
IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DAS ATIVIDADES DA CARCINICULTURA AO LONGO DO LITORAL CEARENSE, NORDESTE DO BRASIL

Prof. Dr. Antonio Jeovah de Andrade Meireles
Universidade Federal do Ceará
meireles@ufc.br

Msc. Rodrigo S. Cassola
IBAMA

Msc. Soraya Vannini Tupinambá
Instituto Terramar

Msc. Luciana de Souza Queiroz
Instituto Terramar

RESUMO

As atividades de produção de camarões ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil, foram analisadas sob o ponto de vista da integração dos fluxos energéticos. Destacamos as análises e diagnósticos dos ambientes em relacionamento com as marés, a contribuição de sedimentos para a zona costeira e a evolução geoambiental das zonas impactadas, principalmente o ecossistema manguezal. Foi analisada a importância dos manguezais na produção, consumo e distribuição de nutrientes para a zona costeira e os impactos ambientais causados pela aquicultura industrial do camarão em cativeiro. Definiu-se que este tipo de atividade industrial levou em conta somente os custos de mercado, sem considerar os custos e prejuízos ambientais, ecológicos, sociais e culturais e à biodiversidade. No final, foi proposto um modelo integrado de ação para a adequada utilização e gestão dos recursos naturais dos sistemas estuarinos.

Palavras-Chaves: ecossistema manguezal, impactos ambientais, planejamento costeiro.

ABSTRACT

The activities of shrimp production in ponds in the State of Ceará, northeast of Brazil, were analyzed from the point of view of the integration of energy flows. We emphasized the environmental relationships with the tides dynamics, the contribution of sediments to the coastal zone and the evolution of the geoenvironmental units. We analyzed the importance of the mangroves ecosystem in the production, consumption and distribution of nutrients to the coastal zone and the environmental impacts caused by shrimp farming. We noticed that this kind of industrial activity took into account only the market costs without considering the environmental, ecological, social, and cultural and biodiversity harms. At the end, we proposed an integrated action model for the appropriate use and management of the natural resources of the estuarine system.

Key words: mangrove ecosystem, environmental impacts, coastal management.

INTRODUÇÃO

O crescente aumento da produção de camarão em cativeiro no Estado do Ceará, utilizando em grande parte o ecossistema manguezal para a instalação das unidades produtoras (fazendas de camarão) vem gerando impactos sócioambientais de elevada magnitude. Para caracterizar os danos ambientais e sugerir medidas adequadas de utilização da zona costeira, foi inicialmente realizado um panorama regional desta atividade¹.

A carcinicultura possui destaque no contexto do rápido crescimento da aquicultura mundial, que foi em grande medida impulsionada pelo declínio dos estoques pesqueiros dos oceanos (Naylor et al., 1998, 2000), sendo o produto mais proeminente da aquicultura no mercado internacional (Fao, 2002). O crescimento do cultivo de camarão implicou em uma elevação na produção mundial deste produto de

30.000t em 1981 para 1,63 milhão em 2003. Em 1970, o camarão cultivado correspondia a apenas 2,5 por cento da produção camaroneira global e em 2003, atingiu o patamar de 35,2 por cento (Paiva Rocha et al., 2004). A China, líder mundial do setor produziu 370.000 toneladas em 2003, 22,6 por cento do total (Paiva Rocha et al. op cit.), levantando-se a ressalva de que a veracidade dos dados chineses é muito questionada, em geral considerados superestimados (FAO, 2002).

Os principais mercados importadores são: Japão, Estados Unidos e União Européia. Neste último predominam os mercados da Espanha, Dinamarca e França. Os Estados Unidos importaram em 1998 um total de 316.000t de camarão, principalmente do Equador, Groenlândia e Dinamarca. O Japão o fez da Indonésia, Índia e Tailândia. A Espanha importou do Equador, Moçambique e Marrocos (Ministério da Agricultura, 2004). A alta demanda pelo produto por países desenvolvidos (EUA, Japão e Europa), que ainda apresenta expectativa de crescimento a médio e longo prazo, foi o principal vetor da expansão da atividade (Paez-Ozuma, 2001a; FAO, 2002). Tais países são responsáveis pelo consumo de praticamente toda produção, que está concentrada (99 por cento) em países subdesenvolvidos, onde se desenvolveu fomentada por governos locais e agências internacionais devido à sua alta rentabilidade e pela demanda por capital externo (Primavera, 1997). A Tabela 1 apresenta dados relativos à carcinicultura mundial.

Tabela 1 – Produção mundial de camarão cultivado – 2002/2003

Principais países produtores	2002			2003		
	Produção (T)	Área em produção (ha)	Produtividade (Kg/ha/ano)	Produção (T)	Área em produção (ha)	Produtividade (Kg/ha/ano)
China	337.000	243.600	1.383	370.000	257.000	1.440
Tailândia	250.000	64.000	3.906	280.000	64.000	4.375
Vietnã	195.000	480.000	406	220.000	500.000	440
Indonésia	164.000	200.000	820	168.000	200.000	840
Índia	145.000	186.000	780	160.000	195.000	821
BRASIL	60.128	11.016	5.458	90.190	14.824	6.084
Equador	64.875	125.000	519	81.000	130.900	619
Bangladesh	63.164	144.202	438	60.000	145.000	414
México	28.250	26.000	1.087	38.000	27.500	1.382
Malásia	20.000	20.500	976	21.000	20.900	1.005
Outros	127.829	141.782	902	141.810	146.466	968
Total	1.455.246	1.642.100	886	1.630.000	1.701.590	958

Fonte: ABCC (2004)

O Brasil pode ser considerado como uma frente recente de expansão da carcinicultura comercial. Ainda que a atividade tenha dado seus primeiros passos no Brasil no início da década de 1970 no Rio Grande do Norte, somente após o desenvolvimento do pacote tecnológico do camarão do pacífico (*Litopenaeus vannamei*), entre 1996/1997, é que um crescimento mais intenso ocorreu, principalmente no final da década passada e início desta. Este crescimento foi vigoroso até o ano de 2004 e se deu em muitos aspectos nos moldes do que já havia ocorrido nos países do sudeste asiático, sem ordenamento adequado, sem regulamentação², com forte incentivo governamental e geração de impactos ambientais e sociais graves.

Os números da atividade demonstram a magnitude que esta vem tomando no país: encontramos hoje uma área de mais de 15.000 ha de viveiros implantados (ABCC, 2004), contrastando com de pouco mais de 3.500 ha em 1997, um crescimento superior a 300 por cento no período considerado. Não existem dados consolidados no Brasil quanto à área de fato ocupada pela atividade e é possível que os dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarão - ABCC sejam subvalorados, mas ainda assim indicam um crescimento significativo. Ainda mais expressivo é o crescimento da atividade em termos de produção, acima de 2400 por cento no mesmo período. Isto levou o Brasil a se tornar o maior produtor da América Latina e ocupar o 6º lugar na produção mundial (Paiva Rocha et al., 2004), de forma que a carcinicultura ocupasse o segundo lugar na pauta das exportações do setor primário da economia da Região Nordeste, atrás apenas da produção de açúcar.

Mesmo diante de prognóstico da ABCC (2004) de continuidade desta tendência de crescimento, prevendo-se uma ocupação de 30.000 ha até 2007, o contexto atual, diante da queda do dólar e do

surgimento no final de 2003 de uma doença viral até então desconhecida, é de certa estagnação do crescimento, como apontam os dados publicados este ano, referentes a 2004 (ABCC, 2005). As Tabelas 2 e 3 apresentam dados relativos à carcinicultura brasileira.

Tabela 2 – Histórico do crescimento da atividade de carcinicultura no Brasil em 1997 e 2004.

Itens/Ano	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Crescimento (%)
Área de viveiros em ha	3.548	4.320	5.200	6.250	8.500	11.016	14.824	16.598	367,81 (2004)
Produção em ton.	3.600	7.250	15.000	25.000	40.000	60.128	90.190	75.904	2.405 (2003)
Produtividade (Kg/ha/anos)	1.015	1.680	1.680	4.000	4.706	5.458	6.084	-	499 (2003)

Fonte: ABCC (2004, 2005).

No Estado do Ceará, a produção de camarão passou de aproximadamente 530 toneladas em 1997 para 25.915 toneladas em 2003 (ABCC, 2004). Verificou-se que a maior pressão da atividade ao longo das bacias hidrográficas ocorreu a partir de 2001, com um salto na produção de mais de 2.000 por cento. O Estado ocupa o segundo lugar na produção nacional, sendo o Estado do Rio Grande do Norte o primeiro produtor com uma produção de 37.473 toneladas em 2003 (Tabela 3). É importante salientar que o Ceará ocupa o primeiro lugar em produtividade, com 7.676 kg/ha/ano (superior à média nacional em aproximadamente 20 por cento).

Tabela 3 – Dados da carcinicultura brasileira nos anos de 2003 e 2004 por Estado produtor.

Estado	2003			2004		
	Nº de empreendimentos	Área em produção (ha)	Produção (ton)	Nº de empreendimentos	Área em produção (ha)	Produção (ton)
Rio Grande do Norte	362	5.402	37.473	381	6.281	30.807
CEARÁ	185	3.376	25.915	191	3.804	19.405
Bahia	42	1.737	8.211	51	1.850	7.577
Santa Catarina	62	865	3.251	95	1.361	4.267
Pernambuco	79	1.131	5.831	98	1.108	4.531
Piauí	16	688	3.309	16	751	2.541
Paraíba	66	591	3.323	68	630	2.963
Sergipe	54	398	957	69	514	2.543
Espírito Santo	10	103	370	12	103	370
Maranhão	19	306	703	7	85	226
Pará	6	159	324	5	38	242
Alagoas	2	15	130	2	16	102
Rio Grande do Sul	1	4	3	1	8	20
Total	905	14.828	90.190	997	816.598	75.904

Fonte: ABCC (2005).

Com o crescimento da produção nacional passando de 3.600 toneladas em 1997 para 90.190 toneladas com um incremento de 2.405,28% (ABCC, 2004) foi definido por Rocha Paiva (op cit) como *“digno de menção pela regular consistência de seus resultados incrementais, os quais colocam o Brasil na liderança mundial em relação ao indicador que mostra eficiência tecnológica no processo produtivo”*. No ano seguinte, toda a solidez do processo produtivo, aliado aos altos níveis tecnológicos referidos pelo presidente da ABCC, é desencadeado um amplo processo de decadência da indústria camaroneira. A partir de 2004 ocorreu uma diminuição na produção do volume de exportação. No estado do Ceará, a partir de então, ocorreu um decréscimo acumulado de 65% das exportação (IPECE, 2007).

A partir de 2004 a produção cearense cai para 19.405 toneladas e, no estado do Rio Grande do Norte, a produção de camarão em 2003 foi de 37.473, decrescendo para 30.807 toneladas em 2004. Os índices alcançaram níveis mais baixos ainda em 2006, quando a produção nacional não supera a produção alcançada pelo Rio Grande do Norte em 2003, com um volume de aproximadamente 34 mil toneladas. Segundo dados publicados pela Agência Folha (<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u316434.shtml>) em apenas três anos, as exportações caíram de US\$ 244,5 milhões em 2003 (com 61 mil toneladas) para US\$ 154,4 milhões no ano passado (2006), contabilizando uma queda de 37% em valor. Dados que contrariaram frontalmente as provisões da ABCC realizadas já em 2004: a previsão da Associação Brasileira de Criadores de Camarão para 2005, formulada em janeiro de 2004, era atingir uma produção de 157.000 toneladas e obter divisas da ordem de US\$ 450 milhões. Entretanto, segundo dados do primeiro semestre de 2005, a tendência é de que sejam exportados US\$ 283 milhões a menos do previsto pela ABCC.

O descontrole da atividade, principalmente no que se diz respeito à avalanche de fazendas implantadas sem licenças ambientais e mesmo as licenciadas em áreas de preservação permanente, promoveu um otimismo dos produtores ao ponto da ABCC (2003) afirma que seu objetivo é ser líder do mercado mundial alcançando uma produção equivalente a US\$ 1,5 bilhões até o ano 2010. No primeiro semestre de 2007, os valores de exportação foram ainda mais baixos, alcançando US\$ 57,6 milhões.

A cadeia produtiva foi rapidamente comprometida, gerando como consequência prejuízos financeiros e desemprego com a rápida decadência de uma indústria que muitas vezes foi definida como a promotora da redenção financeira dos estados mais pobres do país. Problemas de cunho social foram agravados, uma vez que, mesmo na fase dos elevados lucros com a exportação, as comunidades tradicionais não foram beneficiadas, pois tratava-se de mais uma atividade concentradora de renda. Além de terem sido afetadas pelos danos ambientais ao ecossistema manguezal, que ancestralmente promoviam a segurança alimentar e a qualidade da água, base para a qualidade de vida comunitária.

Por trás destes números há um contexto, no Brasil e nos demais países onde a atividade é expressiva, de conversão de extensas áreas costeiras, gerando os impactos sociais, econômicos e ambientais. Estima-se que de 1-1.5 milhões de hectares de áreas baixas costeiras foram convertidas em cultivos de camarão, principalmente na China, Tailândia, Índia, Indonésia, Filipinas, Malásia, Equador, México, Honduras, Panamá e Nicarágua. A carcinicultura de fato gera impactos nos ambientes em que se implanta, cuja extensão e magnitude variam com condições que incluem geografia, destruição de habitats naturais, método de cultivo, capacidade de assimilação dos ambientes naturais, consumo de água, geração e tratamento de efluentes; tipo de substâncias químicas utilizadas como alimento ou medicamento e condições geológicas e hidrológicas (Senarath and Visvanathan, 2001).

A literatura produzida nos últimos anos a respeito destes impactos da carcinicultura é vasta, havendo estudos de casos em praticamente todos países onde a atividade é expressiva, como por exemplo: Tailândia (Huitric et al., 2002; Braaten e Flaherty, 2001); Bangladesh (Deb, 1998); Indonésia (Ronnback, 2003; Bhatta and Bhat, 1998); Sri-Lanka (Senarath and Visvanathan, 2001); Honduras (Dewalt et al., 1996); México (Alonzo-Pérez et al., 2003; Paez-Ozuma et al., 2003; Paez-Ozuma et al., 1998; Overstreet, 1997). Entretanto, no Brasil ainda existem poucos estudos, que em geral abordam a problemática da carcinicultura de forma ampla, como Coelho Junior e Schaeffer-Novelli (2000). Outras abordagens amplas dos impactos gerados incluem: Primavera (1997); Paez-Ozuma (2001a); e Shanahan (2003).

Neste contexto, deve-se ressaltar os impactos gerados pela atividade ao ecossistema manguezal. A destruição do manguezal é o impacto de maior interesse na construção de viveiros (Paez-Ozuma, 2001a), principalmente devido aos serviços ambientais prestados por este ecossistema, apresentados na Tabela 4.

Trata-se de um dos ambientes tropicais mais ameaçados do mundo, que perdeu, nas últimas duas décadas, pelo menos 35 por cento da sua área, perdas superiores a de outros ambientes ameaçados como as florestas tropicais e os recifes de corais (Valiela et al., 2001). Segundo Juma (1997) o déficit de nutrientes no ecossistema marinho promovido pela degradação do manguezal representou perdas anuais de aproximadamente 4,7 milhões de toneladas de peixe e 1,5 milhões de toneladas de camarão marinho para a indústria pesqueira, sem contar com os demais recursos e serviços que ainda não foram calculados

(ostras, caranguejos, aves, proteção da costa, perda de habitats, etc.). Impactos relacionados com mudanças alterações econômicas locais e regionais a partir das interferências na produtividade ecológica do ecossistema manguezal também foram definidos por Barbier and Strand (1998), Rönnback (1999) e Souza-Filho, et al. (2003).

Tabela 4 – Funções e serviços prestados pelo ecossistema manguezal.

Funções e serviços prestados pelo ecossistema manguezal	
i)	Fonte de matéria orgânica particulada e dissolvida para as águas costeiras adjacentes, constituindo a base da cadeia trófica com espécies de importância econômica e/ou ecológica;
ii)	Área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres, além de pouso de aves migratórias;
iii)	Proteção da linha de costa contra erosão, assoreamento dos corpos d'água adjacentes, prevenção de inundações e proteção contra tempestades;
iv)	Manutenção da biodiversidade da região costeira;
v)	Absorção e imobilização de produtos químicos (por exemplo, metais pesados), filtro de poluentes e sedimentos, além de tratamento de efluentes em seus diferentes níveis;
vi)	Fonte de recreação e lazer, associada a seu apelo paisagístico e alto valor cênico;
vii)	Fonte de proteína e produtos diversos, associados à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas vizinhas aos manguezais.

Fonte: COELHO JUNIOR e SCHAEFFER-NOVELLI, 2000

Trabalhos recentes sobre a situação dos mangues do mundo indicaram a carcinicultura como uma das maiores razões de destruição do manguezal (Alongi, 2002; Valiela et al., 2001). Barbier and Cox (2003) desenvolveram modelo matemático e analisaram a relação entre desenvolvimento econômico e perda de ecossistema manguezal em 89 países, encontrando relação positiva entre desenvolvimento da carcinicultura e perda de manguezal. Alongi (2002) prevê que nos próximos 25 anos a carcinicultura, conjuntamente com a sobre exploração pesqueira, serão as maiores ameaças ao manguezal.

Para o Brasil, não existem dados sobre qual a área de manguezal degradado pela atividade, sabe-se, entretanto, que em todos Estados aonde a atividade vem se desenvolvendo de forma expressiva foram ocupadas áreas deste ecossistema, tanto área de mangue (feição arbórea) como, principalmente, *apicuns* e *salgados*³ (*marisma intermareal*, *intertidal marsh*). O ecossistema manguezal também compreende esse setor de transição representado pelos apicum e salgado, que se trata de áreas usualmente areno-argilosas e argilosas, sem cobertura vegetal ou com vegetação rasteira que ocorre em terrenos em parte mais elevados do que a feição mangue (arbórea), mas ainda são atingidas por marés de sizígia. Diante de sua importância, o ecossistema manguezal é considerado como área de preservação permanente em todo território nacional, por força da Lei do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) e da Resolução 303/2002 do Conselho Nacional de Meio ambiente – CONAMA (BRASIL, 2002b), sendo sua ocupação permitida apenas por fins de utilidade pública.

Ao longo das bacias hidrográficas do estado do Ceará foram identificadas 245 fazendas de camarão, conforme diagnóstico realizado pelo órgão ambiental federal de meio ambiente (Ibama, 2005), com uma área total ocupada de 6.069,97 hectares, o que demonstra que os dados da Abcc (2005), que indicam para o ano de 2004 uma área de 3.804 ha, são subvalorados. Verificou-se que, do total das fazendas implantadas no Estado, 84,1 por cento causaram impactos diretamente ao ecossistema manguezal, envolvendo danos ambientais à fauna e flora do mangue e setores de apicum e salgado.

Assim, diante da situação de destaque do Estado do Ceará no desenvolvimento da carcinicultura no Brasil, das evidências de geração de impacto sobre o ecossistema manguezal e da falta de estudos referentes a estes impactos, especialmente sobre os ambientes denominados apicum e salgado, este artigo apresenta resultados de estudos geoambientais e ecodinâmicos regionais realizados ao longo da zona

costeira do Estado do Ceará. Tem com o objetivo principal caracterizar, de forma integrada, os impactos ambientais da carcinicultura ao longo do ecossistema manguezal. Os resultados apresentados foram obtidos através de projetos de pesquisa desenvolvidos pelo Departamento de Geografia da UFC, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) e do Instituto Terramar.

Metodologia

Inicialmente procedeu-se a contextualização econômica e dos impactos regionais da carcinicultura. Foi realizado um levantamento da evolução da produção no Brasil, principalmente a partir dos anos 1997, marco histórico da produção de camarão em cativeiro em larga escala.

Para a caracterização dos impactos ambientais no ecossistema manguezal vinculados à carcinicultura, levou-se em conta a importância do apicum e das salinas abandonadas em decurso de regeneração, para a continuidade das relações de troca de energia com suas demais unidades e sistema costeira associado. Cada componente geodinâmico foi descrito, tendo sido também evidenciadas as correlações com o transporte e deposição de sedimentos, oscilações das marés, aporte de água doce (subterrânea, fluvial e pluvial) e a sazonalidade climática.

Para fundamentar a dinâmica evolutiva, os fluxos costeiros foram definidos de modo a integrar o sistema estuarino com os setores que gradam lateralmente para o bosque de manguezal, apicum, salinas abandonadas, canais de maré e bancos de areia. A estrutura biofísica e a evolução espaciotemporal do manguezal foram analisadas a partir das atividades de carcinicultura, possibilitando a composição das bases processuais para a caracterização dos impactos ambientais.

A evolução espaciotemporal do ecossistema manguezal foi definida nos estuários dos rios Ceará e Cocó, através de recobrimentos aerofotogramétricos que constataram a dinâmica de retomada da cobertura vegetal em setores de apicum e após serem abandonadas as atividades de produção de sal.

Os aspectos geoambientais e ecodinâmicos foram definidos por meio de perfis transversais e longitudinais ao longo dos setores de apicum, manguezal, dunas fixas e móveis, tabuleiro litorâneo e faixa de praia. Os pontos de descrição de áreas destinadas ao estudo da dinâmica da paisagem, da fauna e da flora foram georreferenciados com a utilização de GPS Garmin 12 SAD 69, plotados em mapa-base escala de 1:50.000 e sobrepostos em imagens de satélites LANDSAT TM7/2002 e SPOT/2003. Foram também individualizadas as principais unidades do ecossistema manguezal associadas às comunidades de pescadores de Curral Velho (município de Acaraú), Porto do Céu (município de Fortim) e Cumbe (município de Aracati). Durante os trabalhos de campo nos setores de apicum e de antigas salinas foram observadas as características sedimentológicas, os aspectos pedológicos e topográficos e caracterizadas a fauna e a flora. Foi também identificado e georreferenciado o contato entre os setores de domínio das marés e as unidades pertencentes aos depósitos fluviais.

Nos laboratórios de Cartografia Digital e Climatologia e Recursos Hídricos do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), os dados de campo foram interpretados para a elaboração dos mapas temáticos (geológico, geomorfológico e cobertura vegetal). Para a composição de modelos e sínteses dos dados levantados, foram elaborados blocos diagramas com os temas cartografados. Nestes modelos foram introduzidos os impactos ambientais.

A caracterização dos fluxos de matéria e energia, de modo a fundamentar a análise dos impactos, foi elaborada a partir da delimitação das unidades geoambientais, dos sistemas deposicionais costeiros e caracterização dos agentes de transporte de sedimentos.

Foi através da interferência dos criatórios de camarão em cativeiro (também chamados de fazendas de camarão pelos industriais) nos processos geoambientais e ecodinâmicos, que foram derivadas as sugestões de planejamento e gestão desta atividade na zona costeira cearense.

Localização das áreas de estudo

A figura 1 mostra os principais estuários da zona costeira cearense, enfatizando as áreas utilizadas para a elaboração do diagnóstico ambiental. Nos estuários dos rios Jaguaribe e Acaraú foram realizadas

as atividades de mapeamento das áreas impactadas pela atividade de produção de camarão em cativeiro e, na localidade de Curral Velho (município de Acaraú) foram definidos os componentes de fauna e flora. Ao longo do ecossistema manguezal dos estuários dos rios Cocó e Ceará foram realizados os trabalhos de evolução espaciotemporal do bosque de manguezal associado com os setores de apicum e salinas abandonadas. Em todas as áreas foram definidos os processos geoambientais e ecodinâmicos nos setores de apicum e relacionados com os fluxos de matéria e energia que estruturam o ecossistema manguezal.

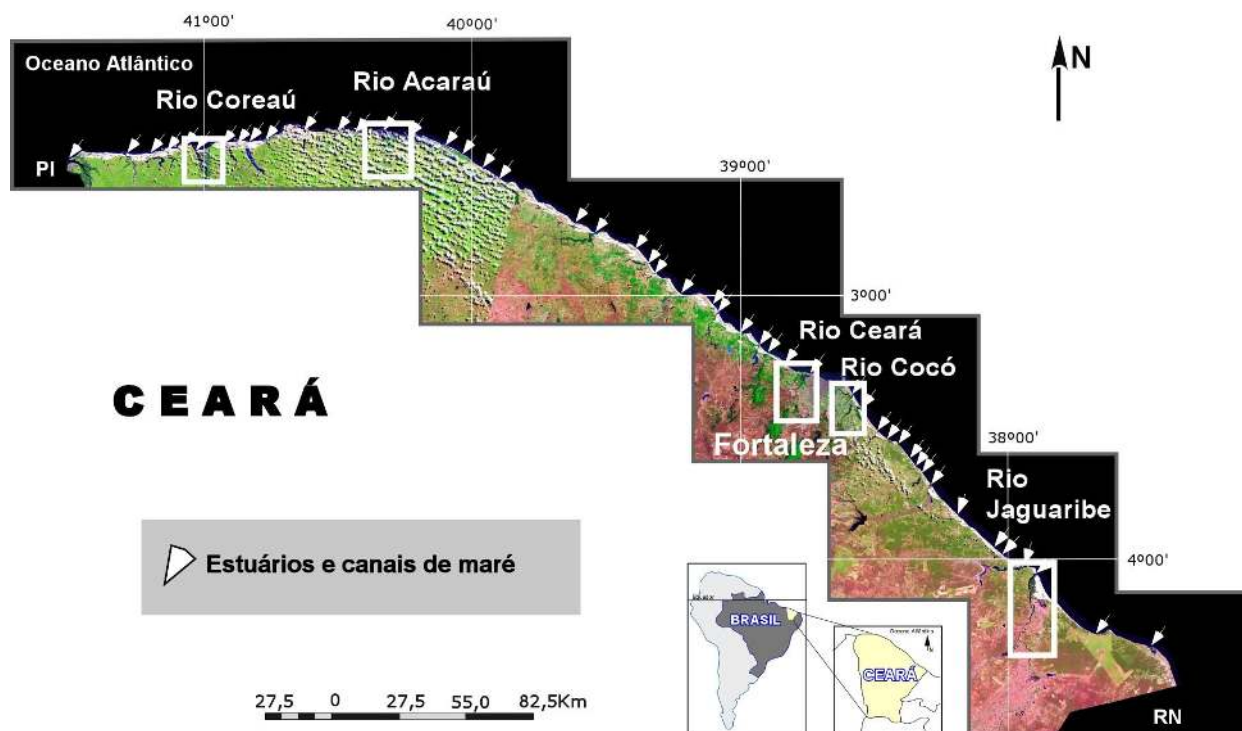


Figura 1 – Localização das áreas de estudo.

Caracterização geoambiental e ecodinâmica do apicum.

O termo *apicum*, palavra indígena para representar setores de planície de maré associados ao ecossistema manguezal, será mantido, uma vez que apresenta um forte significado para as comunidades tradicionais e que já foi incorporado na legislação de vários Estados brasileiros.

O apicum (figuras 2 e 3) apresenta uma fisionomia plana, afetado pelas oscilações das marés de sizígia e pela água doce durante os eventos de cheias fluviais e exutórios do aquífero. Com nível médio de maré máxima de 3,55m, esta unidade ambiental, quando inundada, é submetida a reações ambientais vinculadas com os processos sedimentares (decantação dos sedimentos finos e produção de biodetritos), morfológicos (dinâmica dos canais de maré associados) e ecológicos (produção e distribuição de nutrientes). Durante a estufa da maré (momento de retomada do fluxo de vazante), depositam-se sedimentos e são incorporados nutrientes para os sistemas estuarino e costeiro marinho. Como reserva períodos sem uma cobertura vegetal expressiva, comporta-se como área de baixa turbidez, proporcionando uma camada de água fótica essencial para uma expressiva faixa de organismos da cadeia alimentar. Em decorrência dos elevados índices de insolação, com uma média de 2.766,3 horas/ano (FUNCEME, 2005) os sedimentos areno-argilosos, ricos em restos vegetais de mangue, apresentam comumente altos índices de salinidade em superfície e intersticial, minimizados durante os períodos de maior precipitação pluviométrica, aportação de água doce do lençol freático e com os eventos de inundação fluvial (regulam as taxas de salinidade quando incorporada à hidrodinâmica fluviomarina). Durante os intervalos em que é exposto à insolação

e ao vento, na maré baixa, sobre sua superfície repousa um tapete de microorganismos (algas e bactérias) resguardando a base da cadeia alimentar. A fauna encontra no apicum locais de pouso, alimentação e de reprodução. As comunidades tradicionais (índios, pescadores, marisqueiras, agricultores) utilizam-no para a mariscagem, a pesca e como vias de acesso para os demais setores do manguezal associados com o extrativismo. Ao ser revegetado pelo manguezal, assume outras funções e serviços ambientais, associados à expansão do bosque de manguezal (Fairbridge, 1980; Schaeffer-Novelli e Cintrón, 1986; Freire et al., 1989; Schaeffer-Novelli, 1989; Nascimento, 1993; Meireles, 2001; Meireles e Vicente da Silva, 2002).



Figura 2 – Setor de apicum evidenciando suas características morfológicas e ecológicas. Unidade do ecossistema manguezal freqüentemente inundada pelas oscilações de maré (fotografia de J. Meireles novembro de 2004).

Ao longo das áreas estudadas verificou-se que o apicum grada lateralmente para o bosque de manguezal (tanto em áreas interiores ao ecossistema manguezal como em sua borda), para canais de maré e terraços fluvio-marinhos (inundados esporadicamente pelas marés de tempestade e em eventos de máxima vazão fluvial). Constatou-se que a freqüência de inundação pelas marés, a elevada densidade de canais de maré sobre o relevo plano, as oscilações sazonais de salinidade e a estrutura do solo, permitiram a identificação de áreas específicas de retomada da vegetação (figura 4).

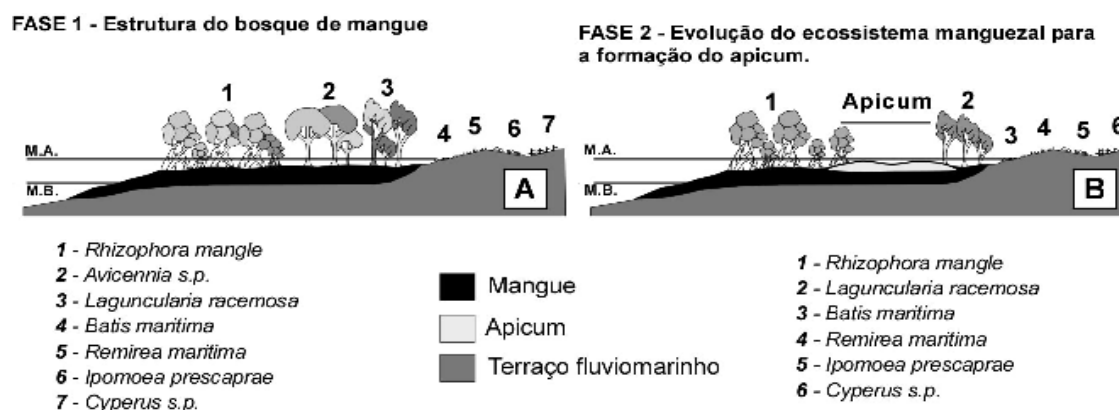


Figura 3 – Perfis transversais ao canal estuarino com informações sobre aspectos morfológicos e cobertura vegetal do apicum e manguezal. As fases evidenciam a evolução de um bosque de manguezal (A) para um setor de apicum (B).

O fluxo de materiais sedimentares promovido pela ação das ondas e marés, dos ventos e aporte fluvial ao longo da planície costeira promove a construção de bancos de areia nos canais estuarinos (Pritchard, 1967; Pannier and Pannier, 1980; Coutinho, 1986; Meireles, et al., 1989; Freire et al., 1991; Perillo, 1995; Roman and Nordstrom, 1996). Com a interação hidrodinâmica, resultando em transporte de sedimentos, parte desses bancos de areia evoluíram para setores de apicum e, posteriormente vegetados, atuaram como unidades de expansão do bosque de manguezal. Quando associados à origem de flechas de areia na desembocadura dos estuários, interferiram na dinâmica morfológica e batimétrica dos canais internos, promovendo o desvio e soterramento de gamboas (canais de maré associados ao bosque de

manguezal) e assoreamento de áreas com vegetação de mangue, para a origem do apicum. Em grande parte dos estuários do nordeste brasileiro a aportação de areia para a hidrodinâmica estuarina também ocorre por intermédio do fluxo eólico, quando os campos de dunas migram na direção dos canais estuarinos, produzindo bancos de areia que também evoluíram para setores de apicum (Meireles, 2001). Os campos de dunas localizados nas proximidades dos manguezais também regularam a disponibilidade de água doce através de seus exutórios na direção do canal estuarino.

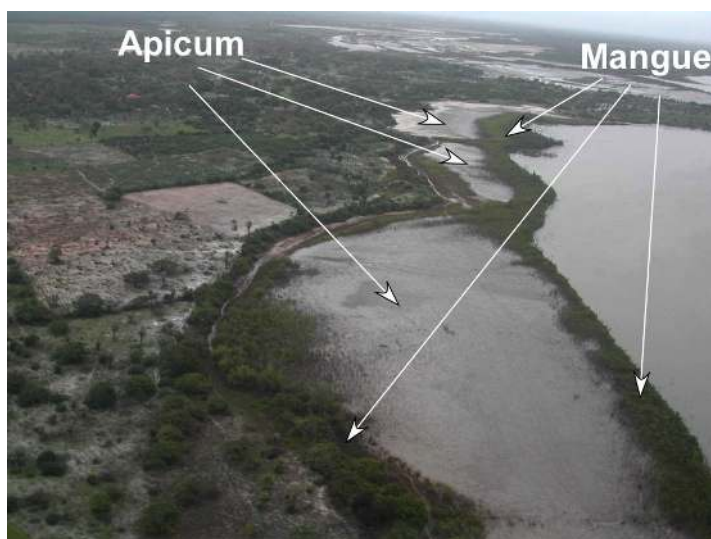


Figura 4 – Setores de apicum bordejados pela vegetação de mangue. (fotografia de J.Meireles, março de 2005).

Ao ser utilizado de forma indiscriminada para a implantação de unidades produtoras de camarão em cativeiro (fazendas de camarão), foram suprimidas funções, habitats e serviços ambientais diretamente associados ao ecossistema manguezal. Os impactos ambientais refletiram diretamente na qualidade da água, em danos à produtividade dos recursos pesqueiros utilizados pelas comunidades tradicionais (pescadores, índios, marisqueiras e camponeses), na supressão de grandes áreas destinadas à expansão do ecossistema e setores utilizados por aves migratórias (Vanini, 2001; Meireles e Vicente da Silva, 2002 e Ibama, 2005).

O apicum é extremamente valioso para o ecossistema manguezal, especialmente por suas características relacionada com áreas de expansão da vegetação de mangue e de produção de nutrientes para uma complexa cadeia alimentar associada. Além deste serviço fundamental, outros serviços são também essenciais e intimamente relacionados com a melhoria da qualidade de vida das comunidades tradicionais costeiras e manutenção da biodiversidade que fundamenta a interdependências com uma infinidade de outros habitats associados às zonas litorâneas e marinhas.

Fluxos de Matéria e Energia

A caracterização do conjunto de morfologias, depósitos sedimentares associados e a definição dos fatores e agentes da ecodinâmica do manguezal possibilitaram a composição das bases processuais para a caracterização e análise dos impactos ambientais.

Cada componente dinâmico associado ao ecossistema manguezal dos rios Acaraú e Jaguaribe foi descrito, evidenciando as correlações com o transporte de sedimentos, correntes marinhas, oscilações diárias de maré e ação dos ventos. Aliado aos processos dinâmicos para a sustentação das reações que interagem com a cadeia alimentar e a produção e distribuição de nutrientes, foram evidenciados os fluxos costeiros. Foram vinculados às demais unidades que gradam regionalmente da planície costeira para o ecossistema manguezal (Meireles, 2001):

i) *Fluxo subterrâneo* - proveniente de aquífero associado às bacias hidrográficas e relacionado com unidades morfológicas que gradam lateralmente para o ecossistema manguezal (Formação Barreiras, terraços marinhos e fluviais e embasamento cristalino). Este fluxo influencia as condições hidrodinâmicas e os processos sedimentares, físico-químicos e biológicos ao longo do sistema estuário. Vinculado diretamente com o canal dos estuários através dos exutórios do lençol freático (localizados no sopé da falésia, em rochas fraturadas do embasamento e através da permeabilidade dos depósitos aluviais e eluviais quaternários), contribui com água doce para o ecossistema manguezal. É durante o período em que ocorrem as maiores precipitações pluviométricas que se eleva o aporte de água doce para o aquífero e, conseqüentemente, é repassado para o estuário. Nas áreas de apicum distribuídas ao longo do manguezal, processa-se, em grande parte, o acesso e distribuição de água doce para o ecossistema, contribuindo com as reações geoambientais e ecodinâmicas que regulam as seguintes propriedades e componentes: a) salinidade da água - variações sazonais de acordo com a contribuição de água doce do aquífero, principalmente durante o período de maior precipitação pluviométrica; b) temperatura da água - sazonalidade climática derivada das mudanças mensais e anuais reguladas pelo volume de água disponibilizada pelo aquífero; c) oxigênio dissolvido – vinculado ao fluxo hidrodinâmico e turbulência durante os eventos de máxima vazão do aquífero; d) turbidez - de acordo com a sazonalidade na aportação de água doce, mobilidade e dispersão de material em suspensão (proveniente do fluxo interno do aquífero), como silte, argila e matéria orgânica; e) nutrientes - aportes de detritos orgânicos e sais dissolvidos disponíveis nos sedimentos e disponibilizados para o ecossistema manguezal e hidrodinâmica estuarina e; f) fauna e flora - ecodinâmica em grande parte regulada pelas relações fundamentadas na interação dos fluxos de água doce quando aflora nos setores de apicum e marinha.

ii) *Fluxo estuarino* - originado a partir da integração entre a aportação de água doce proveniente das zonas de exutórios (quando a água subterrânea entra para o ecossistema manguezal), do escoamento superficial associado ao sistema fluvial e das oscilações diárias de maré. É a partir das reações ecodinâmicas (produção e dispersão de nutrientes) reguladas pela temperatura, pH, alcalinidade, salinidade (sais minerais), oxigênio dissolvido e matéria orgânica, vinculadas às unidades do ecossistema manguezal (bosque de manguezal, apicum, bancos de areia, canais de marés e gamboas), que se estrutura a dinâmica de fluxo e de produtividade primária do ambiente estuarino. A fauna é dependente direta da produção bioquímica e física de nutriente que emana da conectividade entre as unidades do ecossistema. As reações ambientais associadas à disponibilidade de matéria orgânica, à produção de oxigênio dissolvido e à alcalinidade, regulam as propriedades do ecossistema atreladas à base da cadeia alimentar (nutrientes orgânicos, sais minerais e produção de CO_2 , SO_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4 , NH_4 , H_2S , material particulado em suspensão, entre outros). As variações de temperatura e salinidade também regulam a disponibilidade de oxigênio dissolvido, diretamente associada às trocas laterais com as demais unidades do ecossistema manguezal (quanto maior a temperatura e a salinidade, menor a disponibilidade de OD).

iii) *Fluxo litorâneo* - originado a partir do ataque oblíquo das ondas à linha de costa e à ação das marés, é em grande parte o responsável pelo transporte e distribuição dos sedimentos (silte, argila, areia e biodetritos), dos nutrientes e a dispersão de sementes. Atua de modo a gerar um aporte sedimentar para a construção de bancos e flechas de areia e argila ao longo dos canais estuarinos, principalmente nas proximidades da desembocadura. Verificou-se que essas morfologias evoluíram para setores de apicum, os quais, posteriormente vegetados, promovem a expansão da vegetação de mangue. Este fluxo interfere na hidrodinâmica dos canais internos, provocando mudanças morfológicas relacionadas com a migração lateral, alterações batimétricas e soterramento de setores com vegetação de mangue. O material em suspensão também está diretamente associado com a dinâmica imposta pelo fluxo litorâneo.

iv) *Fluxo eólico* - apresenta relação direta com a sazonalidade climática regional e, localmente,

com as margens dos canais, com os setores de apicum e com a cobertura vegetal. As gamboas e canais de maré atuam como corredores de vento vinculados diretamente à hidrodinâmica de fluxo e refluxo das marés. No apicum, promove a redistribuição da matéria orgânica particulada na direção da complexa rede de canais que se interliga com as demais unidades do ecossistema manguezal. A turbulência provocada pelo vento atua também na produção de oxigênio dissolvido e resuspensão de sedimentos. Como o período de ventos mais intensos está relacionado aos eventos de estiagem e grande parte dos estuários do nordeste brasileiro está associado aos campos de dunas móveis, o fluxo eólico interfere também na morfodinâmica do sistema estuarino (margens e fundo do canal). Quando as dunas migram na direção dos estuários, promovem aportação sedimentar para a origem dos bancos e flechas de areia e material arenoso utilizado para o desenvolvimento dos setores de apicum. Quando os sedimentos carregados pelo vento penetram em áreas mais interiores, atuam na dinâmica de migração dos canais de maré, redirecionando os fluxos das marés e de água doce durante os eventos de maior vazão fluvial. Os campos de dunas localizados nas proximidades dos manguezais também regulam a disponibilidade de água doce para o ecossistema manguezal.

v) *Fluxo fluvial* – aporte de água doce dos rios, de sedimentos e de nutrientes, principalmente durante os eventos de maior vazão. Durante as cheias atua como barreira hidrodinâmica, podendo até impedir a entrada da cunha salina. Lava as áreas de apicum proporcionando a dissolução de sais precipitados em superfície. Promove mudanças nas estruturas pedológica e físico-química do solo, proporcionando as condições de salinidade e de disponibilidade de nutrientes para a retomada da vegetação em áreas de apicum. A aportação de sedimentos atua na configuração morfológica dos canais de maré (migração lateral e alterações na profundidade e largura dos canais), ocasionando mudanças na ecodinâmica do bosque de manguezal e na fauna associada. Ao originarem acumulações de sedimentos provenientes dos pulsos fluviais com mudanças batimétricas nas gamboas, podem interceptar o fluxo contínuo das marés, proporcionando as condições ambientais necessárias para o desenvolvimento de setores de apicum. As amplitudes e variações dos eventos de aportação de água doce proveniente do aporte fluvial, regulam a média anual da biomassa, a taxa de produção do fitoplâncton e as reações físico-químicas do estuário, influenciando os ciclos de produção primária (microalgas planctônicas, macroalgas bênticas e macrófitas submersas e emersas).

A dinâmica que envolve a conjunção dos fluxos que transitam pelo ecossistema manguezal vincula-se diretamente aos setores de apicum. Verificou-se que, a água subterrânea quando aflora neste setor do ecossistema, a dinâmica das marés associadas ao sistema estuarino, a água doce que inunda o apicum proveniente dos eventos de maiores vazões fluviais, as derivas litorânea e eólica dos sedimentos, promoveram e regularam:

- i) Renovação dos índices de oxigênio dissolvido, de salinidade e de nutrientes;
- ii) As propriedades físico-químicas e biológicas na produtividade primária do ecossistema manguezal, da mata ciliar e do carnaubal;
- iii) Ciclos sazonais de aportação de água (subterrânea e superficial) que regulam a dinâmica evolutiva de setores de apicum para bosque de manguezal e produção de nutrientes;
- iv) Intrusão de água salgada responsável pelo transporte e distribuição de nutrientes;
- v) Mudanças morfológicas e no substrato com a ampliação de áreas destinadas à expansão da vegetação de mangue;
- vi) Ajustes nos gradientes de salinidade superficial e intersticial para a revegetação de salinas abandonadas e do apicum e;
- vii) Diversidade de agentes produtores (algas) e distribuidores de nutrientes para a sustentação da biodiversidade.

Os impactos ambientais foram gerados a partir da interferência dos criatórios de camarão e demais equipamentos associados (canais de adução e de deságüe e vias de acesso) aos fluxos de matéria e

energia ao longo das bacias hidrográficas. Interferiram nos processos geodinâmicos e ecológicos que atuam no ecossistema manguezal e promoveram danos de elevada magnitude nas Áreas de Preservação Permanente⁴. Foram constatados ao longo dos estuários do litoral cearense e detalhados os processos nos estuários dos rios Jaguaribe e Acaraú.

Levantamento Ecodinâmico, Fauna e Flora dos Setores de Mangue e de Apicum Associados à Comunidade de Curral Velho, Acaraú/Ce

Para caracterizar do manguezal e os processos ecodinâmicos relacionados com a evolução da fauna e flora dos setores de apicum e de salinas abandonadas, foram definidos os principais componentes ecológicos do ecossistema manguezal associados ao rio Acaraú.

Como principais espécies vegetais arbóreas, foram identificadas o mangue vermelho, verdadeiro ou sapateiro (*Rhizophora mangle*), o mangue manso, branco ou rajadinho (*Laguncularia racemosa*), o canoé, preto ou síriba (*Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*) e o mangue ratinho ou botão (*Conocarpus erecta*), (Vicente da Silva, 1998 e Meireles e Vicente da Silva, 2003).

De uma forma geral, o *mangue sapateiro* (*Rhizophora mangle*) ocupa as margens dos canais, junto às águas dos manguezais, onde os solos são menos consistentes e suportam ainda as condições de baixa salinidade. Seu porte chegou a 20 metros de altura nas áreas mais conservadas. Como forma de adaptação morfológica ao ambiente, o mangue sapateiro possui rizóforos, além de ter lenticelas que auxiliam na obtenção de ar e de nutrientes. Possui, também, um sistema fisiológico que possibilita filtrar a água salgada por meio da absorção dos sais pelas raízes, permitindo, assim, a regulação dos níveis de concentração interna de sais na planta. Quando as áreas ocupadas pelos rizóforos foram suprimidas (ou assoreadas por aportação de materiais provenientes da erosão dos diques dos viveiros), afetam diretamente a sustentação desta espécie de mangue, provocando a morte de indivíduos.

O *mangue sapateiro* é uma planta vivípara, desprendendo o seu fruto somente após a germinação como plântula. Sua dispersão é feita por hidrocoria (sementes transportadas pela dinâmica das marés), tendo uma elevada capacidade de flutuação, de permanência na água e se fixa em áreas debaixo das árvores adultas. Os canais de marés existentes nos terrenos de apicum e os associados com bosques de manguezal, quando foram interditados pelos diques das unidades produtoras das fazendas de camarão, inviabilizaram a expansão desta espécie de mangue e promoveram a morte de indivíduos.

O mangue manso (*Laguncularia racemosa*) ocupa indistintamente as áreas do manguezal, após a faixa de domínio de *Rhizophora mangle*. Apresentou preferência por solos de textura um pouco mais arenosa e chegou a alcançar até 15 metros de altura. Morfologicamente está adaptado às condições de falta de aeração no solo, por via de um sistema radicular com pneumatóforos. Em sua forma de dispersão, que também ocorre por hidrocoria, prevalece a semiviviparidade, uma vez que o seu fruto germina imediatamente ao contato com as águas dos canais de drenagem. A semente possui elevada capacidade de flutuação, podendo permanecer quase um mês no meio hídrico e, em razão do seu pequeno tamanho, pode atingir extensas áreas em sua distribuição pelas planícies fluviomarinhas. O bloqueio das trocas laterais por meio da construção das unidades produtoras (viveiros de camarão), afetando a distribuição de água salgada no manguezal, inviabilizou extensas áreas onde os canais de maré atuavam como dispersores das sementes.

O mangue canoé é denominação comum a duas espécies, *Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*, similares em suas características morfológicas e fisiológicas. Suas árvores destacam-se no conjunto vegetacional por sua coloração mais escura e chegaram a alcançar até 18 metros de altura. Elas se adaptaram localmente a terrenos mais arenosos e, como adequação morfológica (áreas provavelmente ocupadas anteriormente por apicum), também apresentam raízes respiratórias e semiviviparidade de seus frutos como estratégia de dispersão, que é realizada pelo fluxo das águas. A *Laguncularia racemosa*, a *Avicennia germinans* e a *Avicennia schaueriana* ocorreram em áreas interiores da planície fluviomarinha e de forma consorciada ou constituindo trechos de mangues monoespecíficos. Comumente delimitam o contato entre o setor de cobertura arbórea com o apicum.

No apicum há o predomínio de espécies herbáceas, destacando-se o brejo do mangue (*Batis maritima*), a beldroega (*Portulaca oleracea*), além das cyperaceas (*Cyperus sp.*) e das xyridaceas (*Xyris sp.*). Já nos contatos do manguezal com os cursos de água doce nas proximidades de ressurgências hídricas, ocorre a presença do bugi (*Dalbergia hecastophyllum*), como espécie arbustiva, e plantas anfibias, representadas pela samambaia do mangue (*Acrostichum aureum*) e pela tabuba (*Thypha domingensis*).

As variações diárias e sazonais do nível das águas e do regime de salinidade, a diversidade de textura do substrato e a heterogeneidade da distribuição das espécies vegetais influíram diretamente na complexa dinâmica de localização e dispersão da fauna no ecossistema manguezal (Meireles e Vicente da Silva, 2002). Foi possível diferenciar um complexo conjunto de espécies faunísticas de ambientes hídricos, anfibios e terrestres, onde convivem os principais grupos de animais (moluscos, crustáceos, peixes, répteis, aves e mamíferos) considerados na pesquisa de campo.

Verificou-se que a atividade de coleta de moluscos pelos pescadores e marisqueiras (para o consumo e venda do excedente) - búzio (*Anomalocardia brasiliensis*), picholeta (*Tagelus plebeius*), o buzinho (*Neritina virginea*), o intã (*Donax striatus*), o rapacoco (*Phacoides pectinatus*) e a ostra (*Crassostrea rhizophorae*), além de crustáceos (camarões *Pennaeus schmittii*, *Macrobrachium acanthurus* e *Macrobrachium sp.*; os siris *Callinectes affinis*, *Callinectes danae* e *Callinectes bocurte*; o cicié *Uca lepdactyla*, *Uca rapax*, *Uca thayeri* e *Uca maracoani*; o mão-no-olho *Paneopeus sp.* e *Euritium limosum* e o mochila *Sesarma rectum*; o aratu *Goneopsis cruentata*, o caranguejo uçá *Ucides cordatus* e o guaiaumum *Cardisoma guanhumi*) - é uma tarefa cotidiana e envolve toda a família.

A ictiofauna foi outro importante componente biológico do meio aquático do manguezal caracterizado nesta pesquisa. A sua distribuição depende das oscilações da salinidade hídrica, relacionadas com as marés e os períodos de chuvas ou de estiagem. O apicum de Curral Velho regula esses componentes por intermédio de ressurgências do lençol freático e a salinidade intersticial. Verificou-se a presença de peixes marinhos e de água doce que buscam esse sistema para se alimentar e se reproduzir. Entre as espécies de peixes mais características do manguezal, destacaram-se: o bagre (*Tachysurus sp.*), a carapeba (*Diapterus sp.*), o carapicu (*Eucinostomus sp.*), a saúna (*Mugil spp.*), o coípe (*Mugil lisa*) e a taínha (*Mugil curema*).

Apenas uma pequena parte das aves e pássaros é característica dos manguezais, como a saracura do mangue (*Aramides mangle*), o sibite do mangue (*Conirostrum bicolor*), a saracura preta (*Rallus nigricans*) e a saracura do mangue (*Aramides mangle*). Verificou-se que o apicum é também frequentemente utilizado por aves migratórias, principalmente, pela disponibilidade de nutrientes, abrigo e refúgio (AQUASIS, 2003).

Os componentes ecológicos do ecossistema manguezal dependem diretamente dos processos biológicos e geoambientais que se desenvolvem no remanescente apicum diante da vila de pescadores, contribuindo para manter e regular a disponibilidade de nutrientes fundamentais para a biodiversidade. Este suporte de biomassa relaciona-se diretamente com as atividades de subsistência das comunidades tradicionais litorâneas. É no apicum que a comunidade de Curral Velho desenvolve as atividades cotidianas de pesca e mariscagem, representando um sistema geoambiental, ecodinâmica e socioeconômico fundamental para a segurança alimentar local.

Segundo Ibama (2005), o estuário do rio Acaraú conta com 27 empreendimentos de carcinicultura, que perfazem uma área total de 1.104,88ha. Durante os trabalhos de campo verificou-se que grande parte foi instalada em setores de apicum e que interferiram diretamente na dinâmica das marés e trocas laterais com os canais de maré e canal principal do estuário. Alteraram a hidrodinâmica de extensos setores do ecossistema manguezal, influenciando também na dispersão das sementes por hidrocoria.

Dinâmica Ambiental Relacionada com Setores de Apicum e Salinas Abandonadas

O fluxo estuarino desenvolve-se a partir da integração entre a aportação de água doce proveniente das zonas de exutórios (grande parte representadas pelo apicum) e o escoamento superficial associado ao sistema fluviomarinho por intermédio da vazão fluvial e oscilações diárias de maré (Ottmann, 1979; Dalrymple, et al., 1992; Farnsworth and Ellison, 1997). Regula a dinâmica evolutiva dos setores de

apicum a partir das reações ecodinâmicas (produção e dispersão de nutrientes) vinculadas às condições de temperatura, pH, alcalinidade, salinidade, oxigênio dissolvido e matéria orgânica. Com o resultado da caracterização da dinâmica espaciotemporal dos setores de apicum (rios Cocó e Ceará), demonstrou-se que os canais de maré, ao conduzirem as sementes de mangue, proporcionaram a ampliação da cobertura vegetal. Inicialmente, ocorreu a revegetação em suas margens e, posteriormente, acabaram por tomar todo o setor, antes desprovido de cobertura vegetal arbórea. A dinâmica regida pelo fluxo das marés, água doce proveniente do aquífero e do escoamento superficial, regulou os processos geoambientais para a retomada da vegetação de mangue. As características sedimentares (variando nas granulações areia silte e argila), pedológicas (neossolos sálicos), conteúdo de nutrientes (matéria orgânica, algas e sais minerais) e a disponibilidade de água, proporcionaram as condições morfoestruturais, ecológicas e pedogenéticas para o crescimento da vegetação no apicum. A diminuição da cobertura vegetal, evoluindo para a ocorrência de pequenos indivíduos, reconduzindo áreas com vegetação de mangue para a formação do apicum, verificou-se por meio das mudanças morfológicas nos canais de maré, com eventos de aportação de sedimentos arenosos sobre áreas de manguezal e a movimentação dos bancos de areia ao longo das gamboas e canal principal.

A regeneração da vegetação de mangue nas salinas abandonadas inicialmente ocorreu acompanhando os canais de drenagem, reestruturados após o rompimento dos diques (erosão e arrombamento) e a retomada das trocas laterais com as oscilações diárias da maré e os ciclos de água doce (fluvial e subterrânea). À continuação, a cobertura vegetal avança por toda a extensão da antiga área utilizada para a produção de sal. A expansão da vegetação de mangue ocorreu mesmo em áreas onde a salinidade intersticial e superficial do solo antes alcançava valores extremos (tanques de produção de sal). O alto índice de salinidade do solo foi minimizado pelo processo de lixiviação dos sais minerais, durante a retomada das marés e a circulação de água doce proveniente do aquífero e da sazonalidade pluvial e fluvial.

Levando em conta a evolução espaciotemporal dos setores de apicum e das salinas abandonadas, observou-se que foram submetidas aos mesmos processos geoambientais e ecodinâmicos que atuaram nas áreas com vegetação de mangue. Com a ação continuada das trocas laterais, foi proporcionada a revegetação com a retomada da fauna associada, regendo a manutenção e ampliação da biodiversidade do ecossistema manguezal. Verificou-se ainda que setores de apicum e salinas abandonadas foram completamente tomados por uma cobertura vegetal arbórea em intervalos de 8 a 13 anos (figura 5).

Os aspectos geomorfológicos (altitude correlata às oscilações de maré, superfície plana e declividade suave) e a constituição sedimentológica dos setores de apicum, propiciaram uma interação particular com o fluxo subterrâneo de água doce. Ao direcionar-se para os baixos cursos fluviais e para as áreas estuarinas, encontra neste setor uma importante zona de exutório. A água doce ressurgente é conduzida por uma densa rede de canais de maré, regulando assim a salinidade intersticial e dissolvendo os sais precipitados em superfície.

Impactos Ambientais da Carcinicultura em Áreas de Apicum.

Cada um dos aspectos tratados à continuação foram relacionados direta e indiretamente com os fluxos de matéria e energia que se vinculam ao ecossistema manguezal. A dinâmica que envolve a ação das ondas e marés ao longo dos canais estuarinos, o escoamento superficial e a aportação de água doce proveniente do aquífero e a disponibilidade e distribuição de sedimentos foram evidenciados. Desta forma, foi possível configurar a interligação das unidades que compõem o ecossistema manguezal, em associação com os impactos relacionados aos empreendimentos de carcinicultura, durante suas fases de instalação e operação.

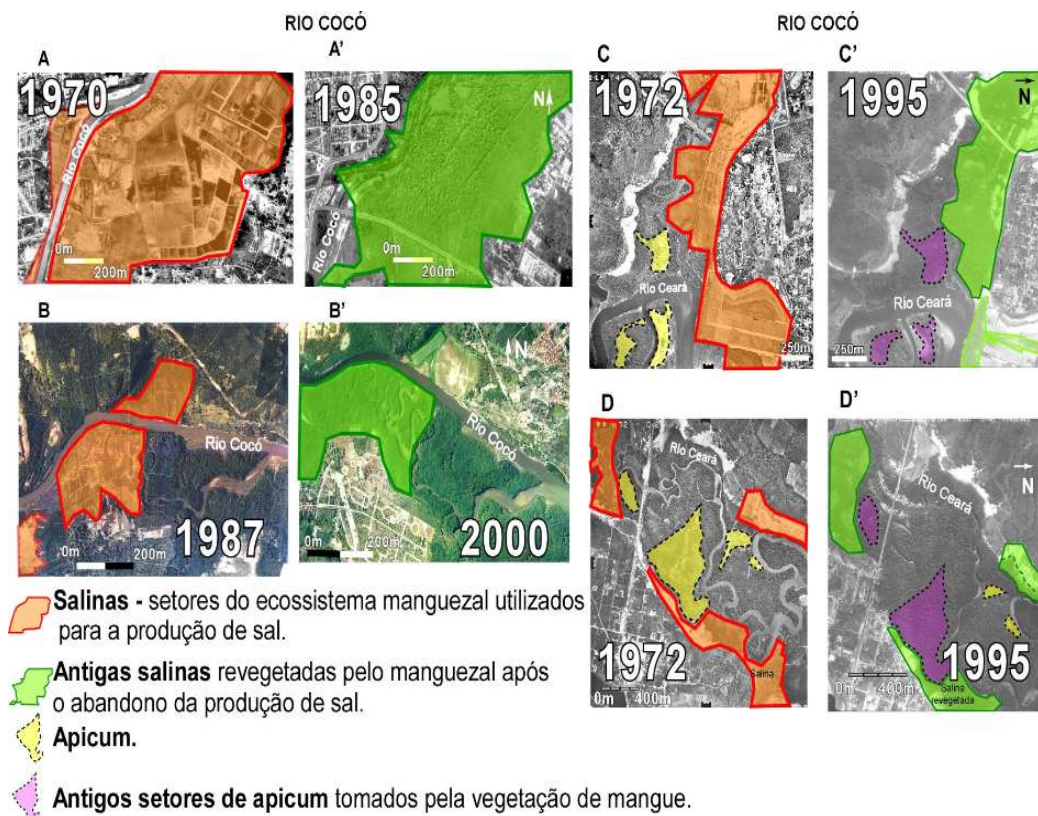


Figura 5 – Dinâmica espaciotemporal relacionada com a regeneração da vegetação de mangue em antigas salinas e a evolução do apicum para setores com cobertura arbórea ao longo dos estuários dos rios Cocó (A ano 1970, A' ano 1985; B ano 1987, B' ano 2000) e Ceará (C e D ano 1972, C' e C' ano 1995). Verificar que as salinas e os apicuns apresentaram alta capacidade de regeneração e de recolonização.

A figura 6 representa uma síntese das unidades geoambientais caracterizadas ao longo dos sistemas estuarinos dos rios Acaraú e Jaguaribe e como foram ocupadas pelas unidades produtoras de camarão em cativeiro. Foram também caracterizados os impactos relacionados com vias de acesso, tanques criatórios de larva e de pós-larva, canais de abastecimento e deságüe, bacias de sedimentação, laboratórios e depósitos de implementos.

Verificou-se que, do total das fazendas licenciadas pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), 84,1 por cento causaram impactos diretamente ao ecossistema manguezal (fauna e flora do mangue, apicum e salgado); 25,3 por cento promoveram o desmatamento do carnaúbal e 13,9 por cento ocuparam áreas antes destinadas a outros cultivos agrícolas de subsistência. No rio Jaguaribe, 44,2 por cento das piscinas de camarão foram construídas interferindo diretamente no ecossistema manguezal e 63,6 por cento promoveram danos de elevada magnitude a um dos mais importantes carnaúbaes de nossas bacias hidrográficas. Dados mais assustadores foram definidos nos estuários dos rios Pirangi, Acaraú, Coreaú e Timonha, com 89,5, 96,9, 90,9 e 100 por cento respectivamente, com as atividades de criação de camarão dentro do ecossistema manguezal (nos rios Acaraú, Coreaú e Timonha, 78,1, 72,7 e 81,8 por cento respectivamente, provocaram desmatamentos da vegetação de mangue) (Ibama, 2005). Constatou-se que os empreendimentos visitados durante os trabalhos de campo, geram sérios riscos de disseminação de espécies exóticas, pois não dispõe de mecanismos de segurança eficientes para evitar a invasão de uma espécie de camarão (*Litopenaeus vannamei*) estranha e nociva aos manguezais do Brasil. Segundo ainda Ibama, 2005, somente 21,6 por cento dispunham de licença correspondente a sua fase de implantação e dentro do prazo de validade.

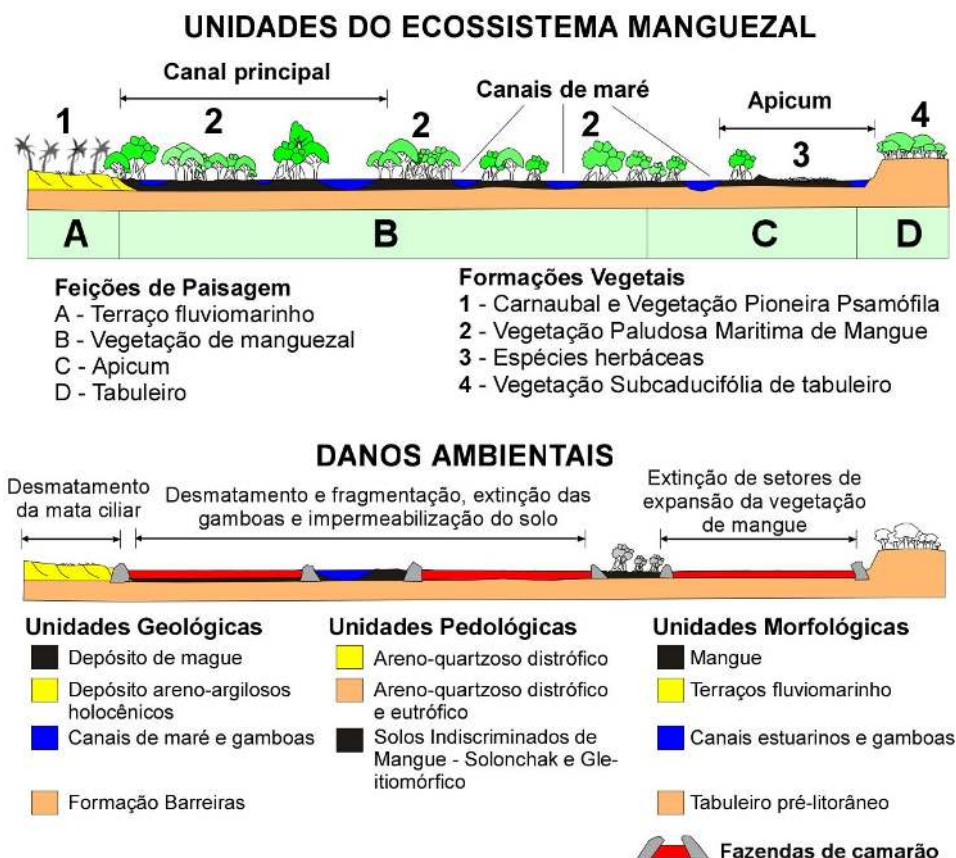


Figura 6 – Unidades do ecossistema manguezal e suas características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, as feições de paisagem e as formações vegetais. Foram também associados os principais impactos ambientais relacionados com a implantação dos viveiros de camarão.

Durante as atividades de caracterização dos impactos ambientais nos estuários dos rios Acaraú e Jaguaribe, foram definidos os relacionados com:

- i) Descaracterização geoambiental e ecodinâmica do ecossistema manguezal por desmatamento da vegetação;
- ii) Desmatamento do carnaubal que se associa lateralmente com as áreas de apicum e manguezal;
- iii) Impermeabilização do solo nas proximidades das áreas urbanas e vilas de pescadores, suprimindo áreas de recarga do aquífero;
- iv) Riscos de salinização do aquífero em virtude da ocupação de extensas áreas de recarga;
- v) Bloqueio da maré, impedindo acesso da água (nutrientes e sementes) em áreas com vegetação de mangue e em setores de apicum;
- vi) Inviabilizou a participação da água doce proveniente do aquífero (ciclo de renovação da água e lixiviação dos sais minerais) na ecodinâmica interna do apicum e, conseqüentemente, para o estuário;
- vii) Extinção de áreas de expansão da vegetação de mangue (apicuns e salgados); mudanças estruturais (perda de material sedimentar, soterramento e compactação) e pedológicas do solo do apicum e de setores desmatados;
- viii) Erosão dos taludes dos viveiros de camarão (ação pluvial e contato com as oscilações diárias da maré) e assoreamento das áreas com vegetação de mangue e de apicum;
- ix) Descarte direto de efluentes em gamboas;
- x) Morte de vegetação (manguezal, carnaubal e caatinga) decorrente, é provável, da infiltração de água salobra e bloqueio das trocas laterais com a implantação dos tanques e obras de infra-estrutura;

- xi) Foram alteradas as propriedades biológicas que dão sustentação à base da complexa cadeia alimentar, ao suprimirem setores do ecossistema manguezal produtores e disseminadores de nutrientes;
- xii) As reações químicas do ecossistema manguezal ao serem suprimidos setores de apicum (atua como reguladora da alcalinidade, pH, compostos nitrogenados e oxigênio dissolvido) e de vegetação de mangue; e
- xiii) As propriedades físicas do ecossistema manguezal, ao ser inviabilizada a dinâmica das marés em áreas desprovidas temporalmente de bosque de manguezal (apicum) e reguladoras da temperatura e salinidade da água.

O ecossistema manguezal do rio Acaraú (figura 7) grada lateralmente para delta de maré, flechas de areia e terraço marinho holocênico. Verificou-se que as unidades produtoras de camarão foram instaladas no manguezal e no apicum, promovendo o desmatamento e a extinção de áreas de domínio das marés, respectivamente. Com a interferência destas obras de engenharia nos fluxos de matéria e energia (canais de maré, construção de diques e abertura de canais artificiais), possivelmente será alterada a disponibilidade de sedimentos e, a médio e longo prazo, induzidas mudanças morfológicas na planície costeira. As mudanças morfológicas associadas aos impactos decorrentes da implantação de salinas, foram verificadas ao longo dos estuários dos rios Ceará e Cocó, quando comparadas fotografias aérea de obtidas entre os anos de 1970 e 2000 (ver figura 5).

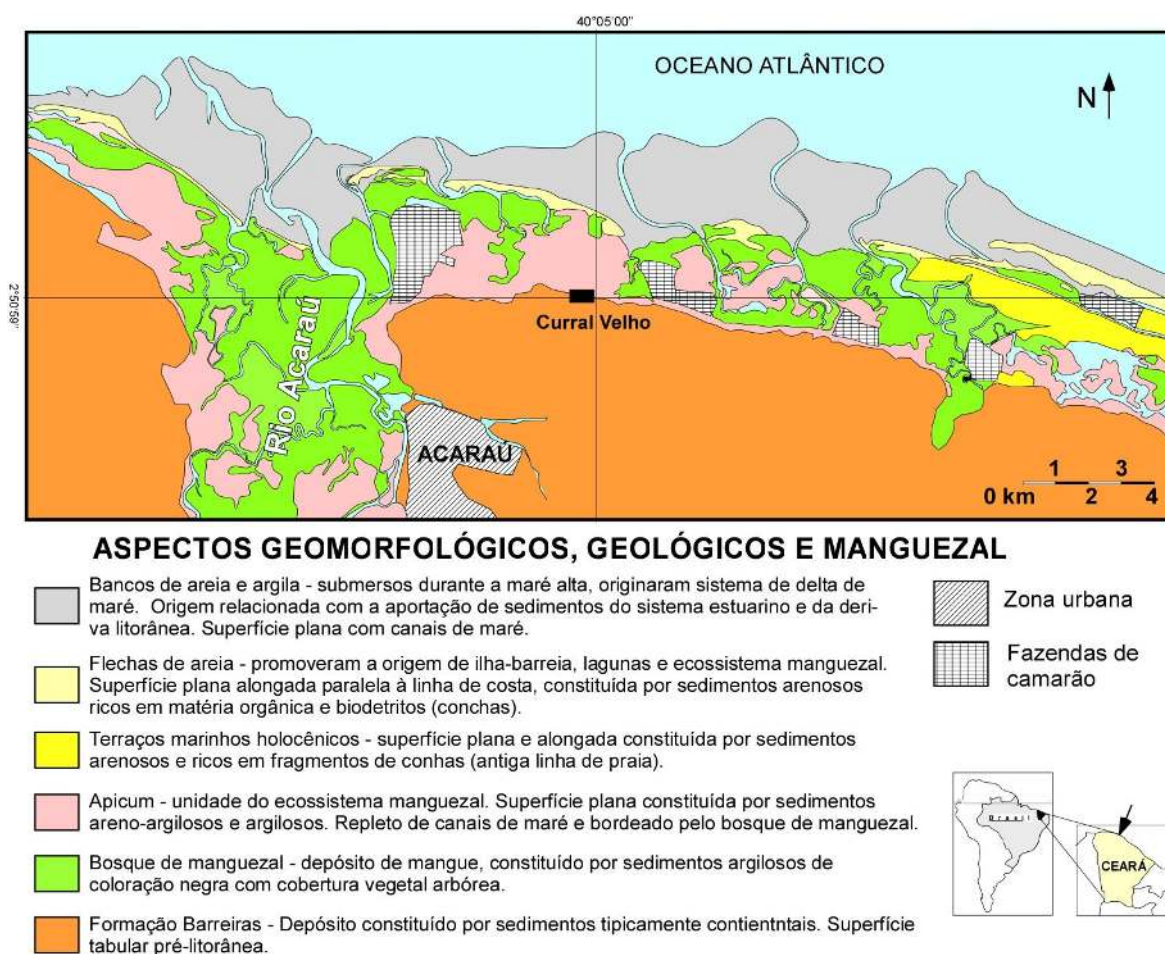


Figura 7 – Aspectos geoambientais do sistema estuarino do rio Acaraú. Foi plotada parte das fazendas de camarão localizadas sobre o apicum e em áreas antes ocupadas pelo bosque de manguezal.

Ao longo do rio Jaguaribe (figura 8), além das interferências nos fluxos de matéria e energia, os danos ambientais foram relacionados com a salinização do aquífero, desmatamento do manguezal, mortandade de caranguejos e extinção de extensos setores de apicum (Ibama, 2005; Embrapa, 2004 e Coelho Júnior, et al., 2003). Durante os trabalhos de campo nas vilas de pescadores do Cumbe e Porto do Céu, verificou-se também que os diques das piscinas dos criatórios e cercas de arame inviabilizaram o desenvolvimento de atividades tradicionais (pesca e agricultura de subsistência) de parte dos moradores.

Nestas duas áreas foram promovidos danos socioambientais relacionados com a expulsão de comunidades tradicionais de suas áreas de moradia e de subsistência e baixos índices de empregos. Segundo a ABCC (2004), a atividade de produção de camarão em cativeiro gera 1,8 empregos diretos por hectare. Ao analisar-se os empregos gerados por 245 fazendas de camarão (Ibama, 2005), constatou-se índices de até 6,3 vezes menos empregos por hectare, demonstrado que os dados apresentados pela ABCC foram supervalorados.

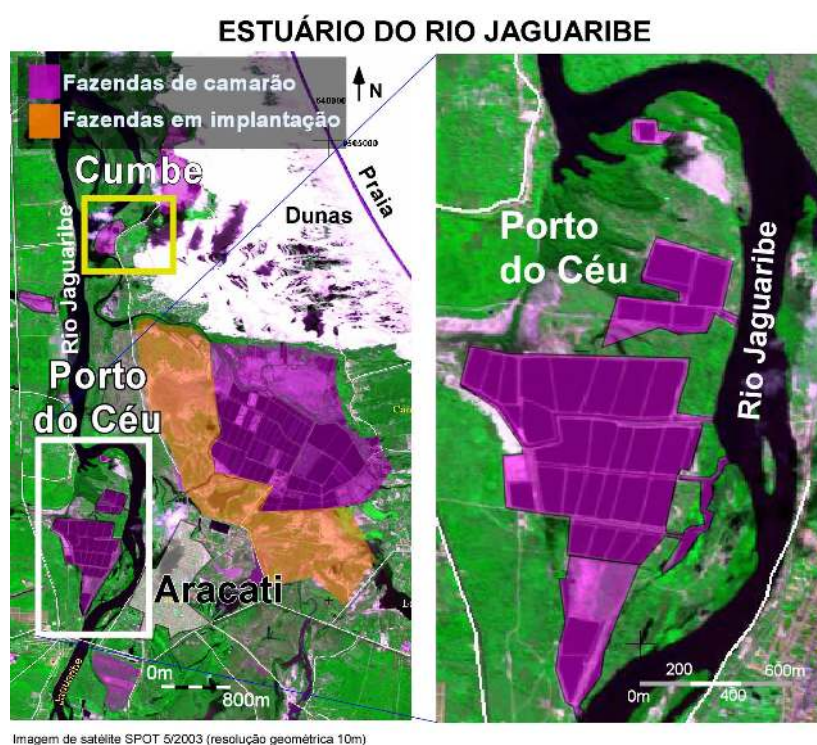


Figura 8 – Abrangência das fazendas de camarão ao longo de parte do ecossistema manguezal do rio Jaguaribe. Evidenciar a área das unidades produtoras em relação à cidade de Aracati (aproximadamente 42.000 habitantes). Em detalhe estão as fazendas de camarão em áreas de preservação permanente na localidade de Porto do Céu.

Proposta de Gestão Integrada e Considerações Finais

Uma revisão da legislação estadual, levando em conta os setores de apicum e de antigas salinas em processo de regeneração da vegetação de mangue como Áreas de Preservação Permanente (APP) e a dependência socioambiental das comunidades tradicionais em relação à biodiversidade que emana do ecossistema manguezal, representariam os principais pontos de partida para a elaboração de um programa integrado de planejamento e gestão das áreas destinadas à produção de camarão.

As unidades produtoras de camarão estão sendo implantadas ao longo das bacias hidrográficas sem levar em conta os impactos cumulativos e não contaram com projetos executivos de recuperação das áreas degradadas após o abandono da atividade. Foram também detectados impactos relacionados com a salinização do aquífero, supressão de extensas áreas do ecossistema manguezal e da mata ciliar.

A figura 9 representa a integração dos fluxos de matéria e energia envolvidos na dinâmica evolutiva do ecossistema manguezal. Evidencia a origem do apicum e sua evolução para um bosque de manguezal. Demonstra a degradação do ecossistema manguezal com a interferência nestes fluxos a partir da introdução das fazendas de camarão.

Foi através das interferências dos diversos equipamentos envolvidos na produção de camarão em cativeiro, que foram avaliados os impactos ambientais. Os relacionados com interferências na produtividade primária, fragmentação do manguezal e extinção de importantes áreas de preservação permanente vinculadas ao domínio das marés, foram utilizados como base para a composição do modelo de integração dos fluxos. Foram também utilizados como prioritários para as ações de planejamento e gestão, evidenciando a retomada da produtividade e melhoria da qualidade de vida das comunidades costeiras e das instaladas nas bacias hidrográficas, que mantêm relações direta de subsistência.

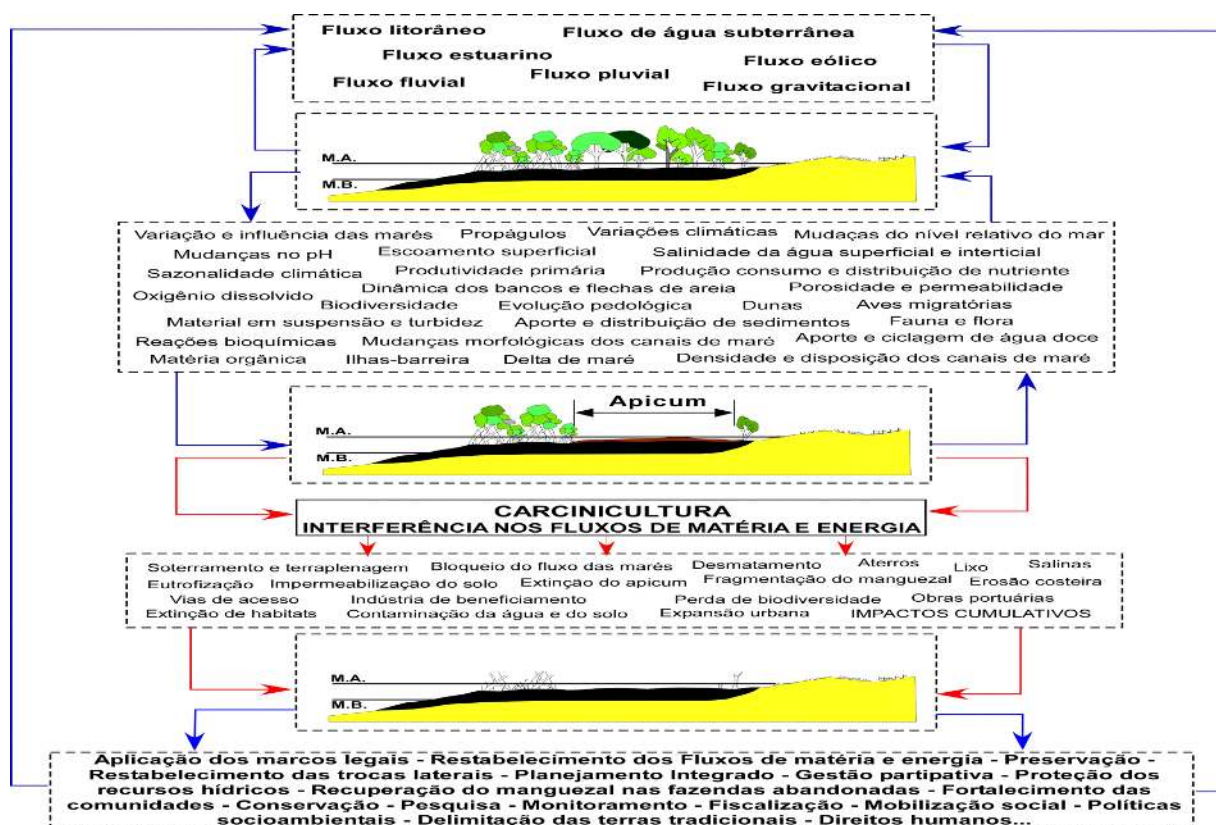


Figura 9 - Evolução do ecossistema manguezal a partir da dinâmica imposta pelos fluxos de matéria e energia. Com a chegada da carcinicultura estes fluxos foram interceptados, o apicum ocupado pelas fazendas de engorda. A recuperação das áreas degradadas pelas fazendas abandonadas passa por um processo de gestão integrada e participativa, aplicação da legislação e técnicas de restabelecimento das trocas laterais com a retomada da dinâmica das marés, para a ciclagem de nutrientes e dos níveis adequados para o incremento da biodiversidade.

Uma abordagem integrada, com as etapas, as metas e os produtos apresentados no fluxograma (figura 10), foi fundamentada na composição de mapas temáticos e multidisciplinares e com a necessidade de participação dos diversos segmentos sociais relacionados com a produção de camarão em cativeiro. Deverá ser utilizada para definir as áreas mais adequadas para a implantação das fazendas de camarão. Enfatizou-se a necessidade da participação direta das comunidades tradicionais, de modo a serem mantidas as reservas necessárias para a segurança alimentar, melhoria da qualidade de vida e a manutenção da biodiversidade.

A Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente que trata da regulamentação desta atividade

no Estado do Ceará (BRASIL, 2002a), deverá ser completamente revista. Os resultados da pesquisa definiram que o apicum é regido pelos processos ecodinâmicos e geoambientais que se desenvolvem no ecossistema manguezal. Antigos setores de apicum agora se encontram completamente cobertos pela vegetação de mangue o que contraria frontalmente o que explicita tal Resolução “*ecossistema de estágio sucessional tanto do manguezal como do salgado, onde predomina solo arenoso e relevo elevado que impede a cobertura dos solos pelas marés, sendo colonizado por espécies vegetais de caatinga e/ou mata de tabuleiro*”. A evolução espaciotemporal da cobertura vegetal em salinas abandonadas demonstrou alta capacidade de regeneração por vegetação de mangue. Verificou-se que bastou ser restabelecida a entrada das marés (rompimento dos diques), desencadeando as trocas de matéria e energia com a hidrodinâmica estuarina, a ciclagem de nutrientes e a mudanças nos valores de salinidade da cobertura sedimentar, para o início da revegetação e a entrada da fauna. A referida resolução mais uma vez tratou equivocadamente a dinâmica ambiental do ecossistema manguezal, quando definiu salinas abandonadas como “*áreas antropizadas que geram ecossistemas apresentando hipersalinidade residual de solo, e conseqüentemente baixa capacidade de regeneração natural por vegetação de mangue*” (Brasil, 2002a).

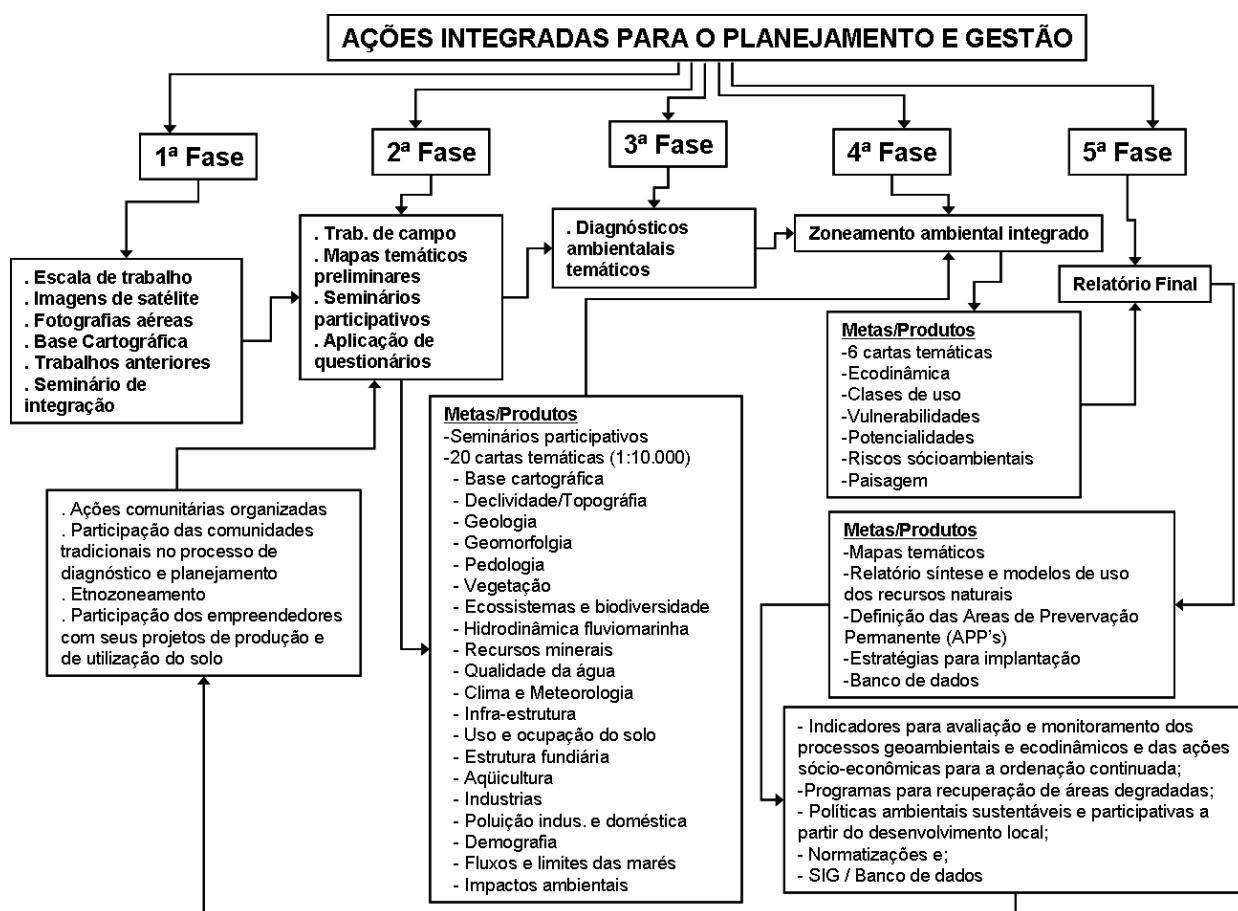


Figura 10 – Fluxograma com as ações integradas para o planejamento e gestão da zona costeira, enfatizando a participação direta das comunidades tradicionais e a geração de indicadores geoambientais e socioeconômicos para a reavaliação permanente e ordenação continuada da zona costeira.

A indústria da carcinicultura foi implantada em grande parte no apicum, caracterizado como componente fundamental do ecossistema manguezal, de elevada biodiversidade, essencial para a diversificação de nichos, detentora de processos geoambientais e ecodinâmicos específicos para a vegetação

de mangue e para os peixes, aves, crustáceos e outros vertebrados. Além de atuar como unidade fundamental do ecossistema manguezal, produz recursos ambientais essenciais para as comunidades tradicionais, fornecendo suprimentos alimentar e econômico para a subsistência dos pescadores, marisqueiras, índios e camponeses.

Agradecimentos

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA) que em parceria com pesquisadores do Departamento de Geografia da UFC elaboraram o Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará. À Fundação Cearense de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pelo financiamento do projeto Estudo dos Manguezais do Estado do Ceará. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq.) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento de parte da pesquisa com bolsas de mestrado e doutorado.

Notas

¹ Trabalho financiado pelo IBAMA e Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP

² O primeiro instrumento normativo de âmbito nacional surgiu somente em 2002, com a Resolução 312 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Pouco antes disso algumas Resoluções de Conselhos Estaduais de Meio Ambiente já haviam sido editadas, em grande parte decorrente das discussões já iniciadas no CONAMA.

³ O termo *apicum* em Tupi-Guarani significa mangue, brejo de água salgada - *apicu - picum – apecu* (MAURO e SILVA, 2004). Salgado é um termo utilizado para também definir áreas de apicum. [Mais adiante se procedeu a sua caracterização geoambiental e ecodinâmica].

⁴ O ecossistema manguezal é considerado como de Área de Preservação Permanente (APP) de acordo com a legislação Federal Brasileira: Código Florestal (Lei N° 4.771/1965) e Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Resolução nº 303/2002).

Bibliografia

ABCC – Associação Brasileiro dos Criadores de Camarão. *Projeto executivo para apoio político ao desenvolvimento do camarão marinho cultivado*. Recife, 2004. [Consulta em 12 de setembro de 2005]. Disponível em [www.mcraquacultura.com.br/arquivos/projeto/Marco 04.pdf](http://www.mcraquacultura.com.br/arquivos/projeto/Marco%2004.pdf).

ABCC – Associação Brasileiro dos Criadores de Camarão. **Censo da Carcinicultura** – 2004, Recife, 2005. [Consulta realizada em 12 de setembro de 2005]. Disponível em www.abccam.com.br/TABELAS%20CENSO%20SITE.pdf

ALONGI, D.M. Present state and future of the world's mangrove forests. **Environmental Conservation**, 2002, 29 (3): 331-349p.

ALONSO-PEREZ, F.; RUIZ-LUNA, A.; TURNER, J.; BERLANGA-ROBLES, C.A. and MITCHELSON-JACOB, G. Land cover changes and impact of shrimp aquaculture on the landscape in the Ceuta coastal lagoon system, Sinaloa, Mexico. **Ocean and Coastal Management**, 2003, vol. 46, nº 6-7, p. 583-600.

AQUASIS Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos. *A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada*. Coordenadores Alberto Alves Campos... [et al.]. Fortaleza: AQUASIS, 2003. 248p. + 45 lâminas.

ARAÚJO, F. R. e ARAÚJO, Y.M.G. Metabissulfito de sódio e SO₂: Perigo químico oculto para os trabalhadores que realizam a despesca do camarão em cativeiro. **Relatório técnico**, Delegacia Regional do Trabalho DRT/CE, 2004, 10p.

BARBIER, E.B. and STRAND, I. Valuing Mangrove Fishery Linkages. A Case Study of Campeche, Mexico. **Environmental and Resource Economics**, 1998, nº 12, p. 151-166.

BARBIER, E.B. and COX, M. Does economic development lead to mangrove loss? A cross-country analysis. **Contemporary Economic Policy**, 2003, vol. 21, nº4, p. 418-432.

BHATTA, R. and BHAT, M. Impacts of aquaculture on the management of estuaries in India. **Environmental**

Conservation, 1998, vol. 25, nº 2, p. 109-121.

BIOMA/NEMA. Estudo técnico de caracterização do ecossistema manguezal. **Relatório Técnico Final**. [Ministério Público Federal, Procuradoria Geral da República, 4ª Câmara]. Universidade de São Paulo USP, Instituto de Oceanografia, São Paulo; Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ, Rio de Janeiro, 2001, 21p.

BRAATEN, R.O. and FLAHERTY, M. Salt balances of inland shrimp ponds in Thailand: implications for land and water salinization. **Environmental Conservation**, 2001, vol. 28, nº 4, p. 357-367.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal Brasileiro. Publicada no Diário Oficial da União em 16 de setembro de 1965, Brasília/DF, 1965, 11p.

BRASIL. Conselho Estadual do Meio Ambiente – COEMA/CE. *Resolução nº 02 de 27 de março de 2002*. Estabelece as normas regulamentadoras dos procedimentos de licenciamento ambiental para empreendimentos de carcinicultura terrestre. Publicada no Diário Oficial do Estado (DOE) em 10 de abril de 2002, Fortaleza/CE, 2002a.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Resolução nº 303 de 20 de março de 2002*. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Publicada no Diário Oficial da União em 13 de maio de 2002, Brasília/DF, 2002b.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Resolução nº 312 de 10 de outubro de 2002*. Dispõe sobre licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira. Publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 18 de outubro de 2002, Brasília/DF, 2002c.

COELHO JUNIOR, C. e SCHAEFFER-NOVELLI, Y. COELHO JUNIOR, C.; NOVELLI, Y. S. Considerações teóricas e práticas sobre o impacto da carcinicultura nos ecossistemas costeiros brasileiros, com ênfase no ecossistema manguezal. *in: Proceeding of Mangrove. International Society for Mangrove Ecosystems – Mangrove 2000*. Recife, Abril, 2000.

COELHO JÚNIOR, C.; MEIRELES, A.J.A. e ALMEIDA, R. **Boletín electrónico de la Redmanglar Internacional nº 13**. Informe técnico da visita à comunidade sítio Cumbe (Ceará, Brasil): elaborado para a Redmanglar Internacional em Defesa dos Ecossistemas Marinho Costeiros e a Vida Comunitária (noviembre 2003). [Consulta em 22 julho de 2004]. Disponível em www.redmanglar.org/redmanglar.php.

DALRYMPLE, W.M., ZAITLIN, B.A. and BOYD, R. A conceptual model of estuarine sedimentation. **J. Sediment. Petrol.**, 1992, nº 62, p. 1130-1146.

DEB, A.K. Fake blue revolution: environmental and socio-economic impacts of shrimp culture in the coastal areas of Bangladesh. **Ocean & Coastal Management**, 1998, vol. 41, nº1, p. 63-88.

DEWALT, B.R.; VERGNE, P and HARDIN, M. Shrimp aquaculture development and the environment: People, mangroves and fisheries on the Gulf of Fonseca, Honduras. **World Development**, 1996, vol. 24, nº 7, p. 1193-1208. [Consulta em 27 junho 2004]. Disponível em www.abccam.com.br.

EDWARD B. B. and IVAR S. Valuing Mangrove Fishery Linkages. A Case Study of Campeche, Mexico. **Environmental and Resource Economics**, 1998, nº 12 p. 151–166.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Questões ambientais da carcinicultura de águas interiores: o caso da bacia do baixo Jaguaribe/Ceará*. Documento 96, Fortaleza/CE, 2004, 51p.

FAIRBRIDGE, R.W. The *estuary: its definition and geodynamic cycle*. In: E. Olausson and I. Cato (Editores) *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*, Wiley, New York, 1980, p. 1-35.

FARNSWORTH, E.J. and ELLISON, A.M. The global conservation status of mangroves. **Journal of the Human Environment**, 1997, vol. 16, nº 6, p. 328-334.

FREIRE, G.S.S. **Estude hydrogique et sedimentologique de l'Estuaire du Rio Pacoti (Fortaleza-Ceará - Brasil)**. Université de Nantes, Faculté des Sciences et des Techniques., 1989, 250p. These de Doctorat.

FREIRE, G.S.S.; MAIA, L.P.; MEIRELES, A.J.A. e MOTA, R.F. Natureza do material em suspensão do estuário do Rio Pacoti. **Rev. de Geologia** 1991, nº 4, p. 13-20.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Naturais - Governo do Estado do Ceará. **Boletim meteorológico**. [Consulta realizada em 16 de maio de 2005]. Disponível em www.funceme.br/DEMET/index.htm.

HUITRIC, M.; FOLKE, C. and KAUTSKY, N. Development and government policies of the shrimp farming industry in Thailand in relation to mangrove ecosystems. *Ecological Economics*, 2002, vol. 40, nº3, p. 441-455.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis. *Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará, relatório final*. Diretoria de Proteção Ambiental (DIPRO), Diretoria de Licenciamento e Qualidade Ambiental (DILIQ) e Gerência Executiva do Ceará (GEREX-CE). Vol. I (textos), 2005, 177p.

JUMA, C. Mundos Perdidos: Arrecifes de coral y manglares acogen la mayor parte de especies marinas. Pero su explotación sistemática amenaza a esos ecosistemas y a sus habitantes. *Fuentes Unesco*, 1997, nº 96. [Consulta em 10 de janeiro de 2005]. Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001103/110357s.pdf>.

MAURO, J., Di e SILVA, F.A.P. Dicionário Tupi-guarani. [Consulta em 10 de fevereiro de 2004]. Disponível em <http://orbita.starmedia.com/~i.n.d.i.o.s/tupi/tupi1.htm>

MEIRELES, A.J.A.; ANDRADE, E.; MORAIS, J.O.; FREIRE, G.S.S. Caracterização hidrodinâmica e sedimentar do estuário do rio Ceará. *12º Simpósio de Geologia do Nordeste; Fortaleza CE. Atas...*1989, vol. 1, p. 54-56.

MEIRELES, A.J.A. *Morfologia litoral y sistema evolutivo de la costa de ceará – Nordeste de Brasil. Universidad de Barcelona, España, 2001, 353p. Tesis de Doctorado.*

MEIRELES, A.J.A *Análise dos impactos ambientais originados pelas atividades de carcinicultura na área de influência direta da Comunidade Indígena Tremembé, distrito de Almofala – Itarema/CE. Parecer Técnico*, 2004, 38p .

MEIRELES, A.J.A. e VICENTE da SILVA, E. Diagnóstico e impactos ambientais associados ao ecossistema manguezal do rio Acaraú/ce, nas proximidades da comunidade de Curral Velho de Cima. *Parecer Técnico, Procuradoria da República no Estado do Ceará, Ministério Público Federal*, 2003, 32p.

MEIRELES, A.J.A. e VICENTE da SILVA, E Abordagem geomorfológica para a realização de estudos integrados para o planejamento e gestão em ambientes flúvio-marinheiros. *Scripta Nova - GeoCrítica - Universidad de Barcelona - Espanha*, (2002) vol 7, nº118, 25p. [Consulta em 10 de agosto de 2005]. Disponível em www.ub.es/geocrit/nova-ig.htm.

NASCIMENTO, S. Estudo da importância do apicum para o ecossistema de manguezal. *Relatório Técnico Preliminar*. Sergipe, Governo do Estado do Sergipe, 1993, 27p.

NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; PRIMAVERA, J.H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M.C.M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H. and TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 2000, vol. 405 (6790), p. 1017-1024.

NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; MOONEY, H.; BEVERIDGE, M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; KAUTSKY, N.; LUBCHENCO, J.; PRIMAVERA, J.H. and WILLIAMS, M. Ecology - Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science*, 1998, vol. 282 (5390), p. 883-884.

OTTMANN, F. Conséquence des aménagements sur le milieu estuarien. *J. Rech. Oceanogr*, 1979, vol. 4, nº 2, p. 11-24.

OVERSTREET, R.M; LIGHTNER, D.V; HASSON, K.W; MCILWAIN, S. and LOTZ, J.M. Susceptibility to Taura syndrome virus of some penaeid shrimp species native to the Gulf of Mexico and the southeastern United States. *Journal of Invertebrate Pathology*, 1997, vol. 69, nº 2, p. 165-176.

PAEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: Causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, 2001a, vol. 28, nº 1, p. 131-140.

PAEZ-OSUNA, F; GUERRERO-GALVAN, S.R and RUIZ-FERNANDEZ, A.C. The environmental impact of shrimp aquaculture and the coastal pollution in Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 1998, vol. 36, nº 1, p. 65-75.

PAEZ-OSUNA, F; GRACIA, A.; FLORES-VERDUGO, F; LYLE-FRITCH, LP; ALONSO-RODRIGUEZ, R; ROQUE, A. and RUIZ-FERNANDEZ, AC. Shrimp aquaculture development and the environment in the Gulf of California ecoregion. *Marine Pollution Bulletin*, 2003, vol. 46, nº 7, p. 806-815.

PAIVA ROCHA, I.; RODRIGUES, J. e AMORIM, L. *A carcinicultura brasileira em 2003*. [Consulta realizada em 12 dezembro de 2004]. Disponível em <http://www.abccam.com.br>.

- PANNIER, R. y PANNIER, F. Estrutura y dinamica del ecosistema de manglares: un enfoque global de la problematica. In: **Memorias del Seminario sobre el Estudio Cientifico e Impacto Humano em el Ecosistema de Manglares**, Coli, 1980, p. 46-55.
- RÖNNBÄCK, P. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. **Ecological Economics** 1999, nº 29, p. 235–252.
- PERILLO, G.M.E. Definitions and geomorphologic classifications of estuaries. In: G. M. E. Perillo, *Geomorphology and Sedimentation of Estuaries*. **Developments in Sedimentology** nº 53. Elseviers Science, 1995, vol. 2, p.17-43.
- PRIMAVERA, J.H. Socio-economic impacts of shrimp culture. **Aquaculture Research**, 1997, vol. 28, nº 10, p. 815-827.
- PRITCHARD, D.W. Observations of circulation in coastal plain estuaries. In: LAUFF, G.H. ed. *Estuaries*. **American Associating Advancing Scientifis**, Waschington, 1967, nº 83, p. 37-44.
- ROMA, Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **The state of world's fisheries and aquaculture**. Roma, 2002.
- ROMAN, C.T. and NORDSTROM, K.F. Environments, processes and interactions of estuarine shores. In: Nordstrom, Karl F. y Roman, Charles T. (eds.) **Evolution, Environments and Human Alterations**; 1996, p. 1-12.
- RONNBACK, P.; TROELL, M.; ZETTERSTROM, T. and BABU, D.E. Mangrove dependence and socio-economic concerns in shrimp hatcheries of Andhra Pradesh, India. **Environmental Conservation**, 2003, vol. 30, nº 4 p. 344-352.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. e CINTRÓN, G. 1986: Guia para Estudos de Áreas de manguezal: estrutura, função & flora. São Paulo, **Carribean Ecol. Research**, 150 p. e 3 apêndices.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Avaliação e Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Porto Seguro, Bahia, outubro de 1999. [Consulta realizada em 17 de outubro de 2004]. Disponível em www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o sistema manguezal. *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico*. São Paulo, 1989, nº 7, p. 1-16p.
- SENARATH, U and VISVANATHAN, C. Environmental issues in brackish water shrimp aquaculture in Sri Lanka. **Environmental Management**, 2001, vol. 27, nº3, p. 335-348.
- SHANAHAN, M. Appetite for destruction. **The Ecologist**, 2003 nº 33, p. 42-45.
- SOUZA FILHO, J.; COSTA, S. W. da; TUTIDA, L. M.; FRIGO, T. B. e HERZOG, D. **Custo de produção do camarão marinho**. Ed. rev. Florianópolis: Instituto Cepa/SC/Epagri, 2003. 24p.
- TUPINAMBÁ, S.V. O rio que corria rei: o rio Jaguaribe e a criação de camarão no Ceará. **Propostas Alternativas – Memórias do Patrimônio Natural do Ceará**, 2002, nº 20, p. 16-23.
- VALIELA, I.; BOWEN, J. L. and YORK, J .K. Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. **Bioscience**, OCT, 2001, vol. 51, nº 10, p. 807-815.
- VICENTE DA SILVA, E.V. **Geoecologia da paisagem do litoral cearense: uma abordagem a nível de escola regional e tipologia**. Tese de Professor Titular, Departamento de Geografia, UFC, Fortaleza, 1998, 282 p.

Trabalho enviado em janeiro de 2008

Trabalho aceito em março de 2008