

COMPONENTES GEOMORFOLÓGICOS, FUNÇÕES E SERVIÇOS AMBIENTAIS DE COMPLEXOS ESTUARINOS NO NORDESTE DO BRASIL*

Antonio Jeovah de Andrade Meireles
Bolsista Produtividade CNPq
Prof. Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará
meireles@ufc.br

Alberto Alves Campos
alberto@aquasis.org.br

Resumo

A definição qualitativa dos serviços ambientais foi realizada de acordo com a dinâmicas associada à origem e evolução dos componentes naturais dos estuários. Os complexos estuarinos foram mapeados e definidos os principais fluxos de matéria e energia, como fundamentos metodológicos para caracterizar os impactos ambientais. Foi fundamental evidenciar a relação de subsistência das comunidades tradicionais e indígenas, para análise integrada das externalidades ambientais das atividades potencialmente degradadoras da biodiversidade. Os resultados demonstraram extrema complexidade para evidenciar índices que se aproximem dos valores financeiros do conjunto de serviços. Demonstrou-se que valorar os estuários do ponto de vista do mercado e consumo é inadequado para definir formas de apropriação pelo consumo globalizado.

Abstract

The qualitative definition of environmental services was developed through the dynamics of the natural components of estuaries. It was also important to show the relationship of traditional and indigenous communities that use the coastal ecosystems, for an integrated analysis of the environmental externalities associated with the replacement of mangroves (substitution of ecosystems for shrimp farms caused serious negative environmental externalities). The results showed high complexity (composition of historical, cultural, symbolic and environmental subsystems) to define indices of economic services to standardize how much costs the mangrove ecosystem.

Key Words: Estuaries, environmental impacts, matter and energy flows, functions and environmental services.

Palavras-chave: Estuários, impactos ambientais, fluxos de matéria e energia, funções e serviços ambientais.



INTRODUÇÃO

Os complexos estuarinos Timonha/Ubatuba e Cardoso/Camurupim (figura 1) fazem parte de sistemas ambientais costeiros integrados através de um conjunto de fluxos de matéria e energia que atuou de modo a originar os componentes geoambientais e ecossistemas associados. Foram definidos de acordo com os constituintes morfológicos e aspectos dinâmicos observados durante as etapas de campo. Para as morfologias foram caracterizados e classificados os fluxos de primeira ordem (relação direta na produção de matéria), sua distribuição espacial e integração com os demais elementos da paisagem ao longo da planície costeira e tabuleiro litorâneo.

Cada fluxo evidenciou uma elevada diversidade de funções e serviços ambientais que mantêm os complexos estuarinos como sistemas integrados. Como se trata de uma abordagem relacionada aos princípios da geomorfologia, paisagens integradas e ecologia, somente parte da complexidade foi representada.

(*) Pesquisa coordenada pela Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (AQUA-SIS), com apoio da Fundação AVINA e Fundo Costa Atlântica/SOS Mata Atlântica.

Uma abrangência transdisciplinar ampliaria as funções e serviços ambientais definidos e contemplaria uma aproximação dos fenômenos ambientais que ocorrem nos complexos estuarinos (MEIRELES e RUBIO, 1999).

A conectividade entre os fluxos foi definida tomando como base a área de abrangência das reações geoambientais e ecodinâmicas dos complexos estuarinos, resultado das teleconexões continente-oceano-atmosfera. Foram correlacionados com a evolução da planície costeira tomando como base processual as flutuações do nível relativo do mar e mudanças climáticas que ocorreram durante o Quaternário. Desta forma, foram individualizados os seguintes fluxos de matéria e energia:

- i) Deriva litorânea – ação das ondas e marés;
- ii) Fluxo eólico – predomínio dos ventos de leste para oeste proporcionando o transporte de sedimentos na formas de dunas transversais e barcanas;
- iii) Fluxo fluviomarinho - dinâmica imposta pelas oscilações das marés;
- iv) Fluxo de água subterrânea – movimento da água dos aquíferos na direção dos complexos estuarinos;
- v) Fluxo fluvial/pluvial – dinâmica de aportação e água doce e sedimentos da bacia hidrográfica;
- vi) Fluxo lacustre – disponibilidade de água doce superficial para o sistema estuarino;
- vii) Fluxo lagunar – resultado de processos evolutivos integrados e,
- viii) Fluxo gravitacional – escorregamento de areia e argila das margens dos estuários e incorporados à hidrodinâmica.

Atualmente, os componentes ambientais da planície costeira passam por processos evolutivos associados às diversas formas de uso e ocupação, interferindo nos fluxos e relacionados com as atividades de subsistência e usufruto das comunidades tradicionais, produção de sal e de camarão em cativeiro.

Com a compartimentação especial destes fluxos e a definição dos processos interativos (pontos de confluência), abrangendo os dois complexos estuarinos, em uma área de aproximadamente 610km², foi possível evidenciar que interferências em qualquer um dos fluxos certamente envolverão reações ambientais interdependentes. Desta forma, fragmentar os componentes ambientais com a introdução de diques para construção de piscinas para carcinicultura ou provocar desmatamento, os impactos serão disseminados através das interconexões com os demais fluxos de matéria e energia.

As consequências poderão ser materializadas em alterações na produção de nutrientes, na diminuição de áreas utilizadas como refúgio e alimentação das aves migratórias e para expansão da vegetação de mangue. Fenômenos que no seu conjunto poderão promover redução da biodiversidade e, certamente, riscos à segurança alimentar das comunidades tradicionais e indígenas. Poderão interferir nos aspectos econômicos relacionados ao turismo e produção pesqueira.

Desta forma, este estudo tem como objetivo evidenciar as funções e serviços ambientais dos complexos estuarinos, de forma qualitativa, e a partir da análise dos fluxos de matéria e energia envolvidos na origem e evolução do ecossistema manguezal. Foi também associado com a definição das relações de usufruto das comunidades tradicionais, de modo a efetivar instrumento de análise integrada do sistema costeiro para fundamentar ações de gestão e planejamento.

METODOLOGIA

Foram utilizadas imagens de satélite (Landsat TM-7, 2002 e 2009) para a compartimentação das unidades morfológicas dos complexos estuarinos. Estas imagens foram também utilizadas para definir

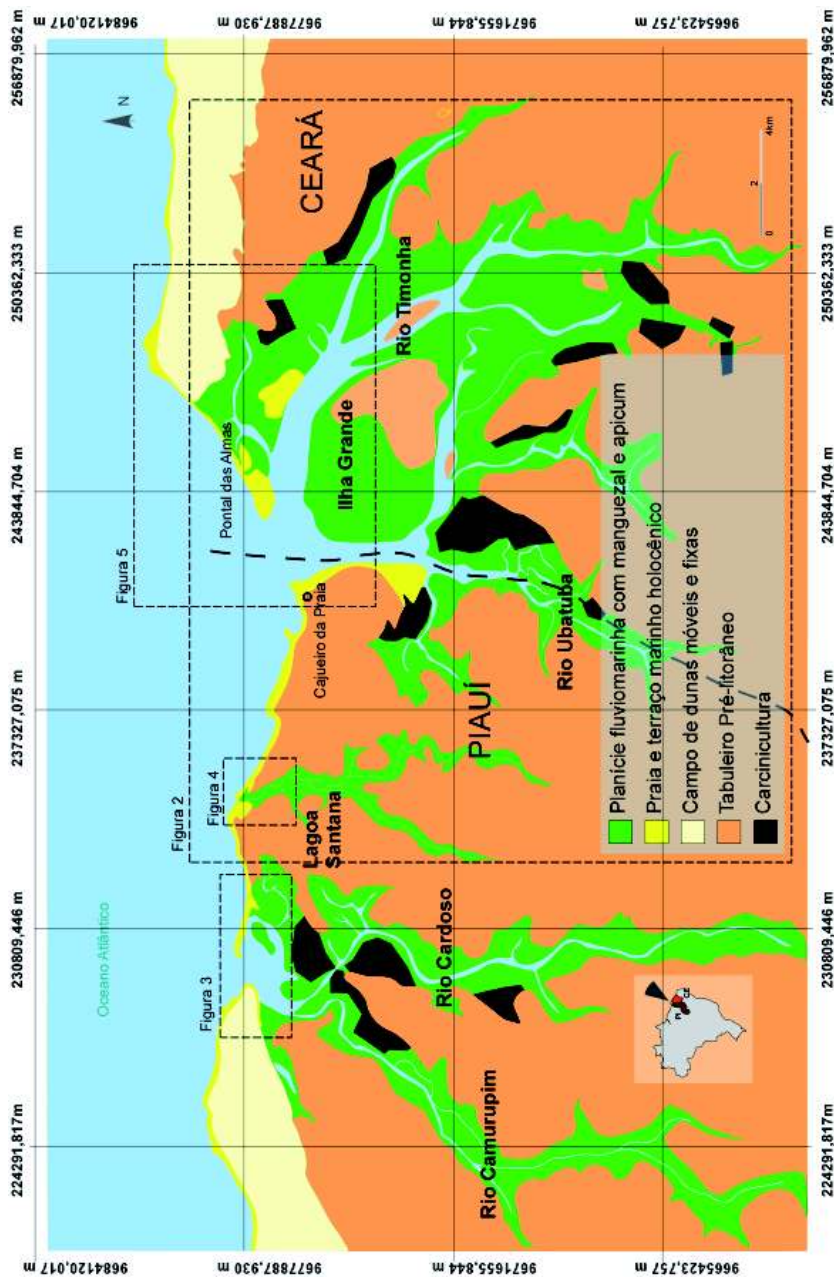


Figura 1 – Localização regional dos complexos estuarinos. Aspectos geomambientais regionais. Evidencia também as áreas dos estuários representadas nas demais figuras. Fonte: Componentes geomambientais definidos a partir de Imagem Landsat (2009) obtida no banco de imagens do INPE (www.inpe.br).

aspectos morfológicos – bancos e flechas de areia, direção de migração dos campos de dunas, fisiografia da linha de costa, contornos dos canais fluviais associados aos fluxos das marés, direção preferencial de deriva litorânea -, que orientaram na definição dos fluxos de matéria e energia (MEIRELES, 2008).

Durante as atividades de campo os componentes morfológicos e impactos ambientais foram georreferenciados (GPS Gramin 12 SAD 69). Adotou-se o método de posicionamento estático relativo, com processamento dos dados observados segundo normas do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB, com sistema de referência o datum geodésico horizontal SAD69. Nesta etapa também foram mapeados os indicadores de fluxos, localmente definidos através da direção preferencial de migração das dunas (morfologias espaço-temporais e direcionais sobre o terraço marinho e manguezal), marcas de corrente (sand wave e ripple marks), fisiografia e estruturas sedimentares das flechas e bancos de areia, direção de transporte e deposição dos sedimentos nos canais estuarino e fluvial e ao longo da faixa de praia.

Para a definição das unidades morfológicas levaram-se em conta os eventos eustáticos caracterizados por Meireles (2001). Os indicadores morfológicos locais foram representados pelos terraços marinhos, plataformas de abrasão e campo de dunas. Foram originados através das mudanças climáticas e variações do nível relativo do mar (paleofluxos) durante o holoceno (SHACKLETON, 1987; LEDRU, et al., 1996; ÂNGULO e LESSA, 1997;).

FLUXOS INTEGRADORES DOS SISTEMAS AMBIENTAIS

À continuação foram agrupados os fluxos de matéria e energia com a caracterização dos principais serviços e funções relacionados aos complexos estuarinos:

i) Fluxo litorâneo - originado a partir do ataque oblíquo das ondas à linha de costa e à ação das marés e correntes marinhas, foi em grande parte o responsável pelo transporte e distribuição dos sedimentos (silte, argila, areia e biodetrítos), dos nutrientes e sementes provenientes dos ambientes fluviomarinhos e lacustre. Atuou localmente no aporte sedimentar para a construção de bancos e flechas de areia e argila ao longo da linha de costa e nas desembocaduras dos complexos estuarinos Timonha/Ubatuba e Camurupim/Cardoso. As duas flechas de areia posicionadas nas desembocaduras parecem atuar como morfologias indutoras da formação de manguezal paralelo à linha de costa. Atuaram também como elementos que proporcionaram barramento do fluxo fluviomarinho, favorecendo o depósito de areia e argila para ampliação de áreas de expansão do manguezal. Estas estruturas, em processo contínuo de aporte de areia através da deriva litorânea, possivelmente bloquearam o fluxo fluviomarinho, fechando completamente o canal principal e transformando os sistemas estuarinos em ambiente lagunar. Eventos desta natureza foram definidos em outros setores do litoral cearense (MEIRELES, et al., 2005). Com a disponibilidade de sedimentos para a deriva litorânea o sistema praiado contou com uma larga zona de berma, interligada com o terraço marinho holocênico e associado aos afloramentos de rochas (Formação Barreiras) que localmente definiram plataformas de abrasão marinhas. Estas plataformas interferiram na migração dos sedimentos (refração e difração das ondas), redirecionando volumes de areia que originaram bancos de areia ao longo da linha de costa. Estas morfologias rochosas também atuaram como estruturas que minimizaram o avanço do mar, protegendo a linha de costa contra eventos erosivos. A deriva litorânea também proporcionou alterações batimétricas nas proximidades das desembocaduras. Entretanto, a dinâmica das marés, principalmente no complexo Timonha/Ubatuba, atuou como fluxo favorável à permanência de um largo canal, viabilizando o acesso do peixe-boi marinho (AQUASIS, 2008).

ii) Fluxo eólico – apresentou relação direta com a sazonalidade climática regional e, localmente, com o incremento de areia proveniente da faixa de praia, carregada para o interior do continente através da ação dos ventos. As dunas que se direcionaram para a margem direita do complexo estuarino Timonha/Ubatuba produziram marcas espaço-direcionais que definiram corpos eólicos que atingiram os canis estuarinos. Sobre setores de apicum (planície hipersalina, tidal flat, marisma) foi possível evidenciar depósitos eólicos remanescentes de dunas barcanas que alcançaram a hidrodinâmica estuarina e, possivelmente, seus sedimentos utilizados para formação de bancos de areia internos aos canais e para os posicionados na desembocadura. No sistema Cardoso/Camurupim, o fluxo eólico foi associado ao campo de dunas mais extenso localizado à oeste (margem esquerda) logo após a desembocadura, diante da faixa de praia imediata ao canal estuarino. Constatou-se que o volume de areia na forma de campo de dunas móveis não é compatível com a área fonte (praia) o que evidenciou a possibilidade de fechamento do canal e migração de bancos de areia, para ampliar o acesso de sedimentos em deriva litorânea para este setor da planície costeira. Desta forma, o campo de dunas à oeste da desembocadura possivelmente foi originado quando do fechamento do canal por flechas de areia. Assim foi facilitada a migração das dunas sobre essa morfologia, fechando sazonalmente o canal estuarino. A lagoa da Santana, com pouco manguezal e canais rasos (assoreados), provavelmente foi resultante de um importante assoreamento resultante do fechamento da desembocadura por flechas de areia e aporte eólico proveniente do campo de dunas. Interação dinâmica fundamental para origem da planície hipersalina e dificultando a disseminação da vegetação de mangue, mesmo com a fonte de propágulos associada ao complexo estuarino Timonha/Ubatuba. Verificou-se que, ao integrar os fluxos responsáveis pela deriva litorânea e eólica, os complexos estuarinos possivelmente passaram por fases lagunares.

iii) Fluxo de água subterrânea – no sistema estuarino Timonha/Ubatuba as dunas atuam de modo a fornecer água doce que se direcionou inicialmente para o rio Timonha. O tabuleiro pré-litorâneo e as dunas representaram os principais aquífero. Com relevo mais elevado em relação aos terraços e a praia, direcionam o fluxo subterrâneo para os canais estuarinos. No complexo Cardoso/Camurupim, foi provável a participação da água doce associada às dunas localizadas em sua margem esquerda. Os complexos estuarinos receberam água doce durante os eventos de maior precipitação pluviométrica (pulsos de vazão fluvial concentrados no primeiro semestre) e, de forma contínua dos setores de exutórios relacionados às suas margens (contatos laterais com as dunas, apicum e faixa de praia). Desta forma, este fluxo de água subterrânea, incrementado durante o primeiro semestre (níveis hidrostáticos mais elevados) atuou como componente para a continuidade dos índices adequados de água doce e assim regular as propriedades bioquímicas e físicas dos complexos estuarinos.

iv) Fluxo fluviomarinho - originado a partir da integração entre a água doce proveniente das zonas de exutórios (quando a água subterrânea aflora originando as lagoas costeiras e escoar na direção dos canais estuarinos), do escoamento superficial associado ao sistema fluvial das bacias hidrográficas e das oscilações diárias da maré. Durante o primeiro semestre do ano o fluxo de água doce fluvial é regido pelas precipitações pluviométricas. No segundo semestre, de estiagem, o fluxo hidrodinâmico nos canais dos complexos estuarinos é praticamente regido pelas oscilações diárias da maré. A ocorrência de bancos de areia e argila e fragmentos do tabuleiro pré-litorâneo na desembocadura do complexo estuarino Timonha/Ubatuba, originaram a Ilha Grande. Esta estrutura certamente favoreceu a união dos dois rios através da evolução dos processos erosivos impulsionados pelo escoamento superficial e alterações do nível de base regional (eventos trans-regressivos do nível do mar) durante o Quaternário e, principalmente, durante os últimos eventos de regressão e transgressão marinhas no final do Pleistoceno e início do Holoceno. A ilha Grande certamente atuou como direcionadora dos fluxos de enchente e vazante e na

deposição de sedimentos tanto provenientes das correntes marinhas como os carreados durante os fluxos de água doce. Tanto à montante como à jusantes deste importante componente morfodinâmico centrado na confluência dos rios Timonha e Ubatuba, foram observados depósitos recentes de areia e argila. Estes depósitos, pela acumulação de sedimentos associada à barreira estrutural (ilha Grande), possivelmente promoveram alterações na hidrodinâmica estuarina, direcionando os fluxos das marés e, desta forma, redistribuindo os sedimentos para as gamboas e assim procedendo a morfogênese desses canais (aliado ao aporte de areia proveniente das dunas que avançaram na direção da margem direita do rio Ubatuba). A ilha Grande, com seus canais de maré internos, vegetação de mangue e apicum atuou também como sistema fluviomarinho. A presença de terraços marinhos (tanto nas bordas como em seu interior) mostrou claramente que sua evolução foi, em grande parte, orientada pelas flutuações do nível relativo do mar. No complexo estuarino Cardoso/Camurupim, o fluxo fluviomarinho foi vinculado aos mesmos eventos de sazonalidade climática e processos morfológicos. O fluxo fluviomarinho nos dois complexos estuarinos foi fragmentado com a introdução de salinas e fazendas de camarão. O resultado da integração entre estes componentes morfológicos e o fluxo fluviomarinho foi localmente representado pela distribuição espacial dos setores de apicum, bosque de manguezal, canais de marés e aporte de sedimentos para o interior dos canais estuarinos.

v) Fluxo fluvial/pluvial – responsável pelo aporte de água doce proveniente das bacias hidrográficas, de sedimentos e de nutrientes, principalmente durante os eventos de maior vazão fluvial (primeiro semestre do ano). Durante as cheias contribui também para aumentar a disponibilidade de água doce nas lagoas costeiras. A entrada de volumes diferenciados de sedimentos (pulsos de areia nos eventos de cheia) e transporte regido pelas marés, representaram os principais eventos promovidos por alterações sazonais no aporte e distribuição de nutrientes. Parte dos sedimentos em suspensão foi depositado sobre o apicum e manguezal, incrementando alterações/intercalações no substrato com níveis de materiais tipicamente fluviais com os provenientes do fluxo das marés. Na lagoa Santana, verificou-se a gradação lateral entre terraços tipicamente fluviais para os fluviomarinhos. Como o canal principal encontra-se assoreado, possivelmente os pulsos de vazão fluvial não promoveram o rompimento da flecha de areia (o que proporcionaria transporte de sedimentos para a deriva litorânea) construída na desembocadura pela deriva litorânea (fechando o canal) e transformando o sistema lacustre/lagunar em uma bacia deposicional.

vi) Fluxo lacustre – é associado às lagoas costeiras dispostas sobre os campos de dunas e planícies de aspersão eólica. Ocorre vinculado aos dois complexos estuarinos e, em maior extensão nas proximidades do complexo Timonha/Ubatuba. Suas relações com os estuários foram associadas à sazonalidade climática e migração dos campos de dunas. Durante o primeiro semestre (período das chuvas), o lençol aflora em vários setores do campo de dunas, formando lagoas interdunares alongadas na direção das marcas espaço temporais de migração dos corpos eólicos. Durante o período de estiagem, no segundo semestre, as lagoas interdunares são reduzidas, devido rebaixamento do lençol freático. É nesse período que se intensifica a migração das dunas (potencial máximo do fluxo eólico) soterrando os setores antes ocupados pelas lagoas sazonais. No período chuvoso seguinte, quando o lençol freático retorna a aflorar, parte das lagoas foi deslocada pelo avanço das dunas, redirecionando os corpos hídricos de água doce na direção dos estuários (MEIRELES et al., 2005). Na lagoa Santana, caso tenha ocorrido o fechamento completo do canal (flechas de areia) durante períodos prolongados, o atual sistema fluviomarinho provavelmente passou por fases lacustres, com predomínio de água doce proveniente dos fluxos fluvial e subterrâneo.

vii) Fluxo lagunar - este fluxo possivelmente ocorreu quando os canais estuarinos foram fechados ou parcialmente bloqueados do contato direto com as oscilações de maré. As flechas de areia atuaram como morfologias que possibilitaram tanto o aporte de sedimentos para os canais estuarinos como estruturas impulsionadoras de transformações hidrodinâmicas dos complexos estuarinos. Provavelmente estes episódios ocorreram em períodos de baixa vazão fluvial (períodos prolongados de estiagem) e continuidade da deriva litorânea (sedimentos nas extremidades das flechas de areia). Com a intercepção do canal, as marés foram parcial ou completamente impedidas de penetrar no canal estuarino, favorecendo a origem de um sistema ambiental com características mais aproximadas a ambiente lagunar. Em intervalos de tempo prolongados (dependendo da retomada do fluxo fluvial em períodos chuvosos mais intensos) e associados à formação de dunas sobre as flechas de areia, o sistema lagunar se configuraria de modo a promover mudanças mais profundas na salinidade da água. Possivelmente, quando dos eventos de máxima vazão fluvial, com fluxos de elevada turbulência, a flecha de areia posicionada de modo a fechar a desembocadura, ao ser rompida, restabelecia as trocas diárias com as marés. Evidências desta dinâmica foram definidas através da presença dos campos de dunas (fonte elevada de areia), as atuais flechas de areia direcionando a hidrodinâmica estuarina e a deriva litorânea dos sedimentos e a ocorrência de bancos de areia tanto ao longo da faixa de praia adjacente como no interior dos complexos estuarinos. Atualmente, as oscilações das marés e fluxo fluvial favoreceram a manutenção das interconexões entre os canais estuarinos e a plataforma continental proximal, alterações batimétricas (dinâmica de migração dos bancos de areia submersos) e impossibilidade de fechamento das desembocaduras, como analisado através da evolução das flechas de areia e as trocas laterais com as ondas e marés.

viii) Fluxo gravitacional – este fluxo foi definido através de evidências de escorregamentos, deslocamento de massa e corridas de lama associadas aos depósitos de mangue e direcionados para o interior do canal estuarino. Foi observado somente no complexo estuarino Timonha/Ubatuba e localizado nas margens de gamboas em sedimentos argilosos. O material gerado foi produzido por escorregamentos lentos e de colapso dos depósitos areno-argilosos (movimentos mais bruscos). Estas fontes de sedimentos para o interior dos canais possivelmente atuou como mais um indicador de alteração morfológica e das propriedades físico-químicas da água - mudanças batimétricas no fundo dos canais; redirecionamento da hidrodinâmica ou bloqueio do acesso das marés em trechos seccionados pelos deslizamentos; aporte diferenciado de matéria orgânica (grandes volumes de argila rica em restos vegetais e biodetritos) e variações bruscas no material em suspensão. Este fluxo, associado com o aporte de areia pelo fluxo eólico, dinâmica dos bancos de areia internos aos complexos estuarinos e pulsos de sedimentos durante os fluxos fluviais, certamente proporcionaram a diversidade de canais e bancos vegetados pelo manguezal.

Os fluxos de matéria e energia distribuídos ao longo da planície costeira em estudo e mais especificamente os caracterizados nos complexos estuarinos, atuaram de modo a favorecer evolução geoambiental associada ao aporte, distribuição, deposição e erosão dos sedimentos. Esta dinâmica proporcionou a origem de flechas e bancos de areia, alterações sazonais na morfologia e batimetria dos canais de maré e na plataforma continental proximal, mudanças na hidrodinâmica, suprimento regular de areia proveniente das dunas e alternâncias entre sistemas estuarinos e lagunares. Estes fluxos regularam a evolução dos setores de apicum e a expansão e contração do bosque de manguezal. Promoveram as bases processuais para a diversidade de paisagens e elevada biodiversidade do ecossistema manguezal.

A evolução dos setores de apicum foi constatada através da ação continuada das trocas laterais, foi proporcionando a revegetação com diversificação da fauna, regendo a manutenção e o aumento da biodiversidade do ecossistema manguezal (MEIRELES e VICENTE DA SILVA, 2006).

A caracterização dos fluxos de matéria e energia nos complexos estuarinos Timonha/Ubatuba e Cardoso/Camurupim (Figuras 2 e 3) evidenciou a distribuição dos processos dinâmicos - deriva litorânea, hidrodinâmica estuarina, migração dos campos de dunas, sistemas lacustres e lagunar, fluxos superficiais e subterrâneos e gravitacionais -, enfatizando a evolução dos componentes geoambientais a partir da integração dos processos costeiros. Mostra o sistema lagoa Santana (Figura 4) como possibilidades de fases lagunares, relacionada à evolução da flecha de areia em sua desembocadura. Ressalta-se que os processos costeiros foram relacionados com a ação das ondas, marés, ventos, hidrodinâmicas fluvial e estuarina e escorregamentos gravitacionais localizados.

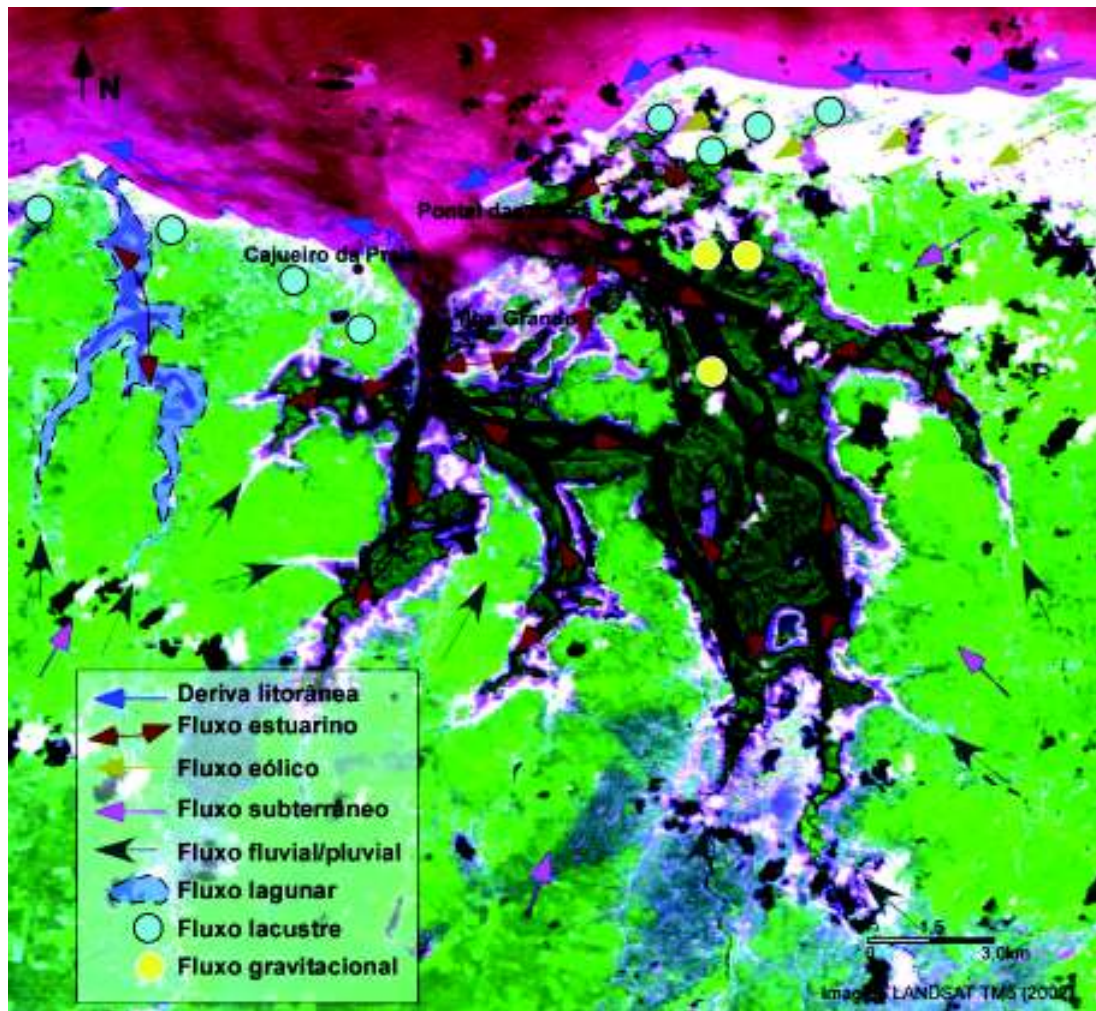


Figura 2 – Distribuição dos fluxos de matéria e energia distribuídos no complexo estuarino Timonha/Ubatuba (Fonte: Imagem Landsat, 2000).

A evolução do sistema lagoa Santana – complexo flúvio-estuarino-lagunar-lacustre -, ocorreu através da dinâmica imposta pela integração dos fluxos de deriva litorânea, sazonalidade climática com efeitos na disponibilidade de água doce proveniente dos fluxos fluvial e pluvial. A construção da flecha de areia diante de sua desembocadura evidenciou fases de interrupção parcial ou mesmo bloqueio das marés. Desta forma, provavelmente encontra-se registros de depósitos lagunares ou até mesmo lacustres, dependendo do período de fechamento do canal e aporte de água doce. Esta dinâmica possivelmente foi também responsável pelo assoreamento do canal principal e, com a entrada das marés (possivelmente associado às alternâncias do nível de base regional, eventos eustáticos holocênicos, mudanças climáticas com sazonalidade orientada para semi-aridez acentuada), originou a planície hipersalina atual.

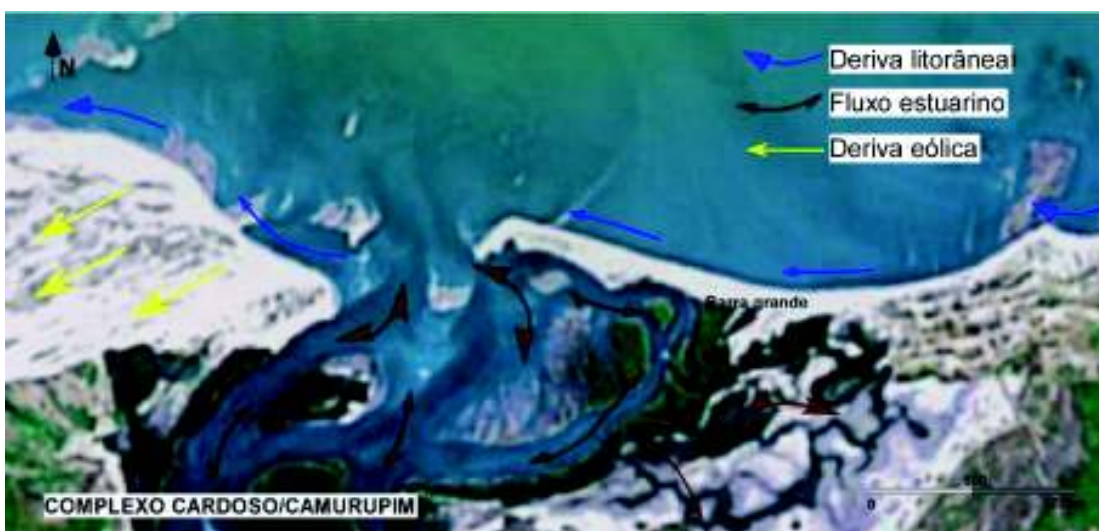


Figura 3 - Complexo Cardoso/Camurupim. A presença de flechas de areia (spits) enraizadas na margem direita do estuário. Possivelmente atuou como indutora da origem de bancos de areia, fases de ambiente lagunar e de setores para expansão do bosque de manguezal e apicum (Fonte: Imagem Landsat 2009).

Em decorrência da insolação e de elevados valores de temperatura do substrato, os sedimentos areno-argilosos, ricos em restos vegetais de mangue, apresentaram altos índices de salinidade intersticial (evidenciados pelos depósitos de sal na superfície do apicum). Estes índices de salinidade são controlados pelo aporte de água doce do lençol freático e durante os eventos de inundação fluvial. A fauna (incluindo aves migratórias), encontra no apicum refúgio, alimentação e local de reprodução. As comunidades tradicionais utilizam-no para a mariscagem, a pesca e como vias de acesso para os demais setores do manguezal. Ao ser revegetado pelo manguezal, assume outras funções e serviços ambientais, associados à expansão do bosque de manguezal (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989; MEIRELLES e VICENTE da SILVA, 2002).

Os fluxos de matéria e energia definidos para os complexos estuarinos foram associados aos eventos de mudanças do nível relativo do mar e flutuações climáticas durante o Quaternário (MEIRELES, et al., 2005). Localmente foi confirmado pela presença de terraços marinhos holocênicos. Tratam-se de praias antigas - sedimentos praias arenosos que ocorrem recobrendo depósitos de mangue e sobre plataforma de

abrasão marinha -, distribuídas no contato entre o tabuleiro e dispostas nas bordas da Ilha Grande (estuário do rio Timonha). A diversidade morfológica associada aos fluxos definidos ao longo dos estuários está representada no mapa geomorfológico da desembocadura dos rios Timonha e Ubatuba (Figura 5).

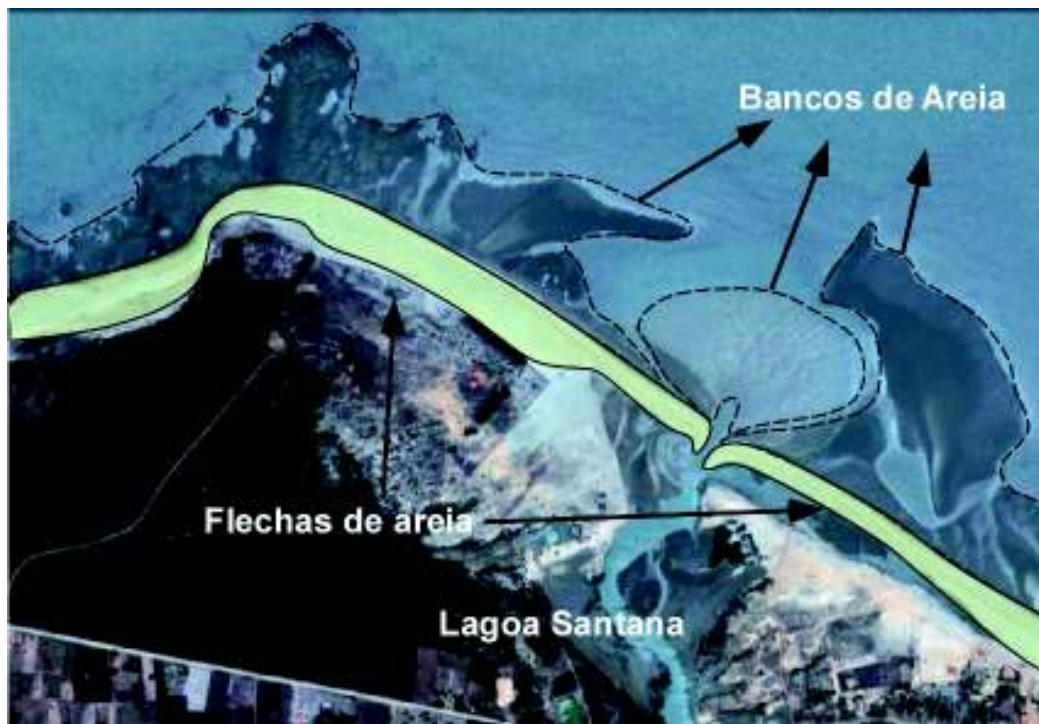


Figura 4 – Bloqueio do fluxo das marés através da flecha de areia presente na desembocadura do sistema estuarino lagoa Santana (Fonte: imagem Landsat, 2002).

A diversidade de componentes geoambientais e ecossistemas relacionada com os complexos estuarinos evidenciou a necessidade de uma abordagem integrada para a definição das funções e serviços ambientais inerentes ao ecossistema manguezal. Os fluxos de matéria e energia definidos através dos componentes morfológicos – praias, lagoas e laguna, geração de dunas, terraços marinhos, tabuleiro litorâneo – vinculados com a ecodinâmica do manguezal, definem a necessidade de uma abordagem multidisciplinar.

FUNÇÕES E SERVIÇOS DOS COMPLEXOS ESTUARINOS

Segundo Barbier et al. (1997), as áreas úmidas, incluindo os manguezais, figuram entre os ecossistemas mais produtivos da terra. As características destes sistemas são agrupadas em componentes, funções e propriedades. Os componentes do sistema são suas estruturas bióticas e abióticas e englobam o solo, a água, a fauna e flora. As interações destes componentes se expressa em funções, com a inclusão do ciclo de nutrientes e o intercâmbio de águas superficiais e subterrâneas e entre a superfície e a atmosfera. Como propriedade, os sistemas resguardam a diversidade de espécies.

Uma tentativa de valoração global dos ecossistemas foi realizada por Constanza et al. (1997). Para este estudo, os serviços ecossistêmicos foram definidos como fluxos ou materiais, energia, existência de informações e de capital natural que, combinados com as ações humanas (uso e ocupação), produziram bem-estar para a sociedade.

As complexas interações entre os componentes geoambientais e ecodinâmicos dos estuários Timonha/Ubatuba e Cardoso/Camurupim, efetivadas através dos fluxos de matéria e energia definidos, caracterizaram-nos como um sistema ambiental produtivo (base de uma complexa cadeia alimentar) deste setor da planície costeira entre os estados do Ceará e Piauí. Localmente, os componentes resultantes destas interações e interconexões, promoveram a geração de serviços ecológicos, com a produção e distribuição de nutrientes para suporte de uma diversificada fauna e flora. A diversidade de espécies resultante, em parte explorada pelas comunidades tradicionais, é a base para sua subsistência, através da pesca artesanal. Suas propriedades atuaram de modo a beneficiar diretamente as comunidades de pescadores. Por outro lado, seus componentes, funções e propriedades, em conjunto com as formas de uso e ocupação definidas, proporcionaram a permanência e qualidade da diversificada fauna (incluindo as aves migratórias e o peixe-boi marinho), que utiliza o ecossistema manguezal para alimentação, reprodução e refúgio.

O ecossistema manguezal ao ser transformado através de impactos ambientais (mudanças no uso do solo, consumo e esgotamento dos recursos naturais, produção e lançamento de efluentes domiciliares e industriais, desmatamento, entre outros), afetando a sustentabilidade e minimizando os serviços ambientais, compromete a riqueza natural da comunidade e reduz o bem-estar social (RIVERA e CORTÉS, 2007). Por tratar-se de um marco na qualidade ambiental e, conseqüentemente, na produtividade primária e biodiversidade, conservar e recuperar suas funções e serviços representa uma importante estratégia para gestão integrada dos complexos estuarinos.

Foi através da carcinicultura (desmatamento do manguezal para implantação das piscinas) que foram avaliados os impactos ambientais e externalidades negativas associadas aos danos cumulativos nas áreas de influência direta e indireta dos empreendimentos. Estes dados foram obtidos em estudos realizados por Naylor, et al. (2000), Tupinambá (2002), IBAMA (2005), Meireles et al. (2007), Meirelles (2008). Revelaram impactos relacionados com a salinização do lençol freático, privatização de territórios comunitários de pesca e mariscagem, extinção de áreas utilizadas por aves migratórias, fragmentação do manguezal, apicim e áreas de preservação permanente vinculadas ao domínio das marés.

As externalidades ambientais - relacionadas à degradação do ecossistema manguezal e conseqüentemente da biodiversidade e qualidade de vida das comunidades litorâneas -, evidenciaram a complexidade dos danos ambientais a partir de conflitos em diversas comunidades tradicionais e indígenas vinculadas aos manguezais. Para verificar-se a abrangência territorial dos danos definiu-se diferentes escalas, uma vez que os fluxos de matéria e energia interconectam os sistemas estuarinos com as bacias hidrográficas, planície costeira e plataforma continental. Quando a carcinicultura interferiu na qualidade da água, privatizou territórios de usufruto comunitário e alterou as atividades de pesca e mariscagem, promoveu riscos à segurança alimentar das comunidades tradicionais e étnicas. Ao verificar-se interferências na dinâmica dos ecossistemas, as externalidades negativas definidas nos complexos estuarinos em estudo, a médio e longo prazo, irão associar-se ao incremento do nível do mar e danos aos ambientes utilizados pelas aves migratórias (MCLEOD e SALM, 2006; BOUILLON et al., 2009; POLIDORO, et al., 2010). Desta forma, prejuízos sociambientais refletidos em perdas de biodiversidade, déficits na captura de dióxido de carbono e perda de sistemas ambientais que amortecem as conseqüências do aquecimento em escala internacional.

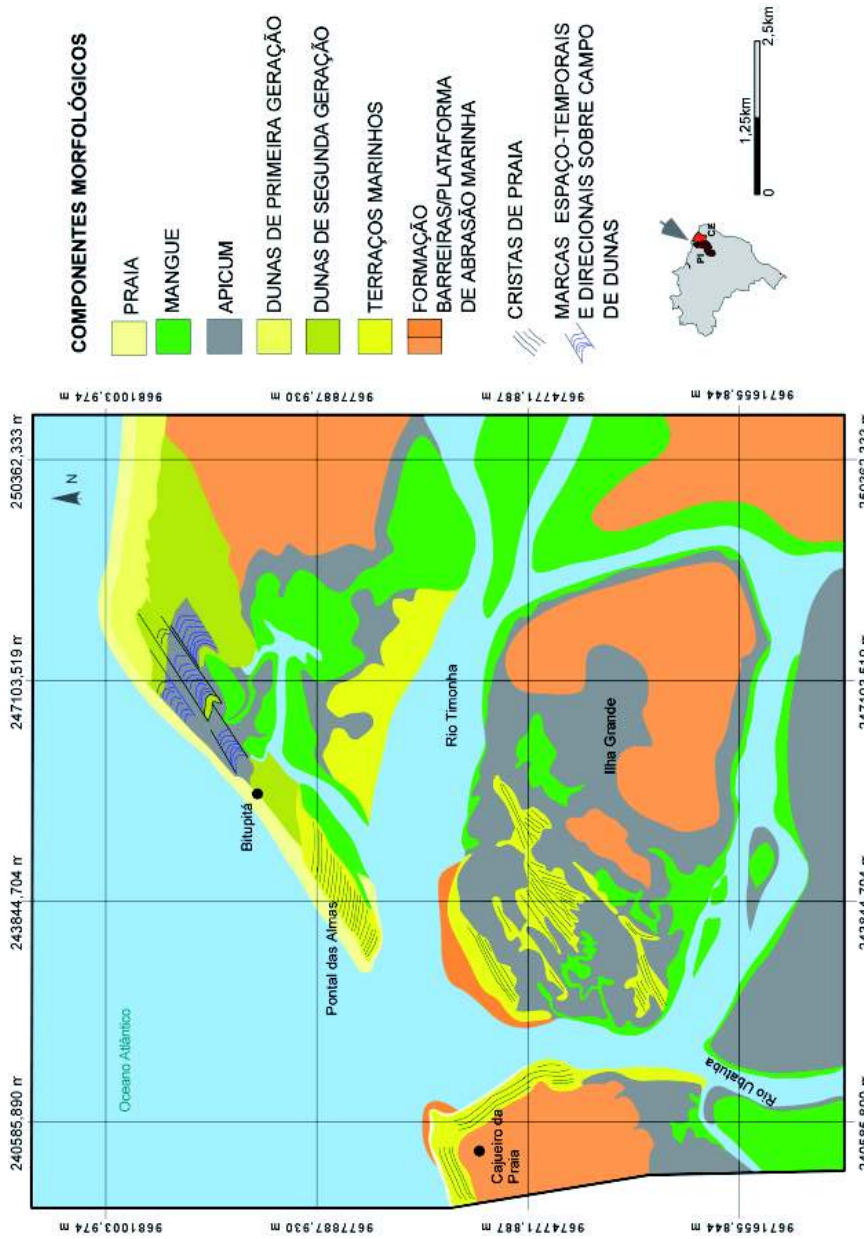


Figura 5 – Aspectos geomorfológicos da desembocadura do complexo estuarino Timonha/Ubatuba. Evidenciar a presença dos terraços marinhos e as marcas espaço-temporais sobre o campo de dunas (referidas na análise do fluxo eólico, MEIRELES, 2001).

Os fluxos de matéria e energia fundamentaram a caracterização das funções e serviços ambientais. Isto por definirem as interconexões entre os componentes ambientais dos complexos estuarinos. Cada indicador foi associado à diversidade morfológica, ecossistemas, uso tradicional, extrativismo e vínculos locais e regionais com os demais componentes ambientais da planície costeira (Tabela 1):

No que se refere aos aspectos qualitativos, esta lista de serviços e funções foi identificada para os complexos estuarinos, principalmente os relacionados com a cadeia trófica com espécies de importância econômica e ecológica (conservação dos estoques pesqueiros); abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies e pouso de aves migratórias. Definiu-se também que os serviços e funções estão diretamente relacionados com a segurança alimentar e integraram-se com o modo de vida tradicional das comunidades litorâneas de pescadores, ribeirinhos e marisqueiras.

Além de apresentar suporte ecossistêmico para as aves migratórias, ressalta-se sua função de promover condições ideais para habitat de espécie em extremo risco de extinção e protegidas por lei (peixe-boi marinho e tartarugas marinhas).

Pesquisas relacionadas com valorações econômicas dos ecossistemas demonstraram extrema complexidade para definição de índices adequados (RIVERA e CORTÉS, 2007). Para contabilizar o conjunto de serviços, como forma de compreender os requisitos para o desenvolvimento sustentável, Mäler et al. (2008) afirmaram ser impossível conceber um modelo padronizado para a construção de um sistema que contabilize as riquezas dos ecossistemas. Desta forma, os referidos autores sugeriram seleção de ecossistemas de modo a avaliar possibilidades de valoração e definiram como critérios básicos descrição das instituições que controlam (planejamento e gestão) o ecossistema; desenvolvimento de valoração técnica para cada serviço e padronização dos métodos à medida do possível. A valoração econômica serve para orientar a tomada de decisões, porém deverá ser utilizada com muita precaução.

Entretanto, como tentativa de valoração global dos ecossistemas, Constanza et al. (1997), com levantamento de dados referente ao ano de 1994, para uma área total de manguezal 165 ha:106, alcançou um valor médio para cada hectare/ano de 9.990 dólares. Estudos realizados por Hernández et al. (2002) estimaram uma média de 13.000 dólares hectare/ano gerados em bens e serviços pelo ecossistema manguezal (evidenciaram que cada hectare gera entre 1.100 e 11.800 kg de capturas pesqueiras).

As pesquisas relacionadas com valoração dos manguezais revelaram que os resultados variam com o tempo e de acordo com a área de estudo, pelo que se torna impossível atribuir um valor específico (para ser utilizado como referência regional) e, desta forma, utilizar como critério único para a tomada de decisão. Neste sentido, já foram evidenciados valores em torno de 35.000 dólares ha/ano para os manguezais quando relacionados à proteção do litoral contra eventos erosivos (SATHIRATHAI e BARBIER, 2001; BARBIER, et al., 2008; MÄLER et al., op. cit.; ABURTO-OROPEZA, et al., 2008) e mais de 91.000 dólares ha/ano por atuarem na captura de dióxido de carbono (MARTINEZ et al. 2007; COSTANZA, 1997). Os resultados indicaram que a carcinicultura, quando substituem as funções e serviços ambientais do ecossistema manguezal, não é economicamente viável, quando incluídas as externalidades ambientais negativas (destruição do manguezal e poluição da água).

Quando associado às relações com a produtividade marinha pode alcançar valores que superam os 16.750 dólares ha/ano (RÖNNBÄCK, 1999). No golfo da Califórnia a taxa anual de produtividade variou de 25.000 a 50.000 dólares, com média de 37.000 dólares ha/ano (ABURTO-OROPEZA, et al., op cit.).

Resultados de estudos de valoração de áreas úmidas incluindo o ecossistema manguezal definiram valores econômicos por hectare/ano quando analisadas suas relações com a produtividade pesqueira e a defesa da costa contra os eventos de furações. Mas os estudos também evidenciaram a complexidade de

Tabela 1 - Serviços e funções do ecossistema manguezal e associações com os complexos estuarinos Timonha/Ubatuba e Cardoso/Camurupim

Complexos estuarinos Timonha/Ubatuba e Cardoso/Camurupim		
SERVIÇOS*	FUNÇÕES*	
Produção e regulação dos gases	Regulação da composição química atmosférica (balance de CO ₂ /O ₂ ; Níveis de SO _x). Produção de gases nas fases de decomposição da matéria orgânica.	Captura de carbono, geralmente na forma de dióxido de carbono, associada à evolução do bosque de mangue (CO ₂ /O ₂); produção de metano e demais compostos através das fases de oxidação e redução.
Regulação do clima	Temperatura global, precipitação e processos biológicos mediadores de fenômenos climáticos locais e globais (regula o efeito estufa).	Ameniza as condições climáticas locais através das rajadas de vento direcionadas pelo canal estuarino e bosque de mangue, influência no microclima, evapotranspiração e fotossíntese.
Suplemento de água	Armazenamento e retenção da água (dinâmica dos aquíferos e reservatórios). Conjunto de aquíferos associados aos componentes morfológicos do sistema costeiro.	Interconexões com os aquíferos dunar e tabuleiro litorâneo; regula as propriedades físico-químicas através dos níveis de salinidade e densidade entre os aquíferos. Disponível para as comunidades tradicionais através de poços e quando o freático aflora originando lagoas interdunares e sobre o tabuleiro. Fluxo subterrâneo de água doce na direção dos vales estuarinos.
Proteção da costa contra extremos (climáticos, deslizamentos, enchentes)	Amortecimento e integridade das respostas ecossistêmicas associada às flutuações ambientais (proteção contra tormentas, enchentes, controle na produção de sedimentos finos e variabilidades ambientais das estrutura vegetacional); Capacitância.	Conjunto de componentes integrados com a evolução dos bancos de areia, produção e distribuição de sedimentos areno-argilosos e dinâmica da cobertura vegetal. Fluxos de matéria e energia consumidos e dissipados através da relação com os demais componentes geoambientais e ecodinâmicos. Flechas de areia que induziram alterações morfológicas associadas à deposição de sedimentos no interior dos canais e na plataforma continental.
Regulação hidrológica	Atua nos fluxos hidrológicos integrados com a bacia hidrográfica (água para atividades agrícolas e industriais, transporte).	Eventos pluviométricos de elevada turbulência (primeiro semestre) amortecidos e distribuídos sobre o bosque de mangue e setores de apicum; sazonalidade climática integrada com as atividades de subsistência ao longo da bacia hidrográfica (plantio de vazantes, pesca e mariscagem); disponibilidade de água para as atividades de produção de camarão em cativeiro e sal; interliga as comunidades litorâneas através dos canais estuarinos e gamboas.
Controle da erosão e retenção de sedimentos	Conservação do solo dentro do ecossistema (prevenção de deslizamentos e outros processos de remoção de materiais). Fonte de sedimentos para a deriva litorânea e amortecimento de eventos extremos.	Produção de sedimentos através da dinâmica interna dos canais com a evolução dos bancos de areia. Desenvolvimento das flechas de areia dispostas nas desembocaduras dos complexos estuarinos. Aporte de areia sazonal vinculado aos sistemas fluviomarinhos e praia. Paisagem resguardada para atividades tradicionais de pesca, moradia e lazer.
Formação de solo	Através do intemperismo e transporte de materiais derivados das rochas do embasamento cristalino à montante, matéria orgânica e de biodetritos.	Evolução pedológica relacionada com a dinâmica de aporte e distribuição de sedimentos provenientes da bacia hidrográfica e dos demais fluxos de matéria e energia definidos na planície costeira. Contribuição diferenciada e relacionada com acesso das dunas aos complexos estuarinos e deriva litorânea.
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, ciclagem interna, processamento e aquisição de nutrientes (fixação de N, P e outros elementos do ciclo de nutrientes).	Os complexos estuarinos integram-se para a produção de nutrientes representando a base da biodiversidade regional deste setor do litoral nordestino.
Dissipador de matéria e energia	Recuperação, remoção e controle do excesso de nutrientes e compostos orgânicos (controle de poluentes).	A dinâmica das marés e correntes marinhas interliga os complexos estuarinos, efetivando a distribuição de nutrientes e suporte à biodiversidade. Atuam como filtro para as emissões de efluentes domiciliares dos núcleos urbanos e vilas de pescadores.

Tabela 1 - Serviços e funções do ecossistema manguezal e associações com os complexos estuarinos Timonha/Ubatuba e Cardoso/Camurupim (cont.)

SERVIÇOS*	FUNÇÕES*	Complexos estuarinos Timonha/Ubatuba e Cardoso/Camurupim
Polinização	Movimento de gametas para a reprodução de populações.	Os fluxos de matéria e energia proporcionam interconexões entre os ecossistemas proporcionando elevado potencial de produção e distribuição de plântulas e polens (predominantemente pelos fluxos eólico, fluvial, fluviomarinho e deriva litorânea).
Controle biológico	Regulação da dinâmica trófica de populações.	Complexa cadeia alimentar com suporte para o peixe-boi marinho e aves migratórias. Biodiversidade inserida nas atividades tradicionais de pescadores, marisqueiras e ribeirinhos.
Refúgio de vida silvestre	Habitat para populações residentes e migratórias (acolhida de aves migratórias).	Complexos estuarinos associados a elevada diversidade de avifauna; suporte ecossistêmico para as aves migratórias. Utilizado pelo peixe-boi marinho para alimentação, reprodução e refúgio.
Produção de alimento	Parte da produção primária bruta transformada em alimento (peixes, moluscos) com as atividades de pesca e agricultura de subsistência.	Conjunto de componentes ecológicos (bosque de mangue, apicum/planícies hipersalinas e lagoas) vinculados à produção de componentes bioquímicos para a produção e distribuição de nutrientes para uma diversificada fauna e flora. Atividades humanas inseridas na complexa cadeia alimentar que envolve localmente os estuários. Interação das atividades de produção de alimento realizada através da interconexão entre o baio e médio curso fluvial.
Segurança alimentar	Produção de alimento para as comunidades tradicionais litorâneas, ribeirinhas e indígenas. Atividades materializadas nos territórios de moradia e convivência com os sistemas ambientais de usufruto e nas artes de pesca.	Plena inserção das comunidades no ecossistema manguezal com as atividades de pesca e mariscagem. Instrumentos e apetrechos ancestralmente construídos para o manejo e conservação da biodiversidade. Renda familiar e inserção na cadeia produtiva local através das associações comunitárias.
Produção primária	Parte da produção primária bruta transformada em matéria prima (madeira, combustível e forragem).	Reações geoambientais e ecodinâmicas associadas à formação, disseminação e consumo (produção de matéria orgânica) do bosque de mangue e demais componentes florísticos existentes no apicum. Vínculos complexos com a produção pesqueira, aves migratórias, peixe-boi marinho. Base da permanência dos grupos sociais que encontram na produtividade dos manguezais segurança alimentar.
Recursos genéticos	Produção de materiais e produtos biológicos para medicina, material científico, obtenção de genes resistentes a pragas e espécies ornamentais.	Usos tradicionais da fauna e flora. Atividades de pesquisa para a criação de Unidade de Conservação (UC) de proteção integral. Abordagem integrada evidenciando os complexos estuarinos limite dos bosques mais exuberantes entre o norte e nordeste do Brasil.
Recreação	Oportunidades para atividades recreacionais (ecoturismo, pesca esportiva e outras atividades ao ar livre).	Atividades de lazer desenvolvidas pelos núcleo urbano e comunidades tradicionais. Atividades turísticas envolvendo lugares inseridos em rotas internacionais.
Cultura	Proporciona oportunidades para atividades não comerciais (estéticas, artísticas, educacionais, espirituais e valor científico dos ecossistemas).	Valores simbólicos relacionados aos demais usos tradicionais. Base do modo de vida das comunidades litorâneas. Atividades ancestrais associadas aos apetrechos de pesca.

(*) Modificados de McLeod e Salm (2006); Barbier, et al. (1997); Constanza, et al. (1997); Rivera e Cortés (2007); ; Schaeffer-Novelli (1989); World Resources Institute. Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2005).

(**) Síntese dos relatórios do IPCC (2007).

quantificar estes serviços, principalmente pelas externalidades negativas vinculadas aos conflitos sociais e danos à biodiversidade (ALIER, et al., 2010; GERBER et al., 2009; ACSELRAD, 2009).

Constatou-se, portanto, que nos casos estudados, os benefícios líquidos para a sociedade com a gestão sustentável dos ecossistemas são maiores do que aqueles dos ecossistemas convertidos em fazendas de camarão e outras monoculturas. Os manguezais produzem mais serviços relacionados ao bem-estar humano que a maioria dos outros sistemas ambientais, mesmo aqueles que cobrem grandes áreas e, a destruição dos manguezais por fazendas de camarão, é particularmente onerosa e provoca desperdício a longo prazo de acordo com Stevenson (2007) e Relatório do Milênio (World Resources Institute: MA, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do processo de valoração econômica do manguezal, para a obtenção de dados quantitativos, como instrumento para o planejamento de atividades produtivas, deverá levar em conta abordagens integradas e evidenciar funções e serviços localizados em cada ecossistema, dentro da diversidade de territórios e de comunidades associadas à biodiversidade e diversidade de paisagens. Dados que também deverão ser vinculados a estudos cumulativos dos impactos ambientais - por exemplo, nos estuários onde foram qualificados os benefícios sociambientais -, nos demais componentes geoambientais e ecodinâmicos das bacias hidrográficas envolvidas, planície costeira e plataforma continental.

As externalidades negativas foram evidenciadas através dos danos provocados pela carcinicultura. De acordo com Shatirathai et al. (2007) foram contabilizados déficits de 5.443 dólares ha/ano com as fazendas de camarão que degradaram o ecossistema manguezal na Tailândia. Estes valores foram contabilizados através dos danos provocados pela substituição de áreas de bosque de mangue por piscinas para criação de camarão em cativeiro (desmatamento), poluição nas diversas incluindo a despesa com utilização de químicos que prejudicam a qualidade da água e demais subsídios. A conversão de manguezais para viveiros de camarão reduziu 70% o valor econômico dos manguezais em menos de uma década 70% na Tailândia (BALMFORD et al. 2002).

Nos complexos estuarinos estudados as externalidades poderão estar relacionadas com interferências na biodiversidade e, conseqüentemente, na qualidade de vida das comunidades tradicionais litorâneas, na segurança alimentar dos grupos sociais que ancestralmente vincularam-se com a biodiversidade e qualidade da água. Interferências nos níveis de distribuição das funções e serviços ambientais, evidenciados com a continuidade dos fluxos de matéria e energia, poderão integrar-se desde escala local - ecossistema e núcleos comunitários -, à regional, promovendo externalidades negativas em biomas.

Desta forma, os possíveis critérios resultantes de indicadores ambientais para quantificar economicamente a diversidade de funções dos complexos estuarinos, ainda não são representativos uma vez que mantêm vínculos com aspectos sociais, culturais, simbólicos, históricos e econômicos tradicionais. Demonstrou-se que os componentes ambientais foram originados pela composição dos fluxos de matéria e energia e que sustentam a vida comunitária e a produtividade dos ecossistemas costeiros e marinhos.

Foram evidenciados ambientes litorâneos ricos em biodiversidade submetidos a rápidas e extensas mudanças, o que poderá comprometer as condições de subsistência e existência das comunidades tradicionais e indígenas. Além de promover riscos à produtividade dos sistemas ambientais, potencializar extinção de sistemas ambientais promotores da biodiversidade e da qualidade de vida. Enquanto os serviços e funções de territórios e ecossistemas forem avaliados como commodities, sem um rígido controle social, os valores contábeis e financeiros atribuídos, devido à complexidade dos sistemas sócio-ambientais en-

volvidos, tenderão a sub-dimensionar o “preço” dos ecossistemas. De outro modo, os elevados valores determinados para o manguezal regidos através da conservação de suas funções ambientais e sociais, deverá fundamentar políticas direcionadas para as comunidades tradicionais e indígenas que ancestralmente protegem esse recurso socioambiental.

Portando, valorar economicamente os estuários, base da cadeia alimentar e da produtividade marinha, amplamente apropriados pelos povos do litoral - indígenas, ribeirinhos, pescadores, quilombolas, marisqueiras, camponeses, entre outras comunidades extrativistas -, é extremamente complexo e, do ponto de vista do mercado, inadequado para definir formas de apropriação pelo consumo globalizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABURTO-OROPEZA, O.; EZCURRA, E. DANEMANN, G. VALDEZ, V.; MURRAY, J. and SALA, E. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America** (PNAS), v.105, n.º 30, p10456–10459, 2008.

ACSELRAD, H., MELLO, C.C.A., do e BEZERRA, G.N., das. **O que é Justiça Ambiental**. Rio de Janeiro, Garamond Ed., 2009, 160 p.: II.

ALIER, J.M.; PASCUAL, U.; VIVIEN, F.D.; ZACCAI, E. Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. **Ecological Economics**, London, v. 69, n.º 9, p.1741–1747, 2010.

ANGULO, R.J. and LESSA, G.C. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on tre curves from Paranaguá and Cananeia regions. **Marine Geology**, Florida, v. 140, n. 1, p.141-166, 1997.

AQUASIS Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos. Refúgio de Vida Silvestre Peixe-boi marinho. Consolidação da proposta de criação de Unidade de Conservação. Estudos socioambientais complementares. **Relatório do Programa Costa Atlântica da Fundação SOS Mata Atlântica, Rede Marinho-costeira e Hídrica da Fundação AVINA e Fundação Mamíferos Aquáticos/FMA**, AQUASIS, Fortaleza/CE, 2008, 320p.

BALMFORD, A.; BRUNER, A.; COOPER, P; COSTANZA, R.; FARBER, S. Ecology-Economic reasons for conserving wild nature. **Science**, v. 297, n.º 5583, p.950-953, 2002.

BARBIER, E.B.; ACREMAN, M. y KNOWLER, D. **Valoración económica de los humedales** – Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza; 1997, 155p.

BARBIER, E.B.; KOCH, E.W.; SILLIMAN, B.R.; HACKER, S.D.; WOLANSKI, E.; PRIMAVERA, J.; GRANEK, E.F.; POLASKY, S.; ASWANI, S.; CRAMER, L.A.; STOMS, D.M.; KENNEDY, C.J.; BAEL, D.; KAPPEL, C.V.; PERILLO, G.M.E.; REED, D.J. Coastal Ecosystem-Based Management with Nonlinear Ecological Functions and Values. **Science** , v.319. n.º 5861, p.321–323, 2008.

BOUILLON, S.; RIVERA-MONROY, V.H. and TWILLEY, R.R. Mangrove. In: Laoley, D.d’A. and Grimsditch, G. (eds). **The management of natural coastal carbon sinks**. IUCN, Gland, Switzerland, 2009, 53p.

CONSTANZA, R.; d’ARGE, R.; GROOT, R. de; FABER, S.; GRASSO, M.; HAMNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O’NEILL, R.V.; PARVELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; and DELT, van den M. The value of the world’s ecosystem service and natural capital. **Nature**, v. 387, n.º 17, p.253-260, 1997.

GERBER, J.F.; VEUTHEY, S. and ALIER, J.M. Linking political ecology with ecological economics in tree plantation conflicts in Cameroon and Ecuador. **Ecological Economics**, London, v. 68, n.º 12, p.2885–2889, 2009.

HERNANDÉZ, E.; HAGLER, M. y LÓPEZ, E. Financiación del Banco Mundial a la camaronicultura en America Latina. **Estudio de casos**. Greenpeace, 2002; 57p. Consultado em 12 março 2010. URL: <http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/financiacion-del-banco-mundial.pdf>.

- 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). v. 1 (textos), 2005, 177p.
- IPCC. **Cambio climático 2007**: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 2007, 104 págs. Consultado em 15 de janeiro de 2010. URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- LEDRU, M. P.; BRAGA, M.P.; SOUBIES, F.; FOURNIER, M. MARTIN, L. SUGUIO, K. e Turq, B. The last 50.000 years in the neotropics (Southern Brazil): Evolution of vegetation and climate; *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 123, (1996), 239-257.
- MÄLER, K.G.; ANIYAR, S. and JANSSON, A. Accounting for ecosystem services as a way to understand the requirements for sustainable development. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America** (PNAS), v.105, n. 28, p.9501–9506, 2008.
- MARTÍNEZ, M.L.; INTRALAWAN, A.; VÁZQUEZ, G.; PÉREZ-MAQUEO, O.; SUTTON, P. and LANDGRAGE, R. The cost of our world: ecological, economic and social importance. **Ecological Economics**, London, v. 63, nº 2-3, p.254-272, 2007.
- MCLEOD, E. and SALM, R.V. **Managing Mangroves for Resilience to Climate Change**. IUCN, Gland, Switzerland, 2006, 64p.
- MEIRELES, A. J. A.; ARRUDA, M.G.C.; GORAYEBE, A. e THIERS, P.R.L. Integração dos indicadores geoambientais de flutuação do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense. **Mercator**, Fortaleza, v.4, n.8, p.109-134, 2005.
- MEIRELES, A.J.A. e RUBIO, P.R. Geomorfología litoral: una propuesta metodológica sistémica en la llanura costera de Ceará, nordeste de Brasil. **Revista de Geografía**, Universitat de Barcelona, España; vols. 32/33, 1999, 165-182.
- MEIRELES, A.J.A. Impactos ambientais decorrentes da ocupação de áreas reguladoras do aporte de areia: a planície Costeira da Caponga, município de Cascavel, litoral leste cearense. **Confins** [Online], 2 | 2008, posto online em 13 mars 2008, Consultado em 27 junho 2010. URL : <http://confins.revues.org/index2423.html>
- MEIRELES, A.J.A.; SILVA, E. V. Abordagem geomorfológica para a realização de estudos integrados para o planejamento e gestão em ambientes fluviomarinhos. **Scripta Nova – GeoCrítica – Universidad de Barcelona – Espanha**: v. 7, nº. 118, p.25, 2002. Consultado em 20 de junho de 2010. URL: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-118.htm>
- MEIRELES, A.C.O. Mortality of Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in the State of Ceara, northeastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 88, nº. 6, p.1133-1137, 2008.
- 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.
- PERILLO, G.M.E. Definitions and geomorphologic classifications of estuaries. 17-43. In: G.M.E. Perillo, Geomorphology and Sedimentation of Estuaries. **Developments in Sedimentology** nº 53 (1995). Elsevier Science. 2.
- POLIDORO, B.A.; CARPENTER, K.E.; COLLINS, L.; DUKE, N.C.; ELLISON, A.M., et al. The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. **PLoS ONE**, v. 5, nº 4, e10095. doi:10.1371/journal.pone.0010095, 2010.
- PRITCHARD, D. W. (1967) - Observations of circulation in coastal plain estuaries. 37-44. In: LAUFF, G.H. Ed. **Estuaries**. American Associating Advancing Scientifics, Washington, 83.

RIVERA, E.S. y CORTÉS, I.S. Las experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. Inst. Nac. de Ecol. México, **Gaceta Ecológica**, número especial 84-85, p.93-105, 2007.

ROMAN, C.T.; NORDSTROM, K.F. (1996). Environments, processes and interactions of estuarine shores. In: **Nordstrom**, Karl F. y Roman, Charles T. Eds. Evolution, Environments and Human Alterations. 1-12p.

SATHIRATHAI, S. and BARBIER, E.B. Valuing mangrove conservation in southern Thailand. **Contemporary Economics Policy**, London, v. 19, n° 2, p.109-122, 2001.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o sistema manguezal. **Publ. Especial do Inst. Oceanogr.**, São Paulo, n°7, p.1-16, 1989.

SHACKLETON, N.J. Oxygen isotope, ice and sea-level. **Quaternary Science Reviews**, v. 6, n° 1, p.183-190, 1987.

STEVENSON, N.J. Disused shrimp ponds: Options for redevelopment of mangroves. **Coastal Management**, USA, v. 25, n°4, p.425-435, 2007.

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**, n° 20, p. 16-23, 2002.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. Millennium Ecosystem Assessment (MA). **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC. 2005, (Coastal System), Chapter 19 19, 37p. Consultado em 18 de Novembro de 2009. URL: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.288.aspx.pdf>

Recebido em setembro de 2010
Aceito em dezembro de 2009