



Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras no Brasil: Implicações para a Região Hidrográfica Amazônica *

Integrated Management of River Basins and Coastal Zone in Brazil: Implications to the Amazon Hydrographic Region

João Luiz Nicolodi ¹, Ademilson Zamboni ², Gilberto Fonseca Barroso ³

RESUMO

As bacias hidrográficas exorréicas estão conectadas à zona costeira por fluxos hidrológicos como água, sedimento, matéria orgânica e inorgânica, e espécies biológicas que, em parte, condicionam a dinâmica do ambiente marinho adjacente. Diversas atividades humanas desestabilizam a integridade dos ecossistemas costeiros e colocam em risco a provisão dos bens e serviços proporcionados por estes sistemas. A necessidade de abordagens integradas de gestão do contínuo flúvio-marinho tem sido reconhecida em diversos fóruns e programas internacionais de conservação e de desenvolvimento sustentável. No Brasil, a Câmara Técnica de Integração da Gestão de Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zona Costeira – CTCOST do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH tem fomentado a integração dos instrumentos de gestão destas duas políticas. A premissa básica é considerar o gradiente flúvio-marinho como interconexão entre o continente e o oceano, com o sistema estuarino funcionando como unidade de interface da gestão integrada. O maior desafio para gestão integrada é delimitar o sistema estuarino que apresenta limites difusos quanto aos gradientes de salinidade e parâmetros correlacionados. Os problemas de delimitação do sistema estuarino parecem ser intangíveis para sistemas de drenagem de grande porte. No entanto, o desenvolvimento de programas de pesquisa oceanográfica na interface continente-oceano dos sistemas de grande porte, como a bacia hidrográfica Amazônica, possibilita uma compreensão mínima sobre a dinâmica destes sistemas. Já para as pequenas bacias costeiras a falta de informações pretéritas demanda o desenvolvimento de levantamentos em campo e aplicação de métodos indiretos (i.e., sensoriamento remoto) para estimativa da pluma estuarina.

Palavras chave: Zona Costeira, Bacias Hidrográficas e Gerenciamento Integrado.

1 autor correspondente, e-mail: joao.nicolodi@mma.gov.br. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Esplanada dos Ministérios, bloco B, Sala 833, CEP 70.068-900, Brasília, Brasil.

2 Ministério do Meio Ambiente - MMA. Esplanada dos Ministérios, bloco B, Sala 833. CEP 70.068-900, Brasília, Brasil. e-mail: ademilson.zamboni@mma.gov.br.

3 Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Campus Goiabeiras, Av. Fernando Ferrari, 514, Bairro Goiabeiras, CEP 29075-900, Vitória, Espírito Santo, Brasil. e-mail: gbarroso@gmail.com.

* Submissão – 25 Fevereiro 2008; Avaliação – 11 setembro 2008; Recepção da versão revista – 30 de outubro 2008; Aceitação - 13 Agosto 2008; Disponibilização on-line – 27 Março 2009

ABSTRACT

Exoreic river basins are connected to the coastal zone through hydrologic flows such as water, sediments, organic matter, biological species, which in part, act as drivers of the dynamics of the adjacent marine environment. Several human activities unbalance the health of coastal ecosystems threatening the provision capacity of coastal ecosystem goods and services. The need of integrated approaches for environmental management of the fluvial-marine continuum has been taken in account in the international agenda for conservation and sustainable development. In Brazil, the Technical Chamber for the Integrated Management of River Basin and Coastal Zone – CTCOST of the National Council for Water Resources has been promoting the integration of management tools of the water resources and coastal resources policies. The fundamental principle is to take in account the fluvial-marine continuum as the interconnection between the continent and ocean, with estuarine systems considered as the interface for the integrated management. The major challenge for the integrated management approach is to delimitate the estuarine system, which works through fuzzy boundaries of salinity and other associated variables. Delimitation problems seem to be more difficult for large drainage systems. However, the development of oceanographic research programs on the interface of land-ocean in large river basins, such as the Amazon River basin, provides the required comprehensive understanding of the dynamics of these systems. In contrast the lack of previous information requires the development of field surveys and application of indirect methods (i.e., remote sensing) for the study of the estuarine plume.

Keywords: Coastal Zone, River Basins and Integrated Management

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira e suas bacias hidrográficas interagem funcionalmente por meio de fluxos hidrológicos de água doce, sedimentos e substâncias dissolvidas, formando um contínuo fluvial-marinho costeiro. Estes sistemas encontram-se sob severa pressão ambiental associada a indutores antrópicos, tais como urbanização, industrialização e produção agrícola. O despejo de efluentes domésticos e industriais, a erosão do solo, projetos de recursos hídricos e a conversão de habitats têm como consequência alterações no balanço de nutrientes e matéria orgânica nas águas costeiras, modificações na estrutura das comunidades bióticas e mudanças na dinâmica dos ecossistemas costeiros. Diversos efeitos são resultantes das pressões antrópicas como a perda da integridade dos sistemas costeiros e sua resiliência, incremento de patologias de origem aquática, além do comprometimento do potencial de geração de bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas, tais como perda do potencial recreacional e pesqueiro. O elevado valor ecológico e socioeconômico das zonas costeiras e bacias hidrográficas encontra-se ainda ameaçado pela mudança climática e a conseqüente elevação do nível do mar e intensificação das tempestades tropicais.

Tradicionalmente, a gestão de bacias hidrográficas tem como enfoque a conservação dos recursos hídricos, com exceção das águas estuarinas e marinhas,

enquanto a gestão costeira visa o gerenciamento de múltiplos recursos, tendo como modo operacional o planejamento físico e o ordenamento do uso do solo e das águas costeiras. A inerente complexidade das bacias hidrográficas e zonas costeiras demandam abordagens integradoras dos múltiplos setores da socio-economia, analisados em múltiplas escalas espaciais e temporais. Esta premissa leva em consideração que o gerenciamento da faixa continental-marinha precisa incorporar as águas fluviais e subterrâneas à montante e as águas costeiras adjacentes, uma vez que as ações de gerenciamento destes sistemas influenciam a zona costeira (Coccosis, 2004).

Apenas recentemente, a perspectiva multidimensional dos ecossistemas vem sendo aplicada na gestão integrada do contínuo fluvial-marinho. Dentre as iniciativas internacionais podem ser destacados os Programas Grandes Ecossistemas Marinhos (Large Marine Ecosystems – LME) (Sherman & Duda, 1999), Avaliação Global Internacional da Água (Global International Waters Assessment - GIWA) (Marques et al., 2004) e Ação para Proteção do Ambiente Marinho das Atividades Baseadas em Terra (Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities - GPA) (Olsen et al., 2006).

A necessidade de se integrar a gestão de duas regiões já fisicamente interdependentes tem tido ênfase nos principais fóruns internacionais de

discussão, tanto nos que tratam especificamente de Zonas Costeiras quanto nos que tratam de Recursos Hídricos. Como exemplos podem ser citados dois casos emblemáticos: O IV Fórum Mundial das Águas realizado em 2005 na Cidade do México e a 24ª Reunião da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI), no âmbito da UNESCO, realizado na Cidade de Paris em junho de 2007.

No caso do Fórum Mundial das Águas, esta foi a primeira vez que o tema da integração foi amplamente discutido pelos representantes dos diversos países envolvidos, principalmente nas sessões temáticas previamente definidas como, por exemplo: 1) Fortalecimento de esquemas transversais para o manejo integrado de rios e costas, 2) Inter-relações entre a gestão de rios e de costas – progressos em ações locais, 3) Desenvolvimento de zonas costeiras e proteção de terras baixas e bacias hidrográficas. Além disso, este tema esteve presente em diversas publicações distribuídas pelas instituições participantes, com destaque para os Governos da Espanha e Portugal.

Já a Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) discutiu a sua nova estratégia em médio prazo (2008 – 2011), e entre os quatro principais eixos de atuação definidos destaca-se o quarto eixo: Procedimentos e políticas de gestão para a sustentabilidade do ambiente e dos recursos costeiros e oceânicos. É nesse contexto que a COI tem dado especial atenção à integração com outras atividades da própria UNESCO, como forma de reforçar as atividades interdisciplinares e intersetoriais com outros programas, assim como com outros setores. Uma ressalva é feita sobre a integração das questões relativas à gestão de bacias hidrográficas nos programas de gerenciamento costeiro. Esta integração é baseada na colaboração estabelecida entre o Programa Integrado de Manejo Costeiro (ICAM) e o Programa Hidrológico Internacional (PHI) da UNESCO, que permite elaborar e executar projetos piloto para demonstrar práticas sustentáveis em zonas costeiras com respeito às águas superficiais e subterrâneas, mediante a elaboração de planos e procedimentos de gestão em zonas de interação entre águas doces e águas marinhas.

No Brasil a perspectiva ecossistêmica para gestão integrada do contínuo fluvial-marinho encontra

grandes desafios, considerando a extensão de 8.698 km de costa (4°30' N a 33°44' S), onde ocorre um diversificado mosaico de ecossistemas costeiros com considerável diversidade socioeconômica e cultural. Dentre as doze macro-regiões hidrográficas do país, nove são exorréicas desaguardo no mar. Embora relativamente bem servido por sistemas fluviais o país apresenta diversos problemas relacionados aos recursos hídricos, como os impactos ambientais de grandes empreendimentos para geração de energia hidrelétrica, que constitui a base da matriz energética nacional, e o intenso processo de urbanização com dezesseis regiões metropolitanas (i.e., Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Fortaleza e Belém) localizadas na zona costeira, abrangendo uma população de mais de 35 milhões de habitantes.

2. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

A Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH foi estabelecida em 1997 através da Lei nº. 9.433. A PNRH tem como um dos pressupostos principais a bacia hidrográfica como unidade territorial para o desenvolvimento do planejamento de recursos hídricos. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH é a instância superior para articular a integração das políticas públicas em relação aos recursos hídricos. Para viabilizar a gestão dos recursos hídricos no Brasil, o CNRH adotou um sistema de classificação de bacias em subdivisões em regiões hidrográficas baseado no método Otto Pfafstetter ou ottobacias (Fig. 1) (Verdin & Verdin, 1999; Galvão & Meneses, 2005). As regiões hidrográficas, níveis hierárquicos 2 (Fig. 1b) e 3 (Fig. 1c) abrangem as unidades hidrográficas que possibilitam a gestão de bacias hidrográficas de grandes dimensões. Já o nível 4 (Fig. 1c) possibilita a subdivisão destas bacias e o agrupamento de bacias contíguas de pequeno porte.

Destaca-se como principal instrumento facilitador do processo de gestão dos recursos hídricos, a figura dos comitês gestores de bacias hidrográficas. Embora uma das principais diretrizes da PNRH seja “a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras” a Resolução CNRH nº. 17 de 2001, que estabelece diretrizes gerais para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas, não contempla as inter-relações

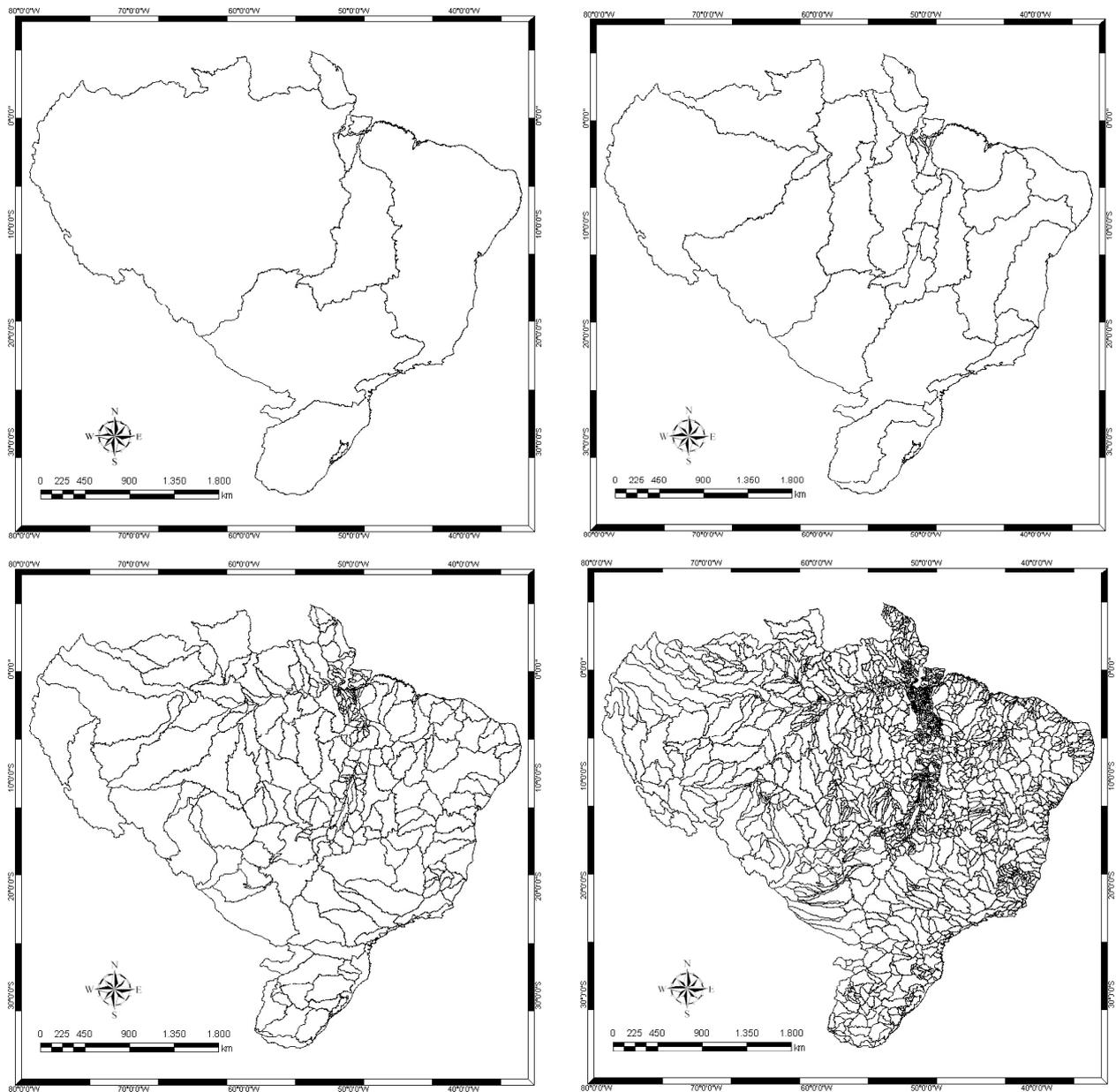


Figura 1: Codificação de bacias hidrográficas conforme o método Otto Pfafstetter (Agência Nacional de Águas – ANA). a) ottobacias de nível 1; b) ottobacias de nível 2; c) ottobacias de nível 3; d) ottobacias de nível 4.

Figure 1: Codification of river basin according to the Otto Pfafstetter method (Agência Nacional de Águas – ANA). a) ottobasins of level 1; b) ottobasins of level 2; c) ottobasins of level 3; d) ottobasins of level 4.

com a zona costeira e os sistemas estuarinos. Visando atender a demanda de um referencial técnico que possibilite operacionalizar a gestão integrada do contínuo fluvial-marinho foi criada em 2005, pela Resolução nº. 51 do CNRH, a Câmara Técnica de Integração da Gestão das Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zona Costeira – CTCOST.

3. GESTÃO DA ZONA COSTEIRA NO BRASIL

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC foi instituído pela Lei nº. 7.661 em 1998 e regulamentado em 2004 por meio do Decreto nº. 5.300. O PNGC é coordenado pelo Ministério do

Meio Ambiente (MMA) e tem como um dos objetivos principais o ordenamento dos usos na zona costeira visando a conservação e proteção dos recursos costeiros e marinhos. O processo de gestão da zona costeira é desenvolvido de forma integrada, descentralizada e participativa, sendo que a responsabilidade de formulação e implementação dos planos regionais e locais de gerenciamento costeiro é atribuída aos estados e municípios costeiros. Apesar do Plano de Ação Federal da Zona Costeira – PAF (Resolução CIRM¹ n.º. de 2005) prever o planejamento de ações estratégicas para a integração de políticas públicas incidentes na Zona Costeira e do PNGC apresentar como diretriz a integração da gestão dos ambientes terrestres e marinhos, ambos Planos não apresentam critérios para gestão integrada.

A delimitação da zona costeira no Brasil baseia-se em critérios políticos e administrativos. A porção terrestre é delimitada pelos limites políticos dos municípios litorâneos e contíguos conforme os Planos Estaduais de Gerenciamento Costeiro, enquanto a porção marinha é delimitada pela extensão do Mar Territorial (12 mn ou 22,2 km da linha de base).

4. PREMISSAS PARA GESTÃO INTEGRADA

A evolução dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos para o gerenciamento integrado de bacias hidrográficas transcende os aspectos hidrológicos, demográficos, sociais e econômicos e abrange considerações sobre a conservação de habitats e espécies fluviais e ecossistemas adjacentes (Massoud et al., 2004). O novo paradigma tem como abordagem o gerenciamento coordenado de múltiplos recursos e setores visando o desenvolvimento sustentado regional ao minimizar os potenciais efeitos adversos sobre as dimensões social, econômica e ecológica (Nakamura, 2003).

A zona costeira constitui parte essencial de bacias exorréicas e sua sustentabilidade depende, em parte, das abordagens de gestão adotadas no âmbito das bacias. Nesse contexto, a contínua provisão de bens e serviços ambientais proporcionados pela zona costeira e a saúde dos subsistemas costeiros demanda a adoção de estratégias integradoras em termos

espacial (e.g., contínuo flúvio-marinho), temporal (i.e., curto, médio e longo prazos), intersetorial (e.g., integração horizontal de atividades humanas que apresentem influência direta e/ou indireta na zona costeira, como urbanização, industrialização, mineração, portuária, agrícola, recreacional, conservação da natureza, etc.), política e institucional (i.e., integração vertical entre os governos municipais, estaduais, federais e até internacional, no caso de bacias e zonas costeiras transfronteiriças) e interdisciplinar (i.e., integração entre ciências naturais e sociais). Segundo Trumbic & Coccossis (2000), o novo paradigma de gestão integrada de bacias hidrográficas e zona costeira, substituindo a perspectiva tradicional de gestão de unidades separadas, apresenta vantagens em diferentes escalas (Tabela 1).

Como premissa básica para gestão integrada de bacias hidrográficas e zona costeira é imprescindível reconhecer os componentes do gradiente flúvio-marinho. De acordo com Ray & Hayden (1992), o gradiente flúvio-marinho pode ser compreendido na forma de ecótonos costeiros, que consistem em transições entre ecossistemas adjacentes com características definidas em escalas espaciais e temporais e pela intensidade das interações entre os sistemas ecológicos adjacentes (Figura 2). As transições ocorrem entre os componentes terrestres (i.e., terras altas, planície costeira e planície de maré) e marinhos (i.e., domínios costeiro, intermediário e externo), através de fluxos hidrológicos de águas doces e salinas, sedimentos em suspensão, substâncias dissolvidas e espécies biológicas. Os fluxos são regulados por processos meteorológicos (e.g., pluviosidade e ventos) e oceanográficos (i.e., correntes longitudinais e correntes de marés), além de aspectos relacionados à topografia terrestre e marinha. As subdivisões estruturais da porção terrestre do gradiente podem ser tipificadas em sistemas simples ou complexos. Nos sistemas simples, a drenagem superficial ocorre apenas na planície de maré contribuindo para as águas imediatamente adjacentes. Os sistemas complexos apresentam uma grande área de drenagem que inclui os compartimentos de terras

1 - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

Tabela 1: Vantagens da gestão integrada de bacias hidrográficas e zona costeira em diferentes escalas espaciais (Trumbic e Coccossis, 2000).

Table 1: Advantages of integrated management of river basins and coastal zones at different spatial scales (Trumbic e Coccossis, 2000).

| Escala de Integração | Interações |
|----------------------|---|
| Local | <ul style="list-style-type: none"> • Controle de processos chave como fluxos de água e sedimentos; • Gerenciamento de temas críticos; • Controle de poluentes e resíduos; • Garantia da quantidade e a qualidade da água que chega a jusante é adequada para a carga de sedimento e conservação de habitats; • Proteção de áreas de alto valor ecológico de mútuo interesse como as áreas alagáveis/inundáveis (deltas fluviais, estuários e manguezais); • Localização de projetos e estruturas. |
| Nacional | <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de mecanismo para metas e tomada de decisão coordenado com todos os atores sociais; • Integração de aspectos socioeconômicos com aspectos naturais e ambientais; • Identificação e avaliação de pressões antrópicas; • Integração de temas entre bacias hidrográficas e zona costeira. |
| Internacional | <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de esquemas de monitoramento; • Estabelecimento de esquemas de gerenciamento de grandes ecossistemas. |

altas e de planícies costeira e de maré, contribuindo com fluxos hidrológicos que influenciam os domínios intermediário e externo. Os sistemas compostos referem-se aos sistemas de drenagem contíguos, com uma ou mais bacias costeiras que, em conjunto, contribuem com a influência no ambiente marinho. No caso dos sistemas de drenagem simples, os fluxos hidrológicos podem ficar retidos no volume adjacente à face praial, caracterizando uma faixa aquática estreita onde ocorre a remobilização de sedimentos formadores da praia. Já nos sistemas complexos, o fluxo, geralmente de maior magnitude, é caracterizado pelo volume externo (i.e., offshore) de retenção que transpôs os domínios marinhos costeiros e intermediários, alcançando os domínios externos. A influência dos fluxos de maior magnitude está associada a diferentes massas d'água, frentes oceânicas, giros e morfologia da plataforma continental.

O ambiente estuarino consiste na principal

conexão do gradiente flúvio-marinho, sendo o sistema mais representativo para adoção de ações integradas de gerenciamento de bacias e zona costeira. É no estuário que os efeitos da erosão do solo da bacia e despejo na rede fluvial de efluentes ricos em matéria orgânica, nutrientes e poluentes contaminantes poderão apresentar impactos cumulativos (Kennish, 2002). Considerando que o estuário consiste em uma unidade de gerenciamento onde incidirão medidas legislativas e de controle administrativo, torna-se necessário definir o conceito de modo cientificamente válido e de fácil entendimento e aplicabilidade (Elliot & McLusky, 2002). Kjerfve (1989 in Alongi, 1998).

Um sistema estuarino é uma indentação costeira com conexão restrita com o oceano, sendo permanentemente aberta ou intermitente. Os sistemas estuarinos podem ser subdivididos em três regiões: a) a zona fluvial de maré; a zona fluvial com ausência de salinidade marinha, porém sujeita à subida e descida do nível do mar; b) a zona de mistura (o estuário propriamente

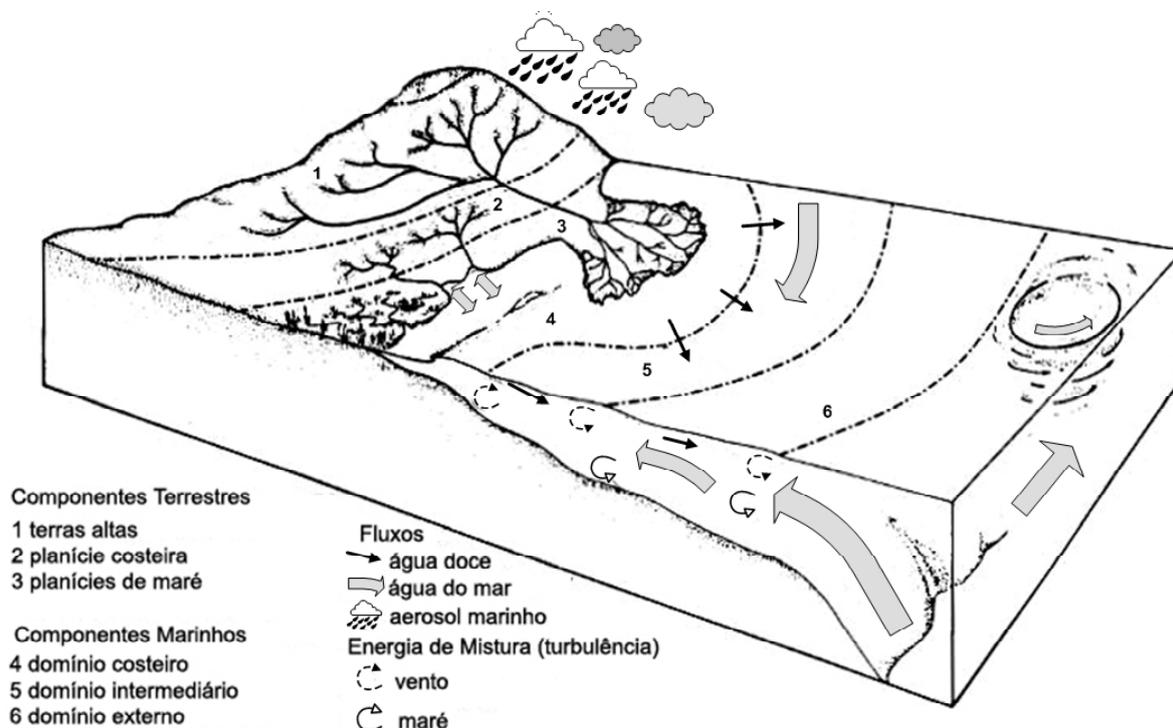


Figura 2: Ecótonos costeiros do contínuo flúvio-marinho (Ray & Hayden, 1992).

Figure 2: Coastal ecotones in the fluvial-marine continuum (Ray & Hayden, 1992).

dito); caracterizada pela mistura da massa d'água e por fortes gradientes de propriedades físicas, químicas e biológicas abrangendo desde a zona fluvial de maré até a foz fluvial no mar; e c) a zona de turbidez costeira no mar aberto entre a zona de mistura e o limite oceânico da pluma fluvial durante o auge da maré baixa.

A definição acima muito embora enfatize os aspectos da variação de maré e água salobra pode não ser representativa de sistemas que não estão sujeitos a variações de marés, como por exemplo, algumas lagoas costeiras intermitentes. O conceito de 'águas transitórias' adotado em Water Framework Directive of the European Communities, cujo um dos principais objetivos é proporcionar o gerenciamento das bacias hidrográficas através dos rios e estuários até as costas, abrange tanto sistemas lóticos quanto lênticos localizados nas adjacências da foz do rio e que apresentem salinidade parcial resultante das proximidades das águas costeiras, mas que sejam substancialmente diluídos por fluxos de água doce (McLousky & Elliot, 2007). As dificuldades

relacionadas à definição de um estuário típico e à distinção da variabilidade natural dos sistemas estuarinos, em termos espaciais e temporais, quanto às alterações resultantes das atividades humanas demandam conhecimento específico da dinâmica estuarina.

Um dos principais desafios para gestão integrada é delimitar a parte do contínuo flúvio-marinho representado pelo sistema estuarino, indicando os limites à montante e à jusante do estuário. O deságue da bacia na porção marinha da zona costeira geralmente ocorre através da pluma estuarina que, por sua vez, pode ser influenciada pelas condições oceanometeorológicas (e.g., condições de marés, correntes longitudinais e ventos), além de fatores sazonais como o regime de vazão fluvial. Assim, a complexidade da dinâmica estuarina tanto nas seções superior quanto inferior do sistema estuarino dificulta a delimitação espacial da área de conectividade entre bacias hidrográficas e a zona costeira adjacente. A área de influência do deságue fluvial na zona costeira,

geralmente, varia conforme o tamanho da bacia, de modo que bacias de grandes dimensões podem influenciar uma extensa área das águas costeiras adjacentes, enquanto certos setores da costa podem não ser influenciados pelos aportes fluviais de bacias hidrográficas de pequeno porte e com baixa vazão fluvial (Coccosis, 2004). Certos trechos da costa não apresentam rede fluvial, sendo que o escoamento pluvial ocorre por meio do escoamento superficial difuso, os quais devem ser incorporados na gestão integrada, uma vez que a conectividade com o ambiente marinho pode ocorrer por meio de trocas de águas subterrâneas, emissários de efluentes submarinos, além de diversas outras atividades econômicas, como aquicultura e pesca, portuária, mineração e produção e transporte offshore de petróleo e derivados.

Cabe ressaltar que a gestão integrada também deve levar em consideração a água subterrânea, uma vez que em algumas bacias hidrográficas com disponibilidade hídrica restrita, a água subterrânea vem sendo utilizada para o abastecimento doméstico e industrial e, principalmente, para irrigação de cultivos agrícolas. De um modo geral, a contínua e intensa extração de água subterrânea não é suprida pelos fluxos de infiltração profunda, representando assim, um risco para sustentabilidade deste recurso hídrico. Somam-se a este fato os riscos de subsidência do terreno e de contaminação pela infiltração de poluentes oriundos de diversas atividades antrópicas. Considerando que as bacias subterrâneas extrapolam os limites das bacias superficiais e que os estudos sobre as trocas de água subterrânea com o ambiente marinho são incipientes e metodologicamente complexos (UNESCO, 2004) seria recomendável que a gestão integrada seja feita em bacias contíguas.

A adoção de bacias contíguas para gestão integrada possibilita a incorporação da zona costeira adjacente sob influência indireta da descarga fluvial, bem como das bacias de captação de escoamento pluvial difuso ou dos trechos costeiros que influenciam o ambiente marinho por meio de emissários submarinos. Acrescenta-se ainda, a incorporação de potenciais trocas de águas subterrâneas entre o continente e ilhas costeiras/oceânicas com as águas costeiras. As unidades hidrográficas, subsistemas de regiões hidrográficas que abrangem bacias contíguas,

conforme o sistema de codificação adotado pelo CNRH do Brasil, podem consistir em uma solução para abranger a porção costeira adjacente à área deságue das bacias hidrográficas (Fig. 1c).

Outro aspecto a ser destacado refere-se à conservação da natureza por ser um tema transversal para gestão integrada de bacias hidrográficas e zona costeira. O efetivo planejamento de unidades de conservação depende, em parte, da conectividade de uma rede de unidades de conservação que abranja unidades terrestres e marinhas de modo a assegurar a dinâmica natural do balanço dos fluxos hidrológicos e de espécies biológicas. As interações são analisadas quanto à conectividade das unidades de conservação quanto às fontes e sumidouros de materiais e espécies que influenciam a eficiência das unidades de conservação. Os sistemas estuarinos por possibilitarem a função de “berçário” para diversas espécies, particularmente as diádromas, apresentam grande potencial de contribuição para a eficácia de redes de conservação terrestre-marinho, favorecendo assim, a biodiversidade regional (Stoms et al., 2005).

5. ESTRATÉGIA POLÍTICO INSTITUCIONAL PARA A INTEGRAÇÃO - A EXPERIÊNCIA DA CTCOST

Em termos de Brasil, as discussões sobre integração entre a gestão de Recursos Hídricos e de Zonas Costeiras tiveram seu marco inicial em 2001, quando da criação da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo rebatimento também nos Fóruns Nacionais de Comitês de Bacia realizados nos anos subsequentes.

Entre os anos de 2001 e 2005 este assunto maturou entre os principais fóruns de discussão do Brasil, principalmente no Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas, realizado na cidade de Gramado, RS, em 2004, quando a plenária do evento aprovou a moção solicitando a criação de uma Câmara Técnica no âmbito do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Neste período, a ANA promoveu diversas oficinas para discutir questões como outorga em águas salobras e demais temas relacionados.

Em 2005, o Ministério do Meio Ambiente realizou o 1º Encontro Nacional Temático Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas e da Zona Costeira, com a participação de gestores e demais atores sociais, com

o intuito de subsidiar o desenvolvimento de uma metodologia que possibilitasse a gestão integrada. Foram tratadas questões referentes aos instrumentos de gestão de recursos hídricos (Plano de Bacias, Enquadramento, Outorga) e de gestão costeira (Zoneamento Ecológico Econômico e Projeto Orla, Licenciamento Ambiental), além do Sistema Nacional de Informação.

Os resultados deste evento subsidiaram os trabalhos da Câmara Técnica de Integração da Gestão das Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zona Costeira – CTCOST, a qual foi instituída em junho de 2005, por meio da Resolução nº. 51 do CNRH. A CTCOST é constituída por representantes do Governo Federal (Agência Nacional de Águas, Ministério de Ciência e Tecnologia, Ministério da Integração Nacional, Ministério do Meio Ambiente, Ministério das Minas e Energia, Ministério dos Transportes, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República), Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos dos Estados, Usuários de Recursos Hídricos (Setor Hidroviário/Portuário e indústrias) e Organizações Cívicas de Recursos Hídricos (Comitês, Consórcios e Associações Intermunicipais de Bacias Hidrográficas, Organizações Não-Governamentais e Organizações Técnicas e de Ensino e Pesquisa). Os objetivos da CTCOST são:

- Integrar instrumentos e propor indicadores comuns para Gestão de Recursos Hídricos e Gerenciamento Costeiro
- Analisar e propor ações para minimizar/solucionar conflitos de uso dos Recursos Hídricos na ZC e Estuários
- Promover intercâmbio técnico e institucional entre diferentes gestores

6. METODOLOGIA PARA A GESTÃO INTEGRADA

Em outubro de 2007, a CTCOST definiu a aprovação da versão final da Proposta de Resolução do CNRH para estabelecer diretrizes adicionais a serem incluídas nos planos de recursos hídricos das bacias costeiras, a ser aprovada pelo CNRH. A Proposta de Resolução apresenta os diversos antecedentes e base legal pertinente à gestão integrada, bem como as definições dos conceitos relacionados e os tópicos necessários para compor um diagnóstico

que integrará o Plano de Recursos Hídricos de uma bacia costeira. Na Proposta de Resolução foram consideradas três potenciais zonas de interação: a Zona de Influência – ZI, a Zona Dinâmica - ZD e a Zona Crítica - ZCR (Tabela 2). Os conceitos e finalidades das zonas de interseção foram adaptados, a partir das diretrizes apresentadas no Plano de Ação para o Mediterrâneo do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (Coccosis et al., 1999).

A principal zona para gestão integrada é o sistema estuarino representado pela ZCR, onde ocorrem as principais interações dos processos naturais e atividades humanas na interface das bacias hidrográficas e suas zonas costeiras. Na ZCR será implementado o ordenamento dos usos dos recursos estuarinos, além de identificados e analisados os principais conflitos de usos dos recursos naturais na bacia e zona costeira que possam comprometer a integridade do ecossistema estuarino e do ambiente marinho adjacente, bem como seus potenciais de geração de bens e serviços ambientais. A ZCR é envolta pela ZD que compõe a transição entre os sistemas terrestres marinhos adjacentes que possam influenciar a integridade e usos dos recursos da ZCR. A ZI abrange toda a área de potencial interação entre a totalidade da bacia de drenagem e o Mar Territorial, delimitado pela distância de 12mn da linha de base, incorporando toda a porção marinha da zona costeira, conforme determinado no PNGC. A Figura 3 apresenta um exemplo de delimitação das Zonas Crítica e Dinâmica no âmbito da bacia hidrográfica (área de drenagem de 200 km² e vazão média 6,7 m³/s) e zona costeira marinha do rio Jacaraípe (Serra, ES) (Barroso, 2008).

Os principais itens necessários para a composição do diagnóstico que integrará o Plano de Recursos Hídricos são apresentados na Tabela 3.

Cabe ressaltar que a presente Proposta não visa invalidar a autonomia dos gestores de recursos hídricos e dos recursos costeiros, apesar da sobreposição espacial entre as zonas de interseção. A bacia hidrográfica e a zona costeira devem continuar a ser gerenciadas individualmente desde que as interações funcionais entre estas unidades apresentem pouca importância, de modo que os efeitos das intervenções de gerenciamento sejam limitados às áreas individuais (Coccosis et al., 1999).

Tabela 2: Definições e critérios para delimitação da área de integração da gestão de recursos hídricos e da zona costeira.

Table 2: Definitions and criteria for delimitation of the integration management area of water resources and coastal zone.

| Zona | Justificativa | Finalidade | Crítérios para Delimitação |
|--|---|---|---|
| Influência (ZI) | | | |
| Área composta pela(s) bacia(s) hidrográfica(s) pelo mar territorial, que tem influência direta ou indireta sobre as Zonas Crítica e Dinâmica | Abordagem ecossistêmica empregada nos processos de planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas e zona costeira. | Definição da área de abrangência da bacia hidrográfica e zona costeira, identificando a área de ação da gestão costeira e de recursos hídricos. | Bacia hidrográfica e ambiente marinho adjacente, representado pelo mar territorial. |
| Dinâmica (ZD) | | | |
| Área circunvizinha à Zona Crítica, composta pelos ecossistemas ripários, áreas úmidas, sistemas lagunares e segmentos terrestre e marinho da orla costeira adjacente, onde ocorre influência de processos naturais e de atividades humanas sobre as características e recursos estuarinos e costeiros. | Ambiente de transição entre sistemas terrestres e aquáticos. Conexão por fluxos hidrológicos (i.e., superficiais e/ou subterrâneos) contendo água e substâncias dissolvidas e particuladas. Funciona como uma zona de amortecimento dos impactos na zona crítica. | Gerenciamento de usos e recursos dada a possibilidade de influência de atividades humanas e processos naturais nos ecossistemas e recursos costeiros. | Áreas de Preservação Permanente fluvio-marinhas e áreas úmidas delimitadas nas áreas dos municípios que compõem a Zona Costeira. Critérios de delimitação da orla marítima, definidos pelo Decreto Nº 5.300/04. |
| Crítica (ZCR) | | | |
| Corpo d'água do sistema estuarino caracterizado pela ocorrência da mistura de água e sedimentos fluviais e marinhos. | Geralmente possui alto valor e vulnerabilidade ecológica e está sujeita a pressão antrópica. | Ordenamento dos usos dos recursos aquáticos com ênfase nos recursos estuarinos (conectividade entre o sistema fluvial e as águas costeiras adjacentes). | Gradiente de salinidade e pluma estuarina. |

Com o reconhecimento de uma zona comum de gerenciamento, a ZCR e a ZD, facilita-se a cooperação entre as duas equipes visando o planejamento e o gerenciamento regional do contínuo flúvio-marinho (Tabela 4). Talvez uma das maiores dificuldades para este objetivo seja romper a diferença cultural entre os gestores de recursos hídricos e costeiros, de modo a viabilizar uma perspectiva de gestão mais integrada

possível.

Deve-se ressaltar que estas zonas não dizem respeito a novas áreas de zoneamento ou de aplicação de novos instrumentos de gestão. Tratam-se apenas de zonas específicas para gestão integrada entre as duas políticas, sendo esta integração entendida no plano político, técnico e institucional.

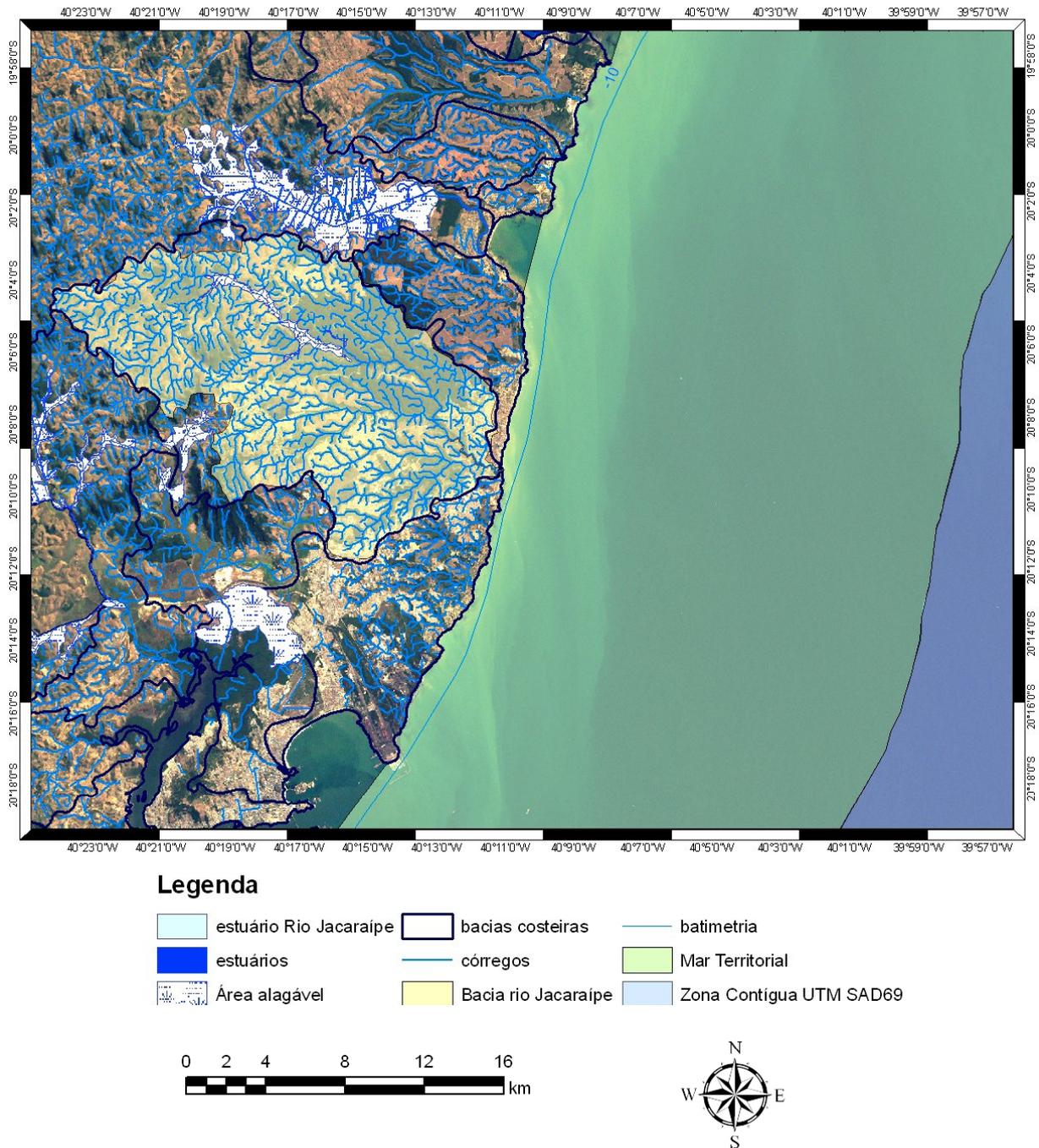


Figura 3: Delimitação das zonas de gestão para a bacia hidrográfica do rio Jacaraípe (Serra, ES) (Barroso, 2008). a) bacia hidrográfica do rio Jacaraípe.

Figure 3: Delimitation of management zone in the Jacaraípe river basin (Serra, ES) (Barroso, 2008). a) Jacaraípe river basin.

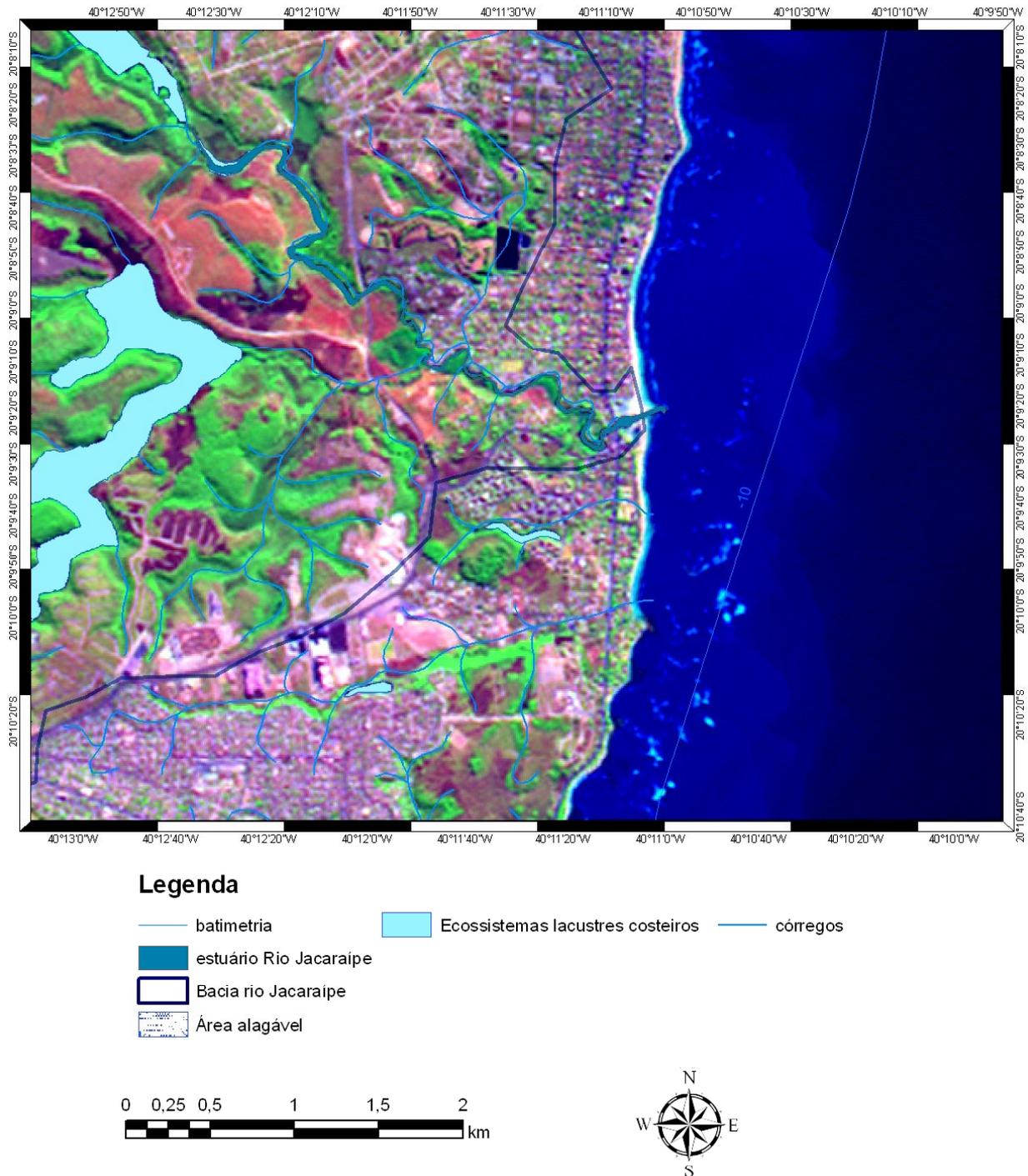


Figura 3: Delimitação das zonas de gestão para a bacia hidrográfica do rio Jacaraípe (Serra, ES) (Barroso, 2008). b) seção inferior da bacia.

Figure 3: Delimitation of management zone in the Jacaraípe river basin (Serra, ES) (Barroso, 2008). b) lower section of the river basin..

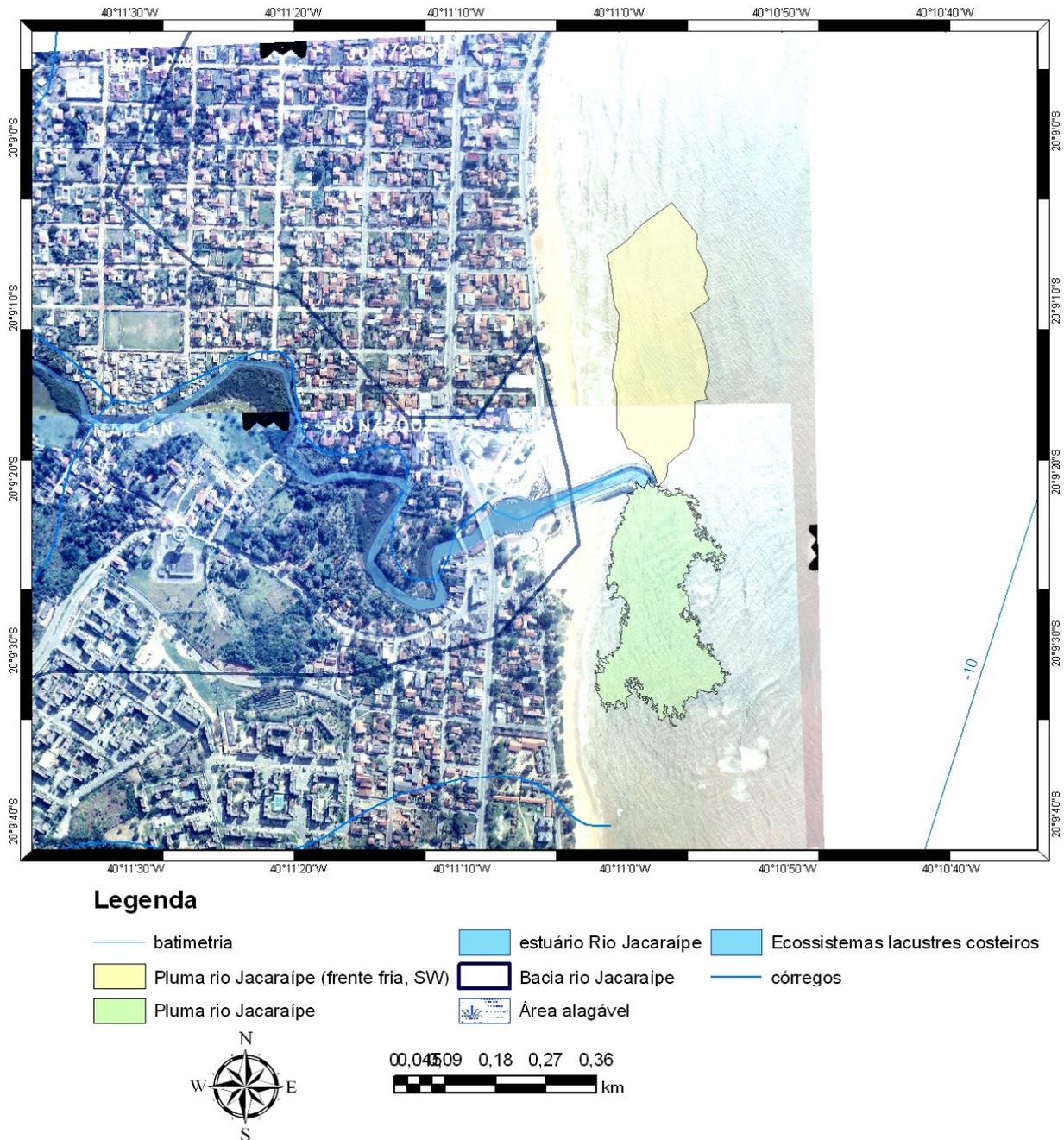


Figura 3: Delimitação das zonas de gestão para a bacia hidrográfica do rio Jacaraípe (Serra, ES) (Barroso, 2008). c) delimitação da pluma estuarina.

Figure 3: Delimitation of management zone in the Jacaraípe river basin (Serra, ES) (Barroso, 2008).c) delimitation of the estuarine plume.

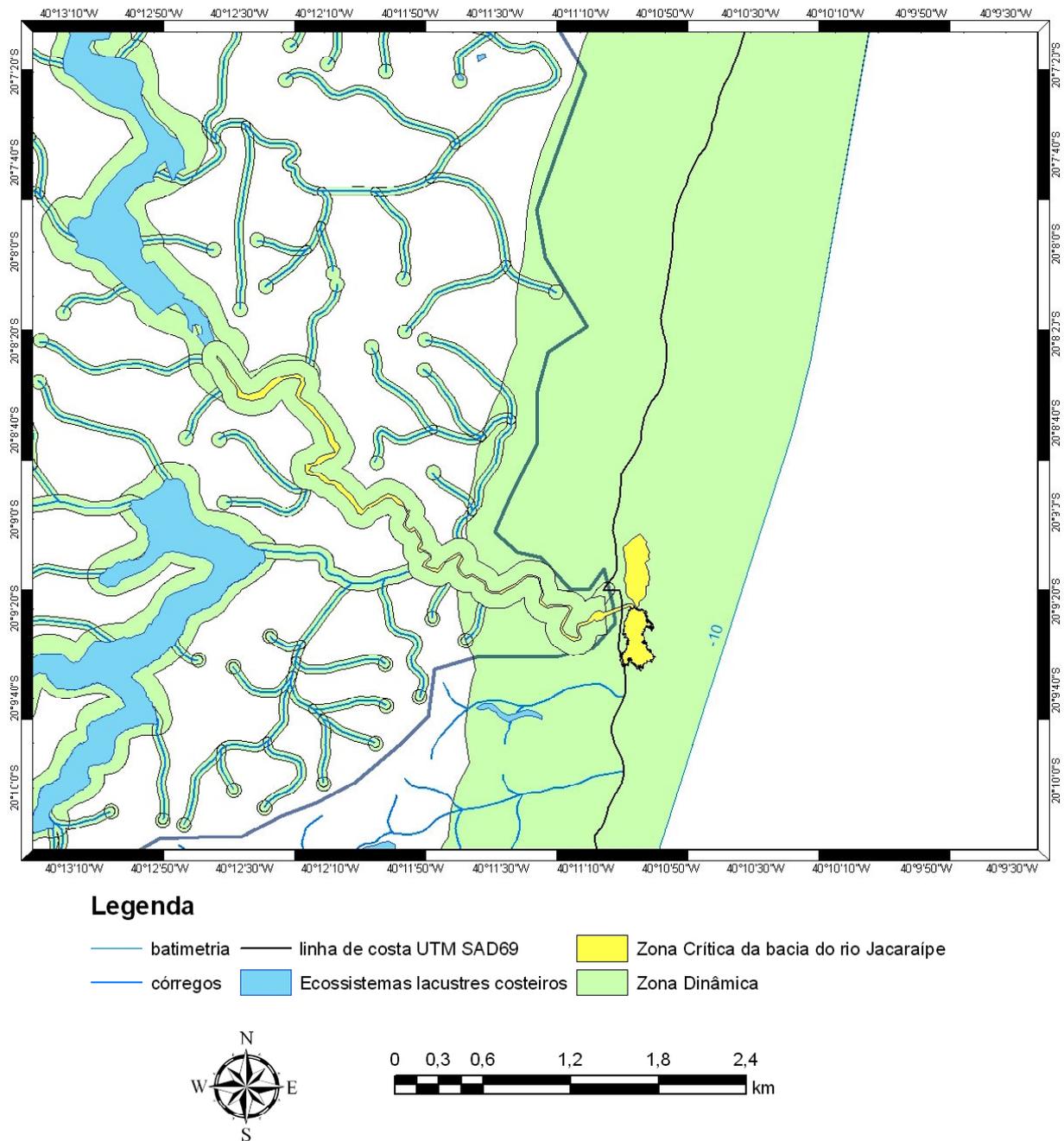


Figura 3: Delimitação das zonas de gestão para a bacia hidrográfica do rio Jacaraípe (Serra, ES) (Barroso, 2008). d) Zonas Crítica e Dinâmica.

Figure 3: Delimitation of management zone in the Jacaraípe river basin (Serra, ES) (Barroso, 2008). d) Critical and Dynamic Zones.

Tabela 3. Tópicos necessários para composição do diagnóstico que integrará o Plano de Recursos Hídricos (modificado da Proposta de Resolução da CTCOST).

Table 3. Topics required for the diagnosis that incorporate the Plan of Water Resources (modified from the Proposed Resolution - CTCOST).

-
- Inventário dos rios, aquíferos, lagoas, estuários, baías e praias, bem como dos seus diferentes usos situados na área de interação que trata o inciso I deste artigo, considerando os aspectos socioeconômicos, físicos, químicos, biológicos, geológicos, geomorfológicos, hidrodinâmicos e de balneabilidade;
 - Avaliação das potencialidades, vulnerabilidades e tendências predominantes nas áreas definidas no inciso I deste artigo;
 - Avaliação da influência de reservatórios na retenção de sedimentos e na alteração do regime hídrico e seus impactos sobre a zona costeira;
 - Levantamento do uso atual e das condições de utilização e de proteção das águas subterrâneas, identificando as regiões sujeitas à intrusão salina, nas zonas crítica e dinâmica de que trata o inciso I deste artigo;
 - Identificação das áreas prioritárias para conservação e das Unidades de Conservação já estabelecidas nas áreas definidas no inciso I deste artigo;
 - Identificação das ações e atividades que contribuem para processos de degradação e de poluição nas zonas crítica e dinâmica definidas no inciso I deste artigo;
 - Identificação dos arcabouços legais e institucionais das políticas de desenvolvimento urbano, rural e de uso e ocupação do solo;
 - Identificação dos planos de emergência, planos de gestão de incidentes ambientais, e outros instrumentos para prevenção e combate a acidentes ambientais fluviais, terrestres e costeiros.
-

Visando avaliar a percepção de gestores e demais atores sociais quanto aos conceitos e critérios para gestão integrada de bacias e zona costeira, a proposta de resolução foi encaminhada a todos os comitês de bacias costeiras e também às coordenações estaduais de gerenciamento costeiro, para que pudessem conhecer e opinar sobre a mesma, resultando em

diversas contribuições que foram incorporadas ao texto.

Além disso, foi ministrado um mini-curso para sessenta pessoas (tanto ligadas aos comitês de bacias costeiras quanto das coordenações estaduais do GERCO) durante o IX Encontro Nacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas, realizado em

Tabela 4: Informações necessárias para diagnóstico de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras
Table 4: Main Information for River basins and Coastal Zones diagnosis.

| Tópico | Temas |
|--|---|
| Fisiografia da unidade hidrográfica | Caracterização climática, geomorfologia, hidrografia e ecossistemas associados. |
| Ambiente socioeconômico da unidade hidrográfica: | Demografia, atividades econômicas, usos do solo, usos da água, estrutura institucional e administrativa e planos, programas e projetos. |
| Fisiografia da zona costeira adjacente | Caracterização oceanográfica, geomorfologia, ecossistemas associados. |
| Ambiente socioeconômico da zona costeira adjacente | Atividades econômicas, usos dos recursos marinhos e estrutura institucional e administrativa e planos, programas e projetos. |

outubro de 2007 em Foz do Iguaçu (Paraná, Brasil). Muito embora, de um modo geral, a aceitação da proposição tenha sido favorável foram levantados questionamentos sobre a adequação em relação a bacias de grande porte e grande vazão, como no caso da Região Amazônica, bem como de bacias de pequeno porte e pequena vazão, como no caso das bacias costeiras do estado de São Paulo. Estas considerações irão demandar adaptações para as condições locais, a fim de adequar a gestão integrada a estas especificidades.

7. CONFIGURAÇÃO COSTEIRA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA E POTENCIAL PARA GESTÃO INTEGRADA

As zonas costeiras representam um dos maiores desafios para a gestão ambiental do país, especialmente quando abordadas em conjunto e na perspectiva da escala da União. Além da grande extensão do litoral e das formações físico – bióticas extremamente diversificadas, convergem também para este espaço os principais vetores de pressão e fluxos de toda ordem, compondo um amplo e complexo mosaico de tipologias e padrões de ocupação humana,

de uso do solo e dos recursos naturais e de exploração econômica.

Nesse contexto, torna-se fundamental que a legislação pertinente ao ordenamento territorial e ambiental seja harmonizada para que possa atender as diversas realidades do país, nesse caso específico da zona costeira, a qual se estende por 514 mil km², dos quais cerca de 450 mil km² corresponde ao território dos 395 municípios distribuídos em 17 estados, área que aumenta consideravelmente se for considerada a porção marinha do território².

A tipologia para os sistemas costeiros brasileiros proposta por Ekau & Knoppers (1999), delimita a região Norte entre o Cabo Orange (Amapá) e o Rio Parnaíba (Piauí), entre as latitudes 4°N e 3°S. Este setor abrange uma extensão de 1.820 km de linha de costa com predominância de planícies lodosas associadas a extensos manguezais (10.700 km²), sujeitos a um regime de macromarés (>4 m). A plataforma continental varia entre 80 e 320 km de largura com a quebra da plataforma na isóbata de 100 m e área de 285 mil km², influenciada pela Corrente Norte do Brasil (CNB). Esta região é influenciada pelo fluxo hidrológico de 7,8 milhões de km² da bacia de drenagem, com descarga média de 200 mil m³/s.

2 - As áreas marinhas sob jurisdição nacional compreendem, além do Mar Territorial, a Zona Econômica Exclusiva, que se estende desde 12 até 200 milhas náuticas (370,4 km da costa), abrangendo uma extensão geográfica de cerca de 3,5 milhões de km², e a Plataforma Continental, definida de acordo com o art. 76 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Em maio de 2007 a Organização das Nações Unidas (ONU) aprovou o pleito brasileiro para incorporação de mais 712 mil km² de extensão da plataforma continental para além das 200 milhas náuticas.

Este fluxo continental contribui com consideráveis níveis de produtividade primária pelágica (0,3 a 4,0 gC/m²/dia) e produtividade pesqueira (94 mil t/ano) (Knoppers et al., 2002). A paisagem costeira é bastante diversificada, sendo composta por um mosaico de ecossistemas terrestres e aquáticos considerados como de extrema importância biológica para o Ministério do Meio Ambiente.

É nessa região que deságua o rio Amazonas, a maior bacia hidrográfica do mundo em área (6,5 milhões km²) e vazão média de 134 mil m³/s (73% do total nacional) (ANA, 2007), contribuindo com 16% do total de água doce que flui para os oceanos. A porção brasileira da bacia do rio Amazonas é delimitada pela Região Hidrográfica Amazônica (RHA) que drena 4.4 milhões km² (Figura 4). A RHA possui 994,5 km de extensão de linha de costa e 23,2 mil km² de águas costeiras dentro do Mar Territorial (12 milhas náuticas) (Figura 4).

A influência do fluxo fluvial no oceano pode chegar entre 147 (Santos et al., 2008) e 500 km (Lentz, 1995) da foz, sendo configurado pela pluma estuarina do rio Amazonas que pode se estender até o Mar do Caribe (Hellweger & Gordon, 2002; Chérubin & Richardson, 2007). Embora a direção da pluma seja noroeste, a posição relativa é influenciada pela magnitude e sazonalidade das variáveis de força como descarga fluvial, CNB, ventos alísios, regime de macromarés semidiurnas e transporte de sedimentos em suspensão (Geyer et al., 1996).

Estes fatores configuram diversos processos costeiros e oceânicos como a caracterização das massas d'água do contínuo flúvio-marinho (Lentz, 1995; Geyer et al., 1996; Smith Jr. & Demaster, 1996; DeMaster et al., 2001; Nittrouer & DeMaster, 2005; Santos et al., 2008). A foz fluvial apresenta massa d'água eutrófica, porém pouco produtiva, turva e verticalmente homogênea. A massa intermediária está associada à zona frontal da pluma, sendo caracterizada por até 10 m de espessura, eutrófica (9,5 e 6,9 µmol/L de NO₃⁻ e PO₄³⁻, respectivamente), turbidez intermediária, verticalmente estratificada e rica em fitoplâncton (9,8 mg de clorofila a/m³). As águas oligotróficas oceânicas apresentam elevada transparência (35 m) e baixas concentrações de nutrientes (1,5 e 0,18 µmol/L de NO₃⁻ e PO₄³⁻, respectivamente) e de biomassa fitoplanctônica (0,1 mg de clorofila a/m³) (Smith Jr. & DeMaster, 1996;

Santos et al., 2008). Esta configuração está associada a variações temporais de processos oceânicos na plataforma continental Amazônica. A Tabela 5 apresenta as escalas temporais e seus efeitos sobre os processos oceanográficos na plataforma continental Amazônica.

A hidrografia do curso inferior do rio Amazonas (Figura 5), a partir da estação fluviométrica de Óbidos (PA), aproximadamente 850km da foz, apresenta as fases de enchente (janeiro a março), cheia (abril a junho), vazante (julho a setembro) e seca (outubro a dezembro) com valores médios de vazão de 156,7 mil, 226,7 mil, 184,2 mil e 103,9 mil m³/s, respectivamente. Esta sazonalidade confere a variabilidade intra-anual da pluma fluvial. Segundo Lentz (1995), na foz do Amazonas ocorrem duas principais variações sazonais. Nos períodos de vazante e seca (julho a dezembro) a pluma fluvial se estende por 200 a 300 km na direção leste. No período de cheia (março a maio), a pluma se expande para 400 a 500km de largura como consequência das descargas máximas (média de 226,7 mil m³/s no mês de maio) e ventos do quadrante sudeste.

Variações interanuais no padrão hidrológico são associadas aos eventos de El Niño, que nos anos 1926, 1983 e 1998 causaram severas secas ao longo da bacia Amazônica (Soares et al., 2006). Entretanto, a seca de 2005 que afetou o sudeste da bacia foi considerada a mais intensa nos últimos 100 anos (Marengo et al., 2008). Diferentemente das secas provocadas pelo El Niño, as causas da seca de 2005 estiveram associadas à anomalia no aquecimento (~1,5°C) da porção tropical do Atlântico Norte, à redução do transporte durante o verão da umidade pelos ventos alísios para o sudeste da Amazônia e pelo enfraquecimento do desenvolvimento da célula de convecção e, consequentemente, na redução da pluviosidade (Marengo et al., 2008). Em novembro de 2005, as vazões mínima e média do rio Amazonas registradas em Óbidos (PA) foram reduzidas para 75,7 e 87,9 mil m³/s, respectivamente. A vazão média de novembro de 2005 foi 15% menor do que a média histórica para o mesmo mês. Este cenário de baixa pluviosidade e reduzidas vazões implicam numa menor extensão da pluma fluvial. Os efeitos sobre a economia regional se manifestaram sob significativos impactos para segurança alimentar de dezenas de milhares de

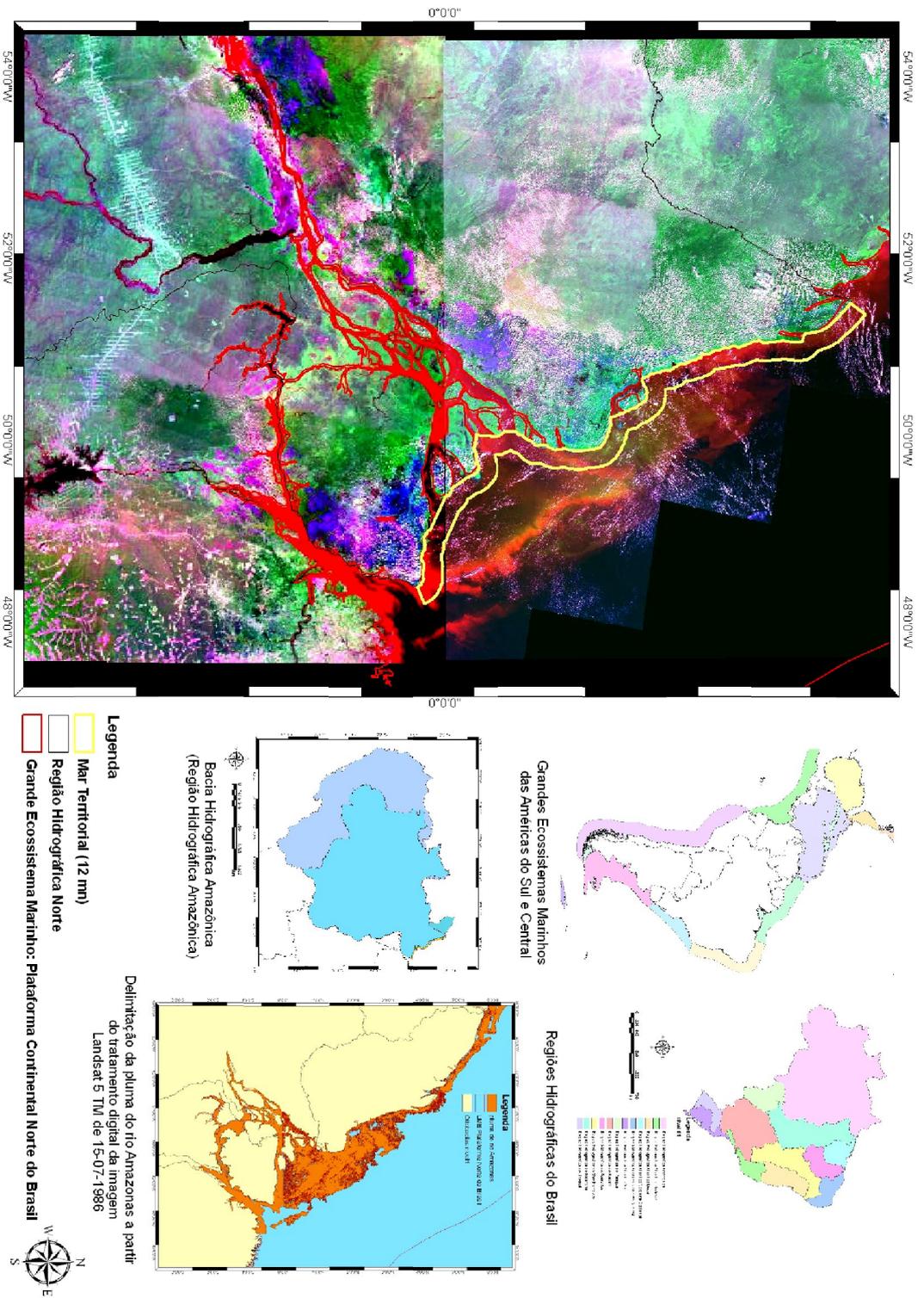


Figura 4: Zona costeira da Região Hidrográfica Amazônica e grande ecossistema marinho da plataforma continental norte do Brasil. Na composição do satélite Landsat TM (15-07-1986) nota-se a pluma fluvial do rio Amazonas delimitada pelo tratamento digital da imagem (classificação supervisionada. Leica Image Analysis for ArcGIS 9.2).

Figure 4: Coastal zone of the Amazon Hydrographic Region and the Large marine Ecosystem of the North Brazilian Shelf. In the composition of the Landsat 5 TM (07-15-1986) note the fluvial the Amazon river plume delimited with image digital treatment (supervised classification using Leica Image Analysis for ArcGIS 9.2).

peças, impedimentos para navegação, restrições para irrigação e geração de energia hidrelétrica. Com a seca, incêndios florestais se intensificaram, gerando problemas de saúde pública devido ao excesso de fumaça causando, inclusive, o fechamento de escolas e aeroportos. Devido à seca, diversos municípios declararam 'estado de calamidade pública'.

O regime de macromarés semidiurnas influencia o padrão da pluma fluvial devido à expressiva intensidade das correntes, alcançando 200 cm/s na sizígia e 80 cm/s na quadratura, com fluxo predominante transversal à plataforma (Geyer et al., 1996; Nikiema et al., 2007). As intensas correntezas são responsáveis pela resuspensão do sedimento. Ondas de marés são relativamente comuns na foz dos sistemas fluviais da RHA, inclusive com a ocorrência de pororocas (i.e., tidal bores). Entretanto, em função da descarga fluvial e da topografia rasa da foz não há intrusão salina na foz do rio Amazonas (Lentz, 1995; Geyer et al., 1996; DeMaster et al., 2001; Nittrouer & DeMaster, 2005; Nikiema et al., 2007).

O regime de ventos exerce importante influência sobre o padrão de dispersão da pluma, que devido a

pouca espessura (i.e., máximo de 10m), está sujeita às fortes correntezas associadas ao vento predominante. Os ventos com componente sudeste promovem a retenção do deságue fluvial, favorecendo o aumento da extensão da pluma na direção leste. Já os ventos com componente nordeste favorecem o deslocamento da pluma em direção à Guiana Francesa (Lentz, 1995; Geyer et al., 1996; Nittrouer & DeMaster, 2005; Nikiema et al., 2007).

A CNB é formada pela bifurcação da corrente sul equatorial. O deslocamento ao longo da costa norte e parte adjacente da costa nordeste ocorre no sentido noroeste transportando 36 milhões de m³/s (i.e., 36 Sv) com uma largura de 300 km próximo ao paralelo 44°W e velocidades entre 40 e 80 m/s. A reflexão da CNB na plataforma da Guiana Francesa forma redemoinhos (i.e., eddies) anticiclônicos com deslocamento para leste, conhecidos por anéis da CNB (Lentz, 1995; Geyer et al., 1996; Nikiema et al., 2007). Esta reflexão é responsável pelo transporte de até 70% do volume de deságue do rio Amazonas para leste, no período de agosto a dezembro. O volume remanescente, 30%, flui no sentido noroeste em

Tabela 5: Escalas temporais dos fatores indutores de processos oceanográficos na plataforma continental Amazônica (baseado em Nittrouer e DeMaster, 2005).

Table 5: Temporal scales of drivers of oceanographic processes within the Amazonian continental shelf (based in Nittrouer e DeMaster, 2005).

| Escala Temporal | Fator | Processos oceanográficos na plataforma |
|-----------------|--------------------------------|---|
| Dias/semanas | Variação da maré | <ul style="list-style-type: none"> • Localização e estratificação da zona frontal da pluma fluvial • Deposição de sedimentos no leito marinho • Liberação de substâncias químicas da água intersticial • Extensão da lama fluída • Estratos sedimentares |
| Semanas/meses | Variações do regime de ventos | <ul style="list-style-type: none"> • Tamanho, velocidade e tempo de residência da pluma • Produtividade primária • Absorção de nutrientes |
| Meses | Descarga fluvial, ventos e CNB | <ul style="list-style-type: none"> • Remobilização de sedimentos superficiais do leito marinho • Taxas de remineralização no leito marinho e fluxos de O₂ e CO₂ • Suprimento de nutrientes de origem fluvial • Distribuição de clorofila a e zooplâncton • Dispersão transversal de sedimentos na plataforma |

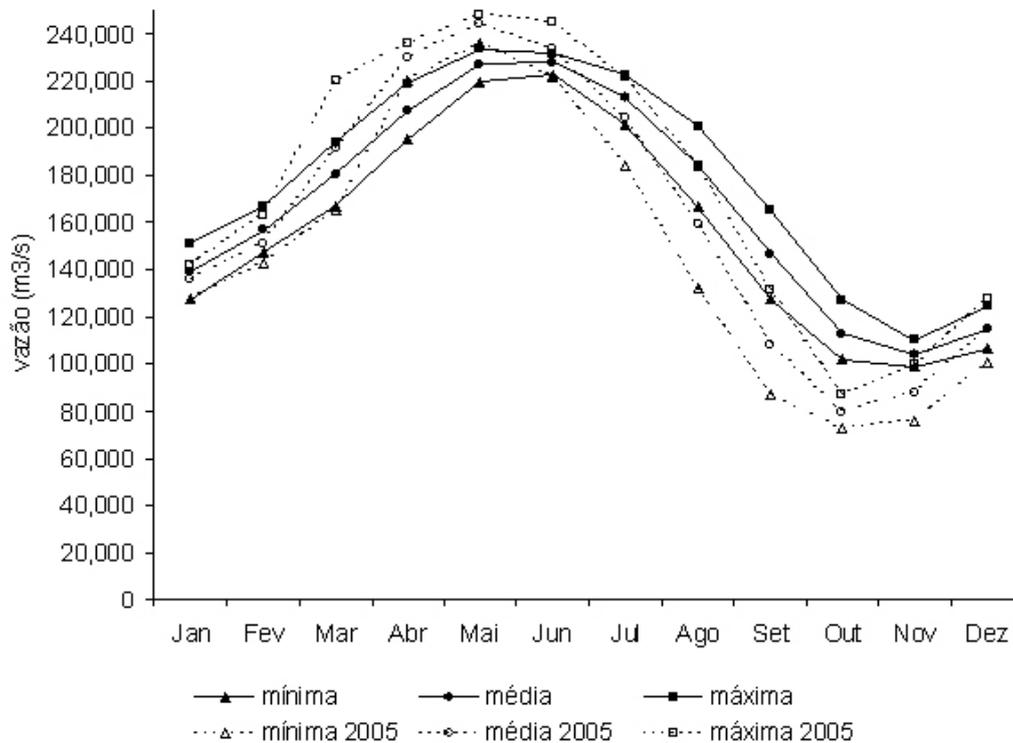


Figura 5: Vazão do rio Amazonas estação fluviométrica de Óbidos (PA), 850 km da foz, para o período de janeiro de 1968 a janeiro de 2008.

Figure 5: Amazon river discharge in the fluviometric station at Óbidos (PA), 850 km from the river mouth, within 1968 and January 2008.

direção ao Caribe (Lentz, 1995).

A última função de força a ser discutida é o transporte de sedimentos para plataforma continental com estimativas de fluxos de sedimentos em suspensão entre 800 milhões t/ano (Meade et al., 1979) a 1,2 bilhões t/ano (Nittrouer & DeMaster, 2005). Apesar da incerteza metodológica nas estimativas, a fração que contribui para plataforma continental é apenas o remanescente do processo de sedimentação nas planícies aluvionares da bacia. A concentração média em Óbidos foi estimada em 200 mg/L, porém concentrações extremas (>10 g/L), consideradas como 'lama flúida', são acumuladas ao longo da cunha salina de fundo (Geyer et al., 1996). O transporte de sedimentos em suspensão ao longo da costa promove a sedimentação na costa do Amapá com progradação da planície lodosa e posterior colonização por vegetação de mangue (Nittrouer & DeMaster, 2005;

Nikiema et al., 2007).

É evidente que em um cenário de consideráveis dimensões de áreas, distâncias e fluxos da RHA, os processos físico-químicos e sedimentares são distintos das demais regiões brasileiras, acarretando em peculiaridades que podem vir a dificultar a aplicação de instrumentos de gestão em sua integridade, como por exemplo a delimitação das zonas crítica e dinâmica. No entanto, o relativo conhecimento dos principais mecanismos de transporte físico de água, sedimento, compostos químicos e espécies biológicas na plataforma continental amazônica e seus efeitos sobre a bio-ecologia do grande ecossistema marinho da plataforma norte do Brasil, expresso na literatura científica, pode subsidiar a delimitação das zonas de gestão. Recentemente, o desenvolvimento de estudos em larga escala espacial voltados para compreensão da dinâmica costeira na RHA tem utilizado o

sensoriamento remoto, com o satélite SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) (Chérubin & Richardson, 2007), e da modelagem numérica (Nikiema et al., 2007), visando a avaliação do comportamento da pluma fluvial que podem contribuir significativamente para delimitação destas zonas, a partir de séries temporais dos modelos numéricos e do tratamento digital de imagens de sensoriamento remoto.

A compreensão das importantes escalas espaciais e temporais da variabilidade física controladora da dinâmica costeira é imprescindível para a efetiva gestão do gradiente flúvio-marinho. Nesse contexto, o potencial de delimitação da área estuarina como zona de gestão integrada não é aplicável apenas às bacias hidrográficas de pequenas dimensões. Grandes bacias hidrográficas produzem consideráveis fluxos de água e sedimentos para zona costeira de modo mais regular e previsível, apesar da variabilidade interanual de fatores físicos controladores dos fluxos hidrológicos. Apesar de menor previsibilidade nos fluxos hidrológicos das pequenas bacias a importância destas, em termos de contribuições de fluxos, não deve ser minimizada.

Os sistemas fluviais de menores dimensões produzem os fluxos diretamente para as águas costeiras, enquanto que os grandes sistemas tendem a reter sedimentos em suas bacias, como no caso das planícies de inundação. Além disso, as pequenas bacias são relativamente menos impactadas por represamentos que causam a fragmentação fluvial e promovem a retenção de sedimentos. É interessante ressaltar que mesmo grandes bacias como a do Changjiang (China), 1,8 milhões km² produtora de significativos fluxos de água (30 mil m³/s ou 900 bilhões m³/ano) e sedimentos (15 t/s ou 500 milhões t/ano), podem apresentar significativas alterações nesses fluxos em decorrência de represamentos (Gao, 2006). Nos últimos 55 anos, 48.000 barragens foram construídas na bacia do Changjiang, sendo que com a conclusão da barragem das Três Gargantas estima-se uma redução do fluxo de sedimentos para 300 milhões t/ano (Gao, 2006).

Os principais indutores socioeconômicos na RHA, com efeitos sobre os fluxos hidrológicos, estão associados à agropecuária, mineração e geração de energia hidrelétrica. De acordo com a ANA (2007),

as ações prioritárias para conservação de recursos hídricos na RHA visam a contenção do desmatamento e conservação da biodiversidade, o ordenamento da fronteira agrícola, a recuperação de áreas degradadas, sobretudo áreas de garimpo, a implementação e melhoria do sistema de tratamento de esgotos domésticos e industriais, e o controle da atividade de mineração com assoreamento de rios e lagos, além da contaminação por metais pesados. No setor costeiro norte também é ressaltada a necessidade de reverter o desmatamento de manguezais.

8. CONCLUSÕES

A sustentabilidade da zona costeira depende de abordagens integradas de gestão ambiental que venham a possibilitar a incorporação do gradiente flúvio-marinho, assim como as múltiplas atividades humanas desenvolvidas nas bacias hidrográficas costeiras. A área em comum da gestão dos recursos hídricos e zona costeira adjacente é o estuário. No estuário tanto os Comitês Gestores de Bacias Hidrográficas quanto os Colegiados Costeiros deverão articular ações integradas, visando a conservação e a resolução de conflitos derivados de impactos ambientais oriundos da rede fluvial e águas subterrâneas e o oceano adjacente.

No Brasil, a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de meio ambiente, preconizada na Lei n°. 9433/97, ainda necessita ser efetivada, a despeito de suas inequívocas inter-relações. No caso da Zona Costeira, a definição de macro diretrizes para a implementação conjunta e harmônica das duas políticas de gestão é urgente, uma vez que os impactos relacionados a alterações indesejáveis no volume, na vazão e na carga de sedimentos e poluentes que aportam às zonas costeiras e estuarinas, não se dão apenas sobre os meios físico e biótico, mas afetam também a estrutura socioeconômica em diversas escalas.

Além disso, trata-se de uma porção expressiva do território nacional, que se estende por uma faixa de 8.698 km, abriga ecossistemas muito diversos, distribuídos em uma área de 324 mil km², e concentra quase um quarto da população do País, com uma densidade média de 121 hab./km², seis vezes superior à média nacional. Nela desembocam os principais rios brasileiros, que carregam para o mar os contaminantes

recebidos.

Dez anos após a edição da Lei nº. 9433/97, o tema integração da gestão de bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zona costeira (Art. 3o, Inciso VI) ainda está sendo negligenciado e ambas as gestões são exercidas como se a outra não existisse, ou pior, como se as intervenções sobre os recursos hídricos promovidas no âmbito das bacias hidrográficas não interferissem na zona costeira, e vice-versa.

A proposta metodológica de que trata esse artigo não tem a pretensão de esgotar as ferramentas necessárias para enfrentar o desafio de promover tal integração, mas poderá ser a primeira peça de uma estratégia mais ampla de atuação não só da CTCOST, como de todo o CNRH. Essa proposta está alinhada com normas e experiências internacionais e, certamente, colocará o Brasil numa posição de destaque no que se refere à proatividade no trato desse tema, além de contemplar manifestações de diversos comitês de bacia e conselhos estaduais de recursos hídricos, configurando-se, em uma proposta com alto grau de legitimidade.

Na RHA, onde as dimensões de áreas, distância e fluxos hidrológicos impõem dificuldades para o mapeamento das zonas crítica e dinâmica, o atual nível de conhecimento sobre a interação bacia hidrográfica e zona costeira, conforme a literatura científica, pode ser considerado como adequado para subsidiar a delimitação das zonas de gestão. Por outro lado, o nível de entendimento das interações em bacias de pequenas dimensões ainda é bastante incipiente.

BIBLIOGRAFIA

- Alongi, D. M. (1998) - Coastal ecosystems processes. Marine Sciences Series, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- ANA (2007) – GEO Brasil - recursos hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. 264 p., Ministério do Meio Ambiente / Agência Nacional de Águas / Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Brasília, Brasil.
- Barroso, G.F. (2008) - Integrated management of river basin and coastal zone: land use, river flow, and management zones. Proceedings of the Fourth International Symposium in GIS/ Spatial Analyses in Fishery and Aquatic Sciences, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Chérubin, L.M. & Richardson, P.L. (2007) – Caribbean current variability and the influence of the Amazon and Orinoco freshwater plumes. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 54(9):1451-1473. (doi: 10.1016/j.dsr.2007.04.021)
- Coccosis, H., Burt, T. & Weide, V.D.J. (1999) - Conceptual framework and planning guidelines for integrated coastal area and river basin management. SPLIT: PAP/RAC, United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Priority Actions Programme. ISBN: 9536429276. <http://www.pap-thecoastcenter.org/pdfs/ICARM/Guidelines.pdf>
- Coccosis, H. (2004) - Integrated Coastal Management and River Basin Management. *Water, Air, & Soil Pollution: Focus*, 4(4-5):411-419. (doi: 10.1023/B:WAFO.0000044814.44438.81)
- DeMaster, D.J., Smith, W.O., Nelson, D.M. & Aller, J.Y. (2001) Biogeochemical processes in Amazon shelf waters: chemical distributions and uptake rates of silicon, carbon and nitrogen. *Continental Shelf Research*, 16:(5-6):617-643. (doi:10.1016/0278-4343(95)00048-8)
- Ekau, W. & Knoppers, B. (1999) - An introduction to the pelagic system of the North-East Brazilian shelf. *Archive of Fishery and Marine Research*, 47:(2/3):113-132, Hamburgo, Alemanha.
- Elliot, M. & McLusky, D.S. (2002) - The Need for Definitions in Understanding Estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 5(6):815-827. (doi:10.1006/ecss.2002.1031)
- Gao, S. (2006) - Catchment-coast interactions in the Asia-Pacific Region. In: Harvey, N., *Global change and the integrated coastal management: The Asia-Pacific Region. Series Coastal Systems and Continental Margins*, 10:39-66, Springer, Dordrecht, Alemanha. ISBN: 978-1402036279
- Galvão, W.S. & Meneses, P.R. (2005) - Avaliação dos sistemas de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras para fins de planejamento de redes hidrométricas. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, GO, Brasil.
- Geyer, W.R., Beardsley, R.C., Lentz, S. L., Candela, J., Limeburner, R., Johns, W.E., Castro, B. M. & Soares, I. D. (1996) - Physical oceanography of the Amazon shelf. *Continental Shelf Research*, 16(5-6):575-616. (doi:10.1016/0278-4343(95)00051-8)

- Hellweger, F.L. & Gordon, A.L. (2002) - Tracing Amazon River water into the Caribbean Sea. *Journal of Marine Research*, 60(4):537-549, Yale University, New Haven, USA.
- Kennish, M.J. (2002) - Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental Conservation*, 29(1):78-107. (doi: 10.1017/S0376892902000061)
- Knoppers, B., Ekau, W., Figueiredo, A.G. & Soares-Gomes, A. (2002) - Zona costeira e plataforma continental do Brasil. In: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. *Biologia marinha*, pp. 353-361, Editora Interciência, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Lentz, S.J. (1995) - Seasonal variations in the horizontal structure of the Amazon Plume inferred from historical hydrographic data. *Journal of Geophysical Research*, 100(C2):2391-2400.
- Marengo, J.A., Nobre, C.A., Tomasella, J., Oyama, M.D., Oliveira, G.S.O., Oliveira, R., Carmargo, H., Alves, L.M. & Brown, I.F. (2008) - The Drought of Amazonia in 2005. *Journal of Climate*, 21(3):495-516. (doi: 10.1175/2007JCLI1600.1)
- Marques, M., Costa, M.F., Mayorga, M.I. & Pinheiro, P.R.C. (2004) - Water Environments: Anthropogenic Pressures and Ecosystem Changes in the Atlantic Drainage Basins of Brazil. *Ambio*, 3(1-2):68-77.
- Massoud, M.A., Scrimshaw, M.D. & Lester, J.N. (2004) - Integrated coastal zone and river basin management: a review of the literature, concepts and trends for decision makers. *Water Policy*, 6:519-548, IWA Publishing's Water and Wastewater Online Journals. <http://www.iwaponline.com/wp/00606/wp006060519.htm>
- Meade, R.H., Nordin Jr., C.F., Curtis, W.F., Rodrigues, F.M.C., Vale, C.M. & Edmond, J.M. (1979) - Transporte de sedimentos no rio Amazonas. *Acta Amazônica*, 9(3):543-547. Disponível em <http://acta.inpa.gov.br/fasciculos/9-3/PDF/v9n3a12.pdf>
- McLousky, D.S. & Elliot, M. (2007) - Transitional waters: A new approach, semantics or just muddying the waters? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71(3-4):359-363. (doi:10.1016/j.ecss.2006.08.025)
- Nakamura, T. (2003) - Ecosystem-based river basin management: its approach and policy-level application. *Hydrological Processes*, 17(14):2711-2725. (doi: 10.1002/hyp.1429)
- Nikiema, O., Devenon, J.L. & Baklouti, M. (2007) - Numerical modeling of the Amazon River plume. *Continental Shelf Research*, 27(7):873-899. (doi:10.1016/j.csr.2006.12.004)
- Nittrouer, C. A. & DeMaster, D. J. (2005) - The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. *Continental Shelf Research*, 16(5-6):553-573. (doi:10.1016/0278-4343(95)00069-0)
- Olsen, S.B., Ipsen, N. & Adriaanse, M. (2006) - Ecosystem-based management: markers for assessing progress, 49p., UNEP - United Nations Environment Programme / GPA Coordination Office. The Hague, Holanda.
- Ray, G.C. & Hayden, B.P. (1992) - Coastal zone ecotones. in: Hansen, A. J. & DiCastri, F. *Landscape Boundaries: Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*. *Ecological Studies*, 92, 403-420, Springer-Verlag. ISBN: 978-0387976310
- Santos, M.L.S.; Medeiros, C.; Muniz, K.; Feitosa, F.A.N.; Schwamborn, R. & Macêdo, S.J. (2008) - Influence of the Amazon and Pará Rivers on Water Composition and Phytoplankton Biomass on the Adjacent Shelf. *Journal of Coastal Research*, 24(3):585-593. (doi: 10.2112/05-0538.1)
- Sherman, K. & Duda, A.M. (1999). An ecosystem approach to global assessment and management of coastal waters. *Marine Ecology and Progress Series*, 190:271-287, Oldendorf, Alemanha. ISSN: 0171-8630.
- Smith Jr, W.O. & Demaster, D.J. (1996) - Phytoplankton biomass and productivity in the Amazon River plume: correlation with seasonal river discharge. *Continental Shelf Research*, 16(3):291-319. (doi:10.1016/0278-4343(95)00007-N)
- Soares, J.V.; Carriello, F.; Ferreira, N.J. & Renn, C.D. (2006) - Mapping the Hydrologic Response of the Brazilian hydrologic regions and their variability associated with El Niño and La Niña. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 1(1):21-36. Disponível em <http://www.agro.unitau.br/seer/index.php/ambi-agua/article/view/14>.
- Stoms, D.M., Davis, F.W., Andelman, S.J., Carr, M.H., Gaines, S.D., Gaines⁴, Halpern, B.S., Hoenicke, R.,

- Leibowitz, S.G., Leydecker, A., Madin, E.M.P., Tallis, H. & Warner, R.R. (2005) - Integrated coastal reserve planning: making the land-sea connection. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3(8):429-436. (doi: 10.1890/1540-9295(2005)003[0429:ICRPMT]2.0.CO;2)
- Trumbic, I. & Coccossis, H. (2000) - Linking coastal areas and river basins: Management guidelines. *Periodicum Biologorum*, 102:537-544, Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb, Hrvatska, Croácia.
- UNESCO (2004) - Submarine groundwater discharge management implications, measurements and effects. IHP-VI Series on Groundwater 5. IOC Manuals and Guides 44. SCOR-LOIZ, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, França. <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001344/134436e.pdf>
- Verdin, K.L. & Verdin, J.P. (1999) - A topological system for delineation and codification of the Earth's river basins. *Journal of Hydrology*, 218(1-2):1-12. (doi:10.1016/S0022-1694(99)00011-6)