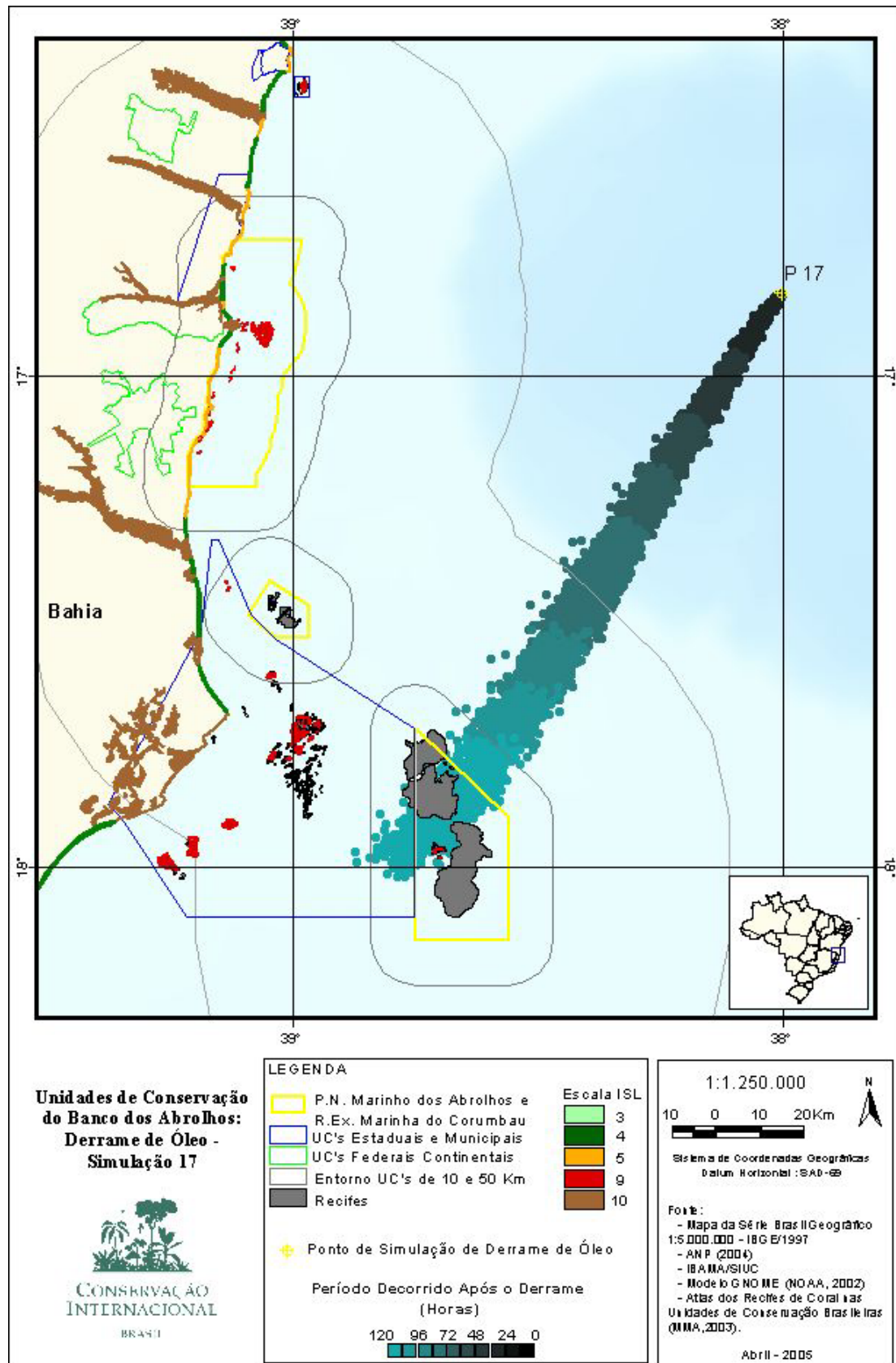
Mapa 7-15



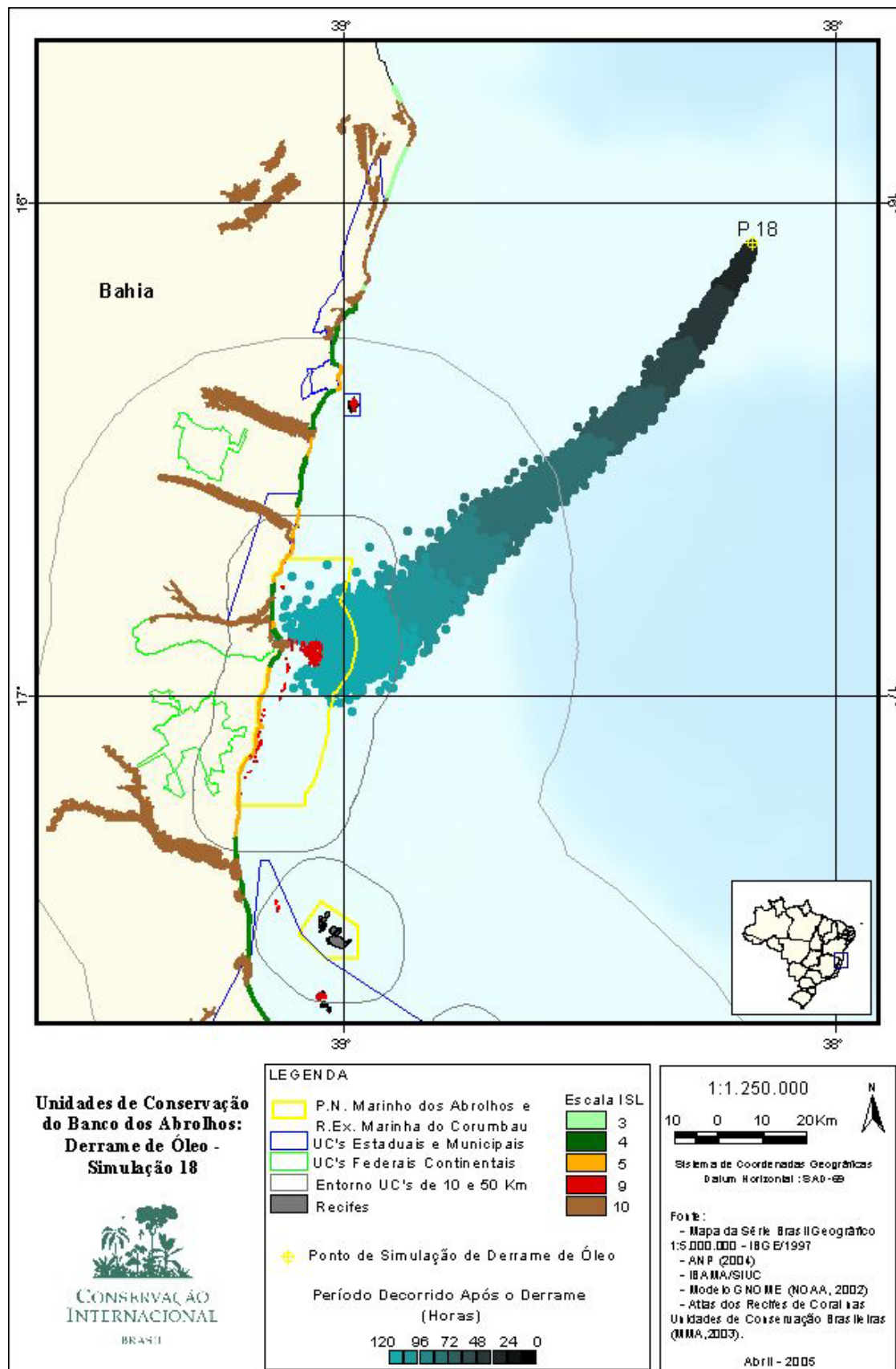
Mapa 7-16



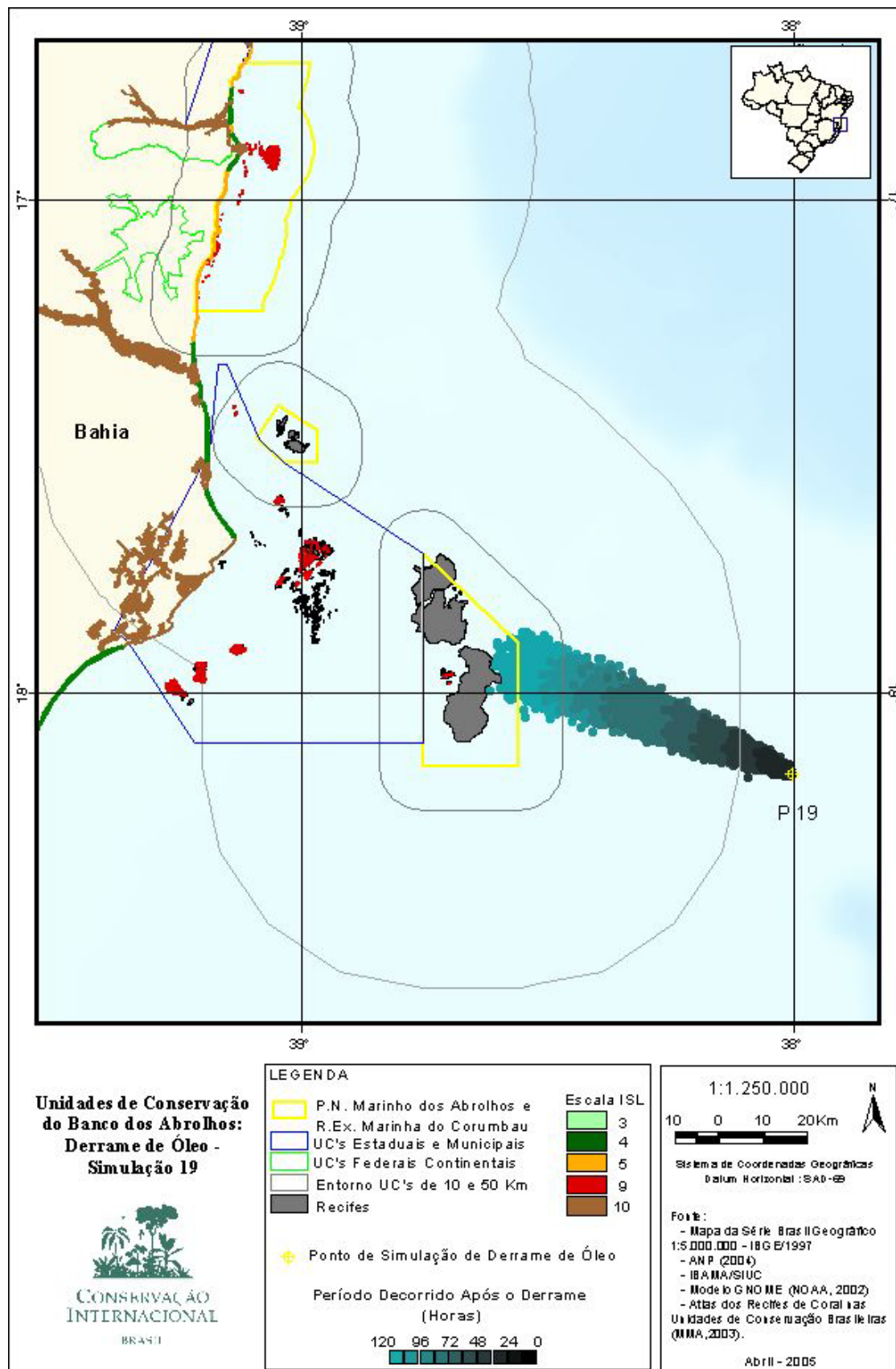
Mapa 7-17



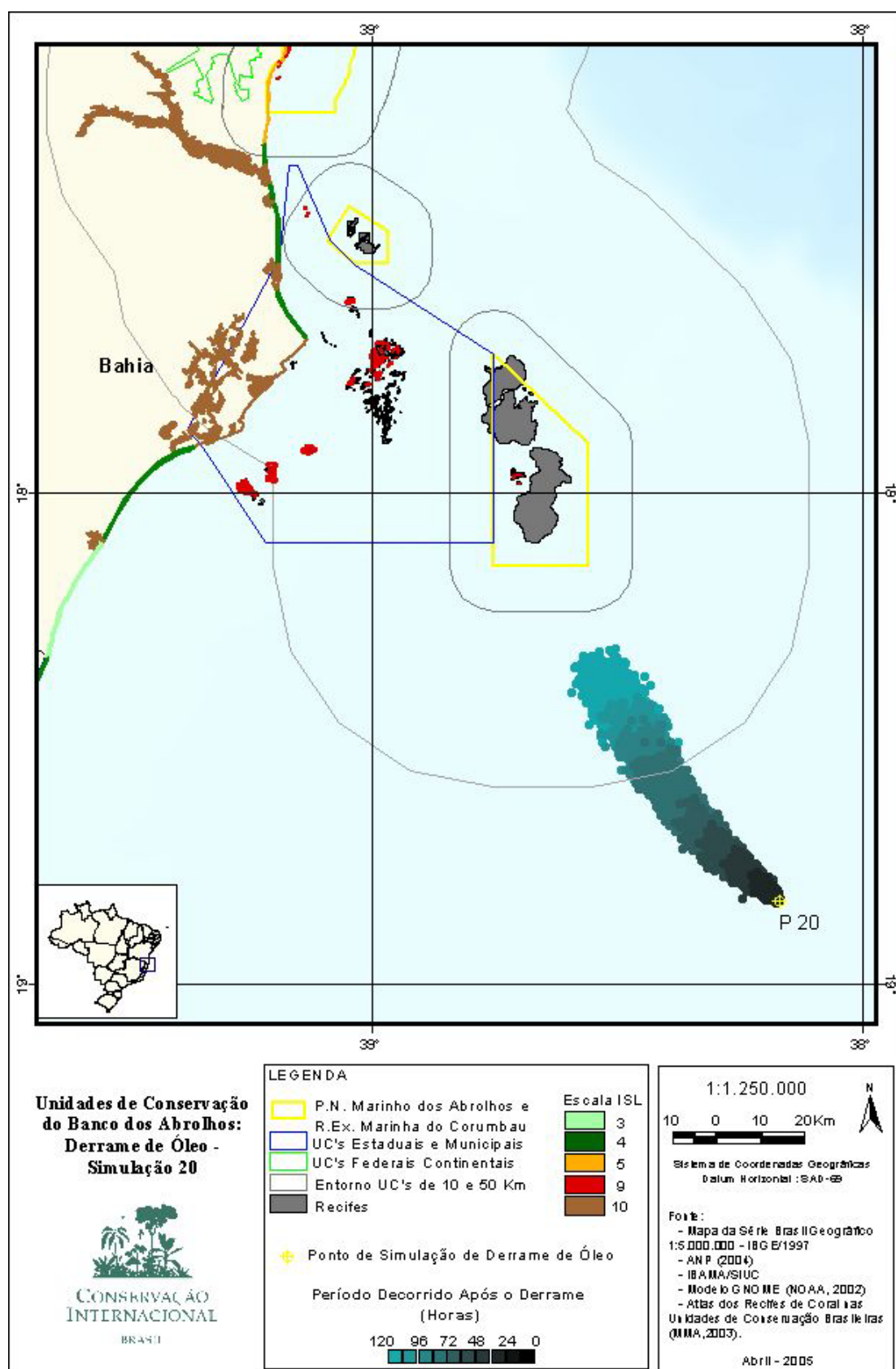
Mapa 7-18



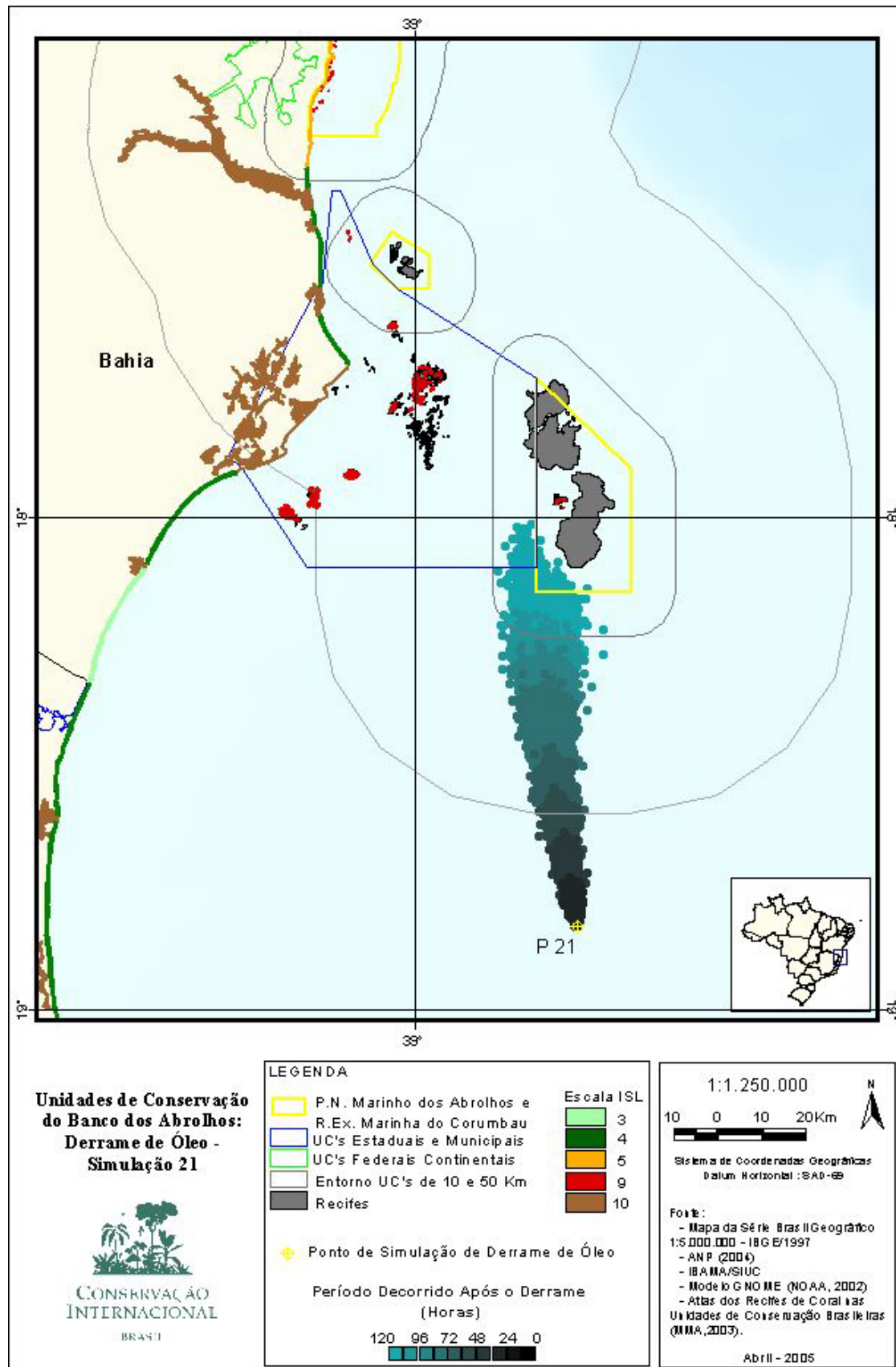
Mapa 7-19



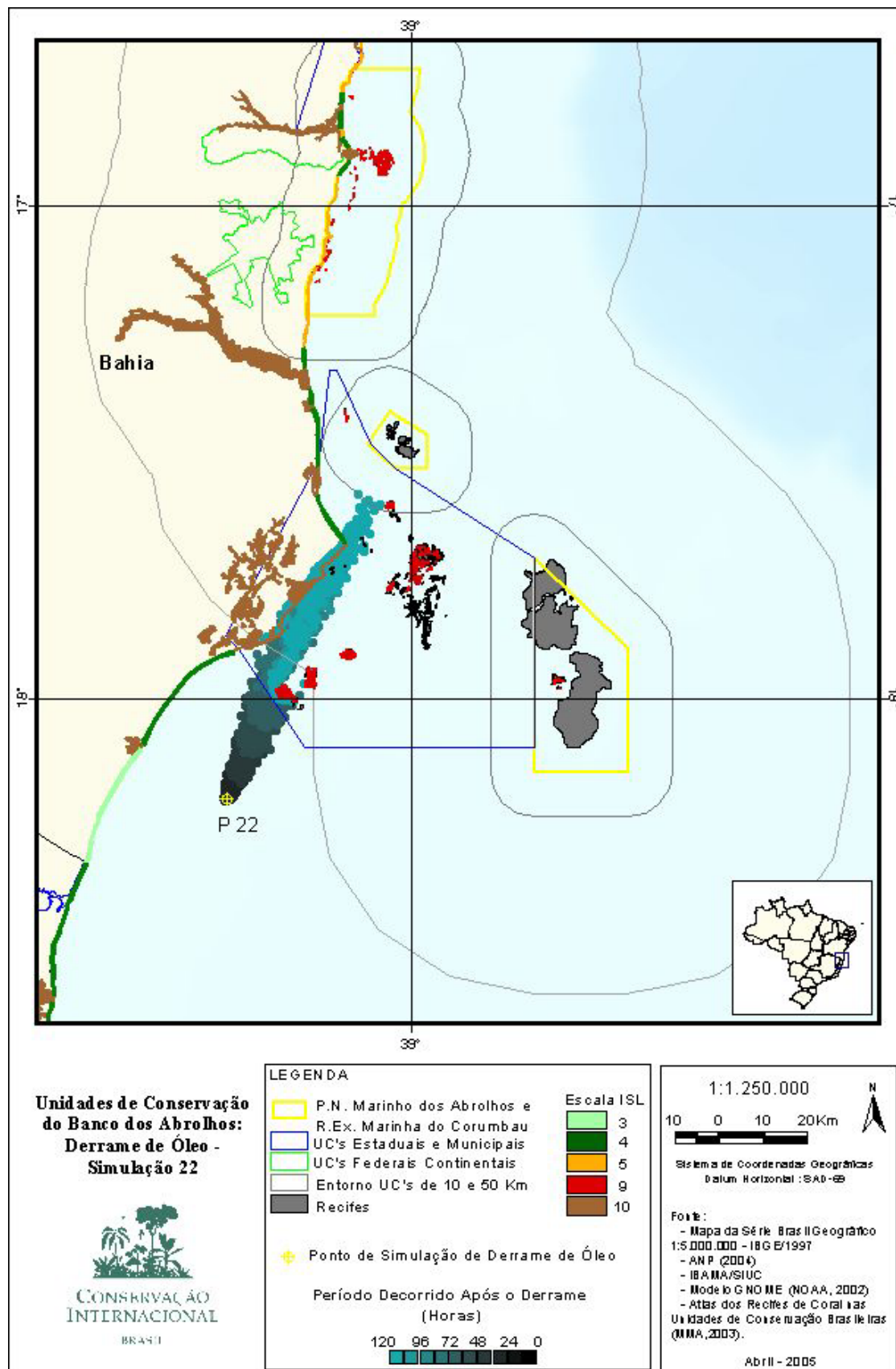
Mapa 7-20



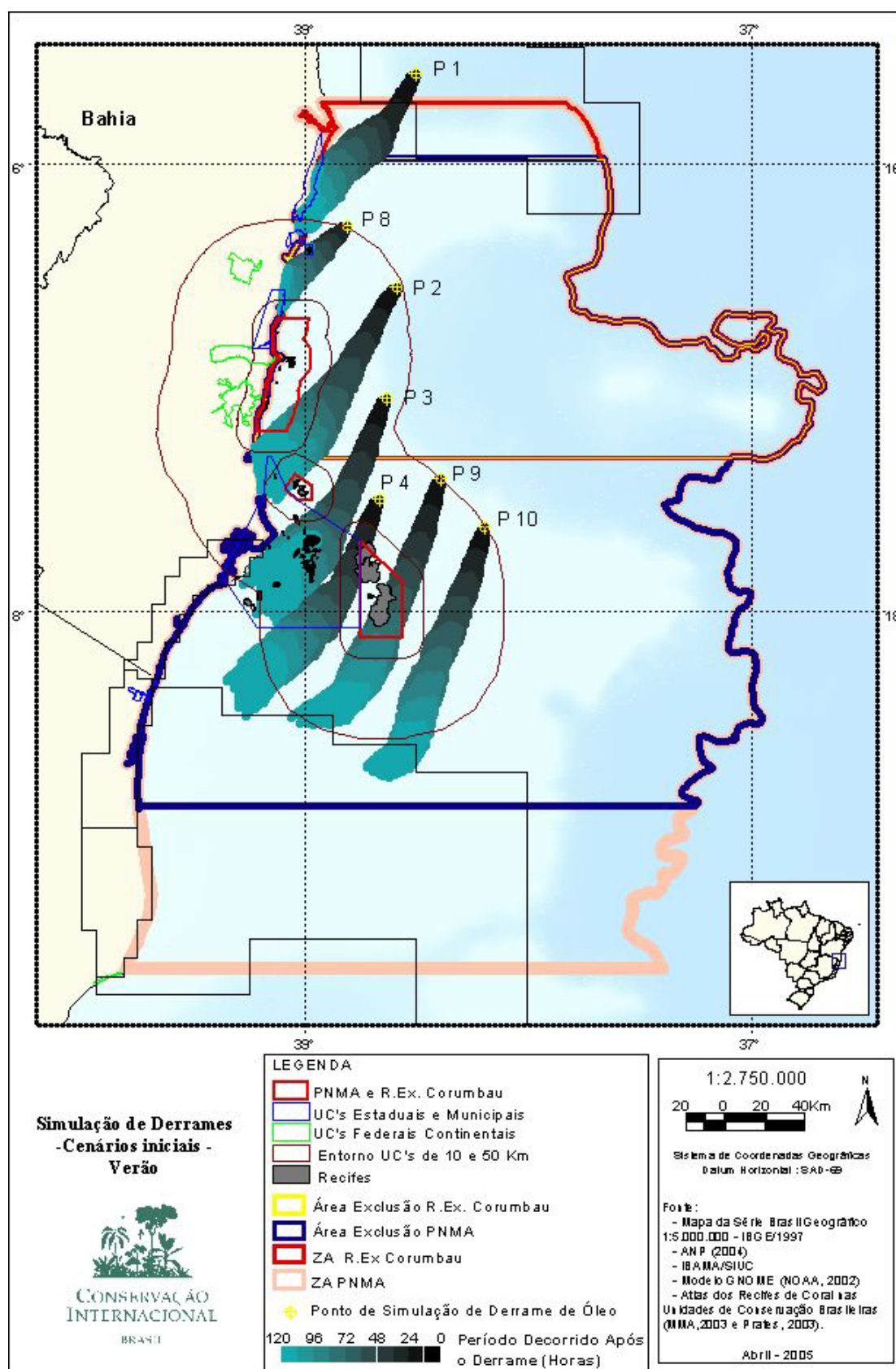
Mapa 7-21



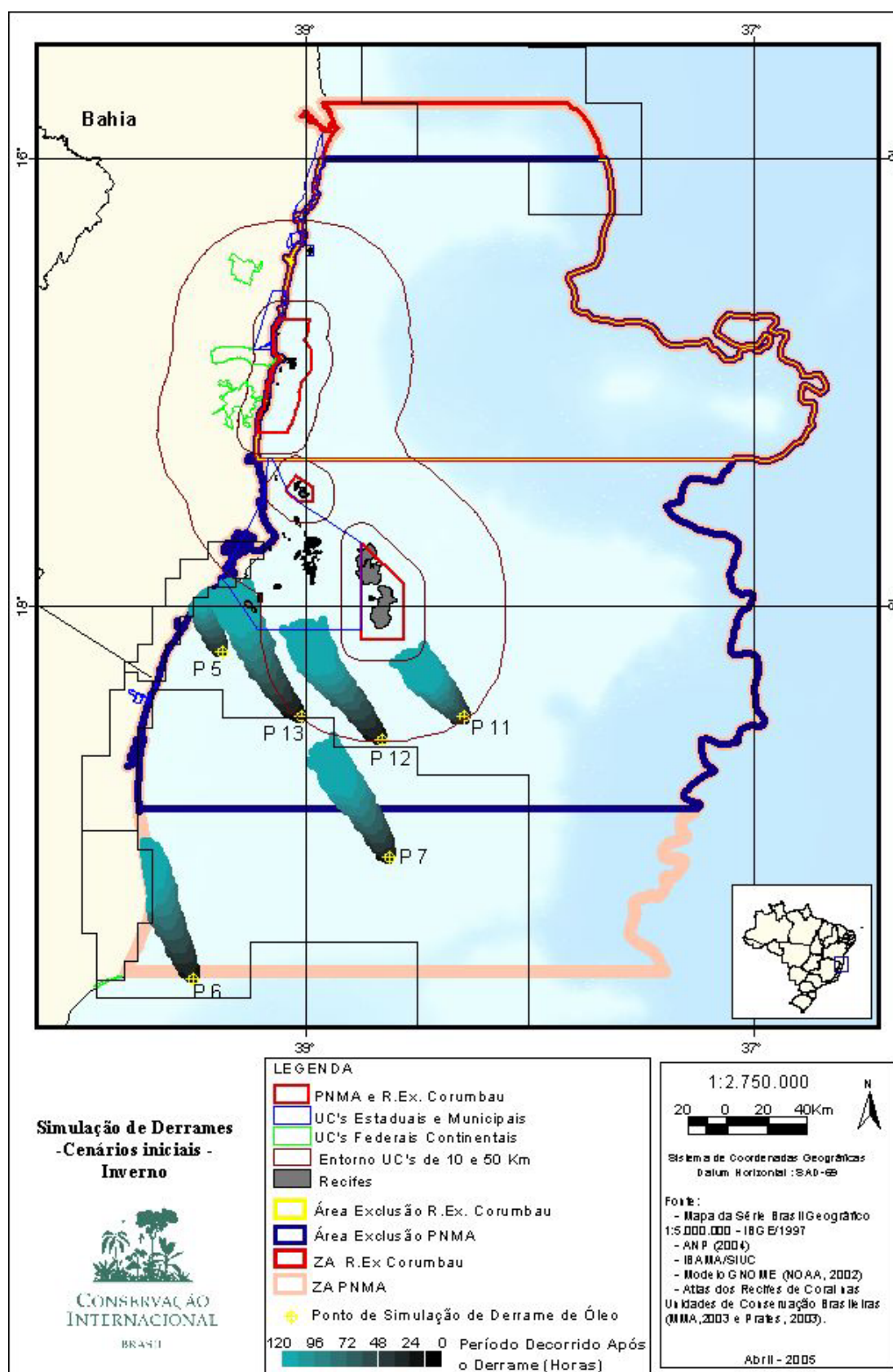
Mapa 7-22



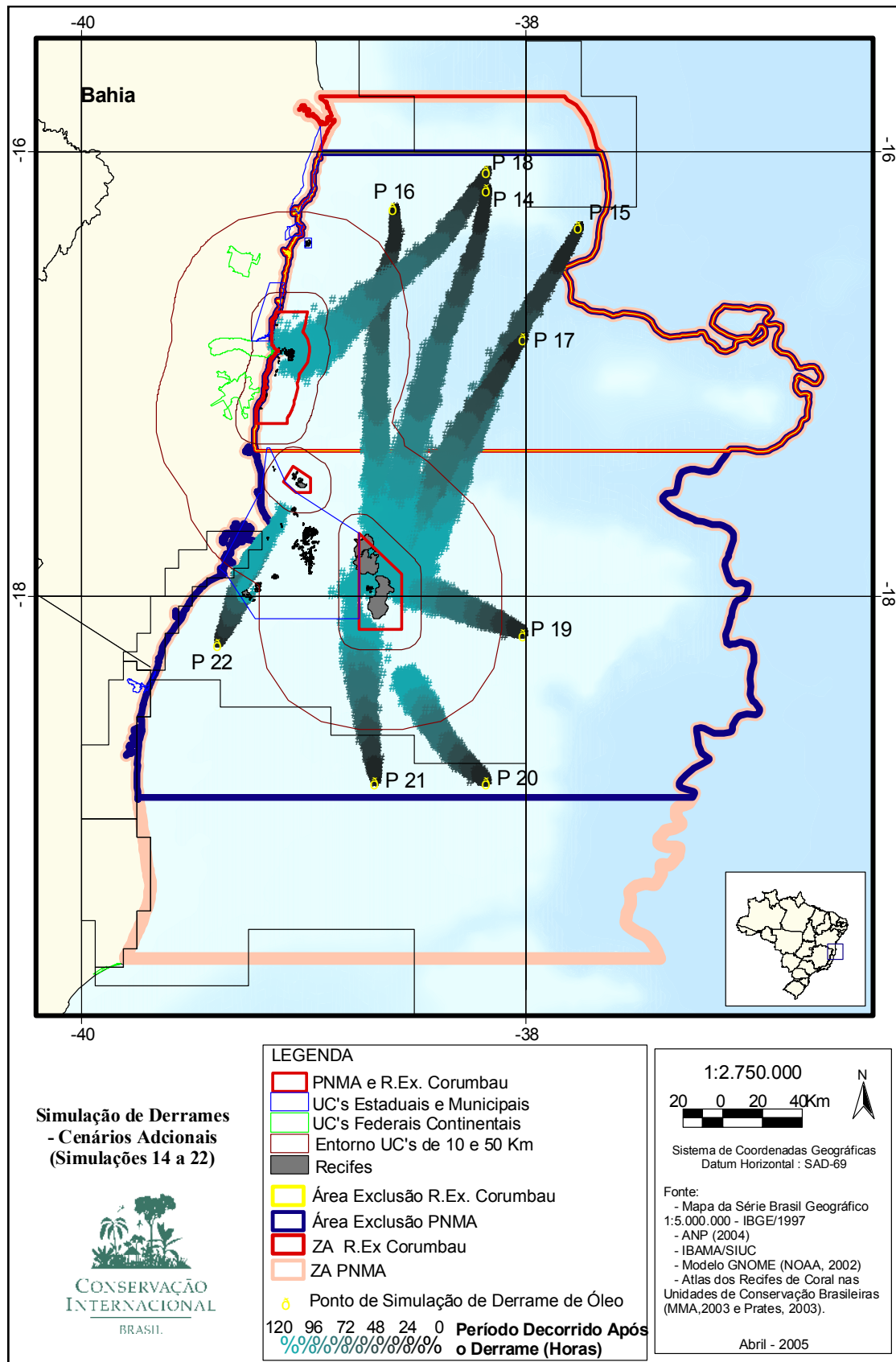
Mapa 8-1



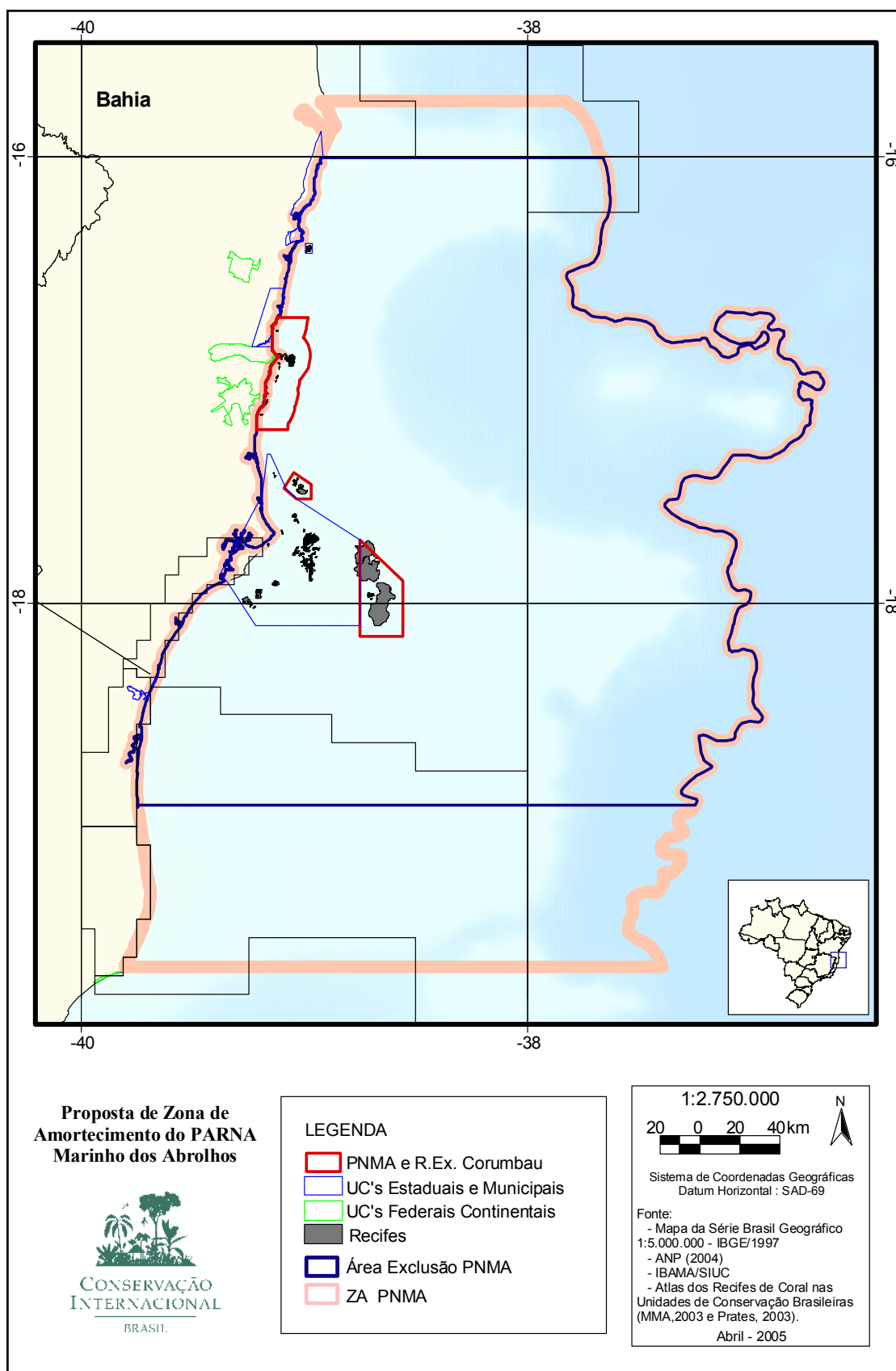
Mapa 8-2



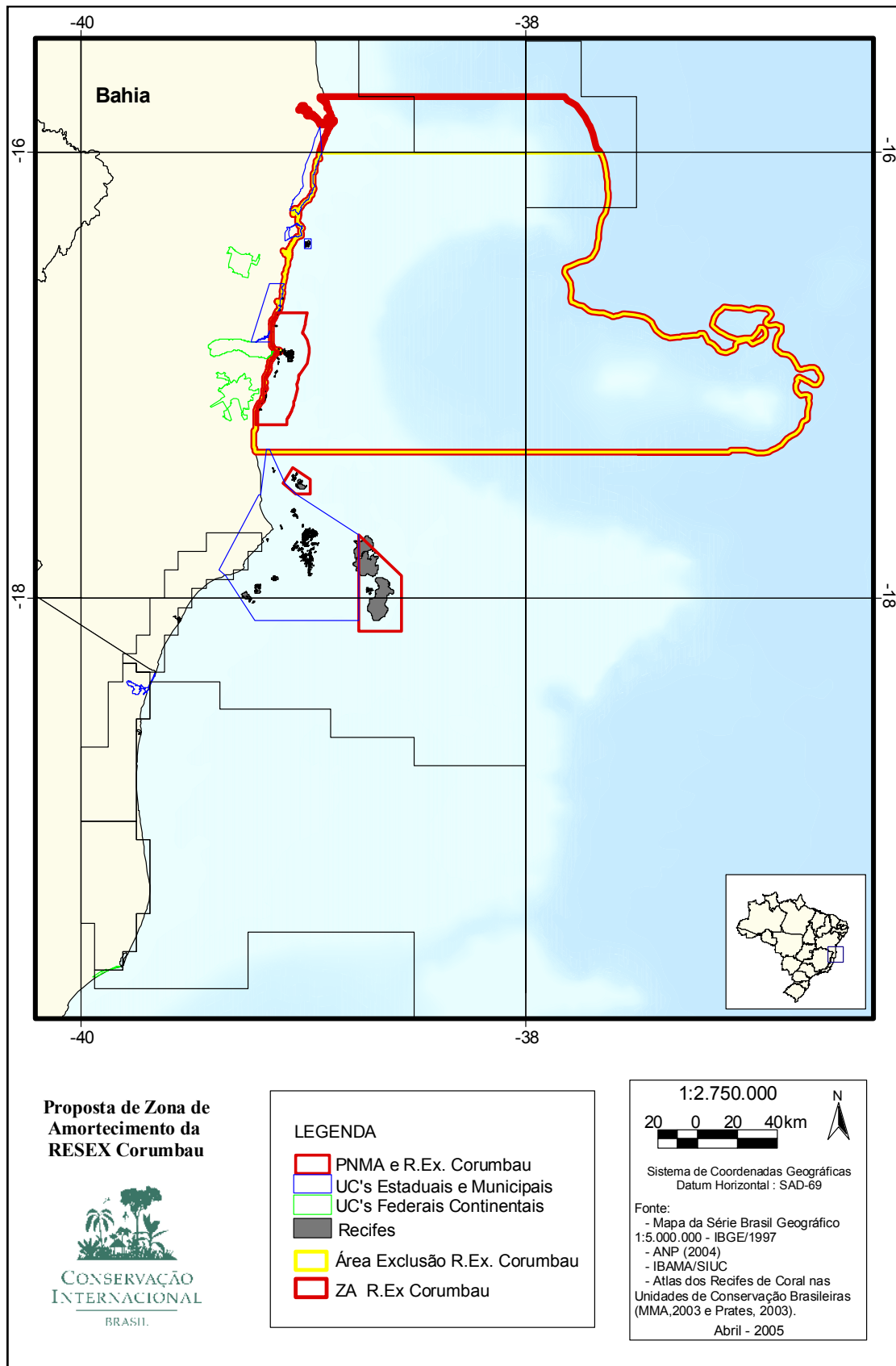
Mapa 8-3



Mapa 8-4



Mapa 8-5



Mapa 8-6

