

Delimitações da zona costeira Sul do estado da Paraíba, Brazil

Delimitations of the South coastal zone of the Paraíba state, Brazil

Marie Eugénie Malzac¹, Tarciso Cabral da Silva²

Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia – CT – João Pessoa – PB

¹ marieeugenie01@hotmail.com,

² tarcisocabral@gmail.com

RESUMO: Neste trabalho são abordadas questões ligadas à Zona Costeira (ZC) com destaque para a delimitação do seu espaço geográfico no contexto internacional e Brasileiro. São feitas observações críticas sobre critérios de delimitação da ZC e detalhadas as principais metodologias existentes, apresentando-se um diagrama conceptual relativo às zonas de planeamento de recursos hídricos e a costeira. Também são realizadas as delimitações da Zona Costeira Sul do estado da Paraíba, à luz dos conceitos trabalhados e dos critérios e subcritérios estabelecidos na literatura, Geográficos, Operacionais e Arbitrários. Inclui-se, após justificativa da notória influência nos ecossistemas costeiros, a Zona de Influência Direta (ZID) equivalente às áreas das bacias hidrográficas dos altos e médios cursos dos rios. Os resultados apontaram o critério político administrativo como o de maior área da ZC e o subcritério do comprimento máximo da pluma salina como o de menor área. O critério arbitrário relativo ao traçado da rodovia BR-101 foi considerado como o mais adequado.

Palavras-chave: Delimitação da zona costeira, Gestão de bacias hidrográficas, Gestão costeira.

ABSTRACT: In this paper issues related to the Coastal Zone (ZC) are addressed, highlighting the delimitation of its geographic space in the international and Brazilian context. Critical observations are made on ZC delimitation criteria and detailed the main methodologies available, presenting a conceptual diagram on water and coastal planning zones. The delimitations of the Southern Coastal Zone of the state of Paraíba are also carried out, in the light of the concepts worked and the criteria and subcriteria established in the literature, Geographical, Operational and Arbitrary. It includes, after justification of the notorious influence in the coastal ecosystems, the Zone of Direct Influence (ZID) equivalent to the areas of the watersheds of the high and medium rivers courses. The results pointed

out the administrative political criterion as the largest area of the ZC and the subcriteria of the maximum length of the saline plume as the smaller area. The arbitrary criterion relative to the BR-101 highway was considered the most appropriate.

Keywords: Coastal zone delimitation, Watershed management, Coastal management.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação do espaço geográfico costeiro tem-se constituído em um desafio a ser enfrentado no setor ambiental, tendo em vista a busca do ordenamento das atividades humanas e a minimização dos impactos antrópicos nos seus diversos ecossistemas.

A zona costeira (ZC) é reconhecida por apresentar usos múltiplos dos espaços e dos recursos naturais, com variadas formas de ocupação e desenvolvimento das diversas atividades humanas (Mello *et al.*, 2013). No entanto, os ambientes da zona costeira caracterizam-se pela sua complexidade e por sofrerem influências diversas de natureza antrópica, climática, fluvial, biológica, oceanográfica, cósmica, entre outras (Cabral da Silva *et al.*, 2008). Nesses ambientes, são as ações antrópicas que têm gerado a maioria dos desequilíbrios ao longo dos anos de ocupação.

Moraes (1999) argumenta que a conjunção entre a celeridade e o volume dos processos urbanizadores, bem como a fragilidade das áreas envolvidas, define a premência da ação de planejamento na zona costeira, seja o planejamento preventivo nas áreas ainda sem ocupação, ou corretivo que especifique soluções para os problemas já existentes.

A necessidade de se integrar a gestão estuarina, costeira e de bacias hidrográficas ao nível internacional ficou explicitada na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio 92), na Agenda 21 no seu capítulo 17, sobre a proteção dos oceanos, de todos os tipos de mares e das zonas costeiras, abrangendo a proteção, uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos.

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 (Nicolodi *et al.*, 2009).

As bacias hidrográficas e a área costeira estão intimamente conectadas. Assim, é necessário compatibilizar os objetivos de gestão, sendo que para que esta seja eficiente precisa ser exercida como um único sistema.

As bacias hidrográficas estão conectadas à zona costeira por fluxos hidrológicos como água, sedimentos, 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 (Nicolodi *et al.*, 2009).

Por outro lado, a ação antrópica, ao utilizar os recursos hídricos da bacia hidrográfica (BH), diminui o fluxo de água doce ao estuário. A retirada ou retenção de água a montante na bacia hidrográfica acarreta uma maior intrusão das águas marinhas para o continente no ambiente aquático. Quanto mais o mar penetra no continente, menor é a disponibilidade de água doce na zona costeira que, devido à mistura com a água do mar, se torna salgada-salobra, ou seja, águas sob influências marinha e flúvio-marinha (Loitzenbauer e Mendes, 2011).

Em termos de divisão territorial da gestão pública, o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNRH) do Brasil refere-se apenas às bacias hidrográficas onde não há influência marinha, enquanto que o Gerenciamento Costeiro, institucionalmente separado do SNRH, é exercido na ZC, segundo a sua delimitação.

Um diagrama conceptual simplificado dos fluxos de água mar-continente, onde as interações entre a bacia hidrográfica e a ZC ocorreriam, é apresentado na Figura 1.

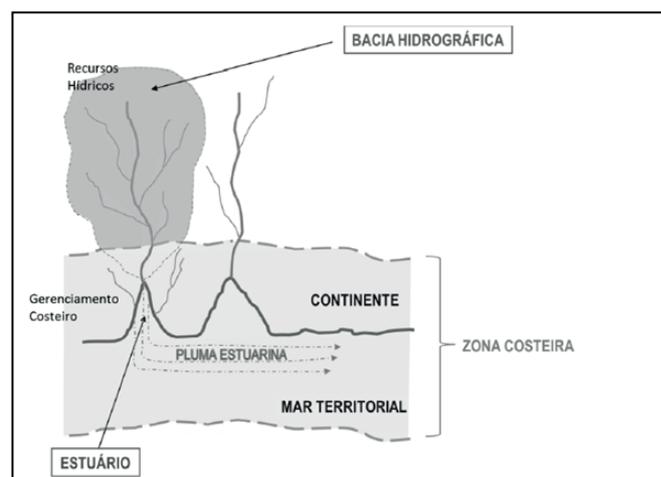


Figura 1. Divisão territorial da gestão costeira e de recursos hídricos no Brasil. Fonte: Loitzenbauer e Mendes, 2015.

Figure 1. Territorial division of coastal management and water resources in Brazil. Source: Loitzenbauer e Mendes, 2015.

No Brasil, têm ocorrido diversos exemplos do fenômeno do avanço da pluma salina, principalmente devido à construção de barragens no continente, como se observa no baixo curso do rio São Francisco. De acordo com Medeiros *et al.*, (2014), a variabilidade natural associada à variação do fluxo anual de água doce, no estuário do Rio São Francisco, sofreu alterações significativas.

Nesse contexto, à luz da observação dos processos de ocupação da zona costeira com atividades antrópicas e da ocorrência de estruturas de retenção do escoamento natural dos cursos de água a montante, torna-se cada vez mais importante dotar as normas decisórias com instrumentos normativos que permitam avaliar a evolução e o impacto das medidas tomadas para o ordenamento e gestão dessa zona.

Contudo, o leque de problemas não se restringe aos processos acima citados, tendo em conta os desastres que podem ocorrer em áreas a montante, como os despejos de poluentes da indústria, da agricultura ou de sedimentos de mineração nos cursos de água com efeitos que podem ser extremamente danosos para o ambiente flúvio-marinho.

O exemplo do maior desastre ambiental brasileiro foi o rompimento da barragem de Fundão, de acumulação de rejeitos de mineração de ferro, ocorrido em 2015, atingindo os rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no seu alto curso no estado de Minas Gerais. A pluma de sedimentos decorrente do rompimento percorreu 663 km, com graves consequências na zona costeira e no mar territorial entre os estados do Espírito Santo e da Bahia, tendo afetado vários ecossistemas de reprodução de diversas espécies de animais, o que gerou uma grande preocupação com a questão de barragens de rejeitos nas bacias hidrográficas (Lacaz *et al.*, 2016). Ficou evidenciado, mais uma vez, que os problemas das zonas costeiras não podem ser resolvidos apenas com a gestão costeira, pois a costa é uma parte essencial da bacia hidrográfica (Monteiro e Marchand, 2009).

Deve ser clarificado que a zona costeira é parte essencial da bacia hidrográfica e, portanto, os problemas não deveriam ser abordados tão-somente considerando os limites dessa zona. Nesse sentido, ressalta-se a importância da gestão integrada, principalmente entre os recursos hídricos de montante, destacando-se os de superfície e a ZC, considerando um processo de interação mútua, com repercussões nos sistemas físicos, biológicos e socioeconômicos.

Na verdade, não é fácil de estabelecer critérios para a delimitação da ZC abrangendo todos os aspectos que possam levar em conta as influências e interações entre os processos gerados pelos diversos interagentes no âmbito ZC-BH. No entanto, alguns autores têm

apontado critérios destacando os aspectos geográficos, operacionais, eco-sistêmicos e arbitrários, e outros, como os limites municipais, (Kay e Alder, 2005; Giraldo *et al.*, 2010; Barragán, 2014; Barragán e Andrés, 2016; Batista *et al.*, 2017).

Devem ser realçados os critérios relativos às variáveis biofísicas, que descrevem as características biológicas e físicas do território, como as variáveis naturais, decorrentes de fenômenos e processos naturais, e as variáveis antrópicas decorrentes e dependentes da ação humana. Não menos importantes, para a consideração na delimitação da ZC, são as variáveis socioeconômicas que descrevem características sociais e de atividades econômicas.

As bacias hidrográficas e suas zonas costeiras devem ser representadas considerando as unidades complexas constituídas por inter-relações organizacionais entre seus sistemas e potenciais geradoras de emergências (Barros, 2007).

Na Figura 2 um diagrama conceptual mais detalhado esclarece a esquematização dos ambientes de transição envolvendo os fluxos hídricos entre a bacia hidrográfica e o sistema costeiro, e vice-versa. Nessa figura, a inter-relação entre os fluxos variáveis no espaço e no tempo, pode ser visualizada, inclusive com a percepção do processo de mistura de águas doce-salobra-salgada, na BH e na ZC, com suas parcelas bem definidas relativas aos componentes dos sistemas de gestão de recursos hídricos e do gerenciamento costeiro, respectivamente. Os sistemas de transição ocorrem especificamente na ZC na porção da BH equivalente ao baixo curso do rio principal. É considerada a BH em suas porções contribuintes ao alto e médio cursos do rio principal como Zona de Influência Direta (ZID).

No estado da Paraíba, no Nordeste do Brasil, diversos conflitos têm sido observados na zona costeira Sul com notórias repercussões na disponibilidade hídrica e na qualidade da água nas bacias costeiras dos rios Gramame, Abiaí e Goiana, implicando impactos nas condições da vida aquática nesses rios. Alguns exemplos dizem respeito à captação de água para agricultura irrigada em trechos sujeitos a variações de salinidade da água do rio, destruição e aterro de manguezais para ocupação urbana, construção de barragens para captação de água de abastecimento humano, despejos industriais a montante, entre outros.

À luz dessa problemática e dos conceitos anteriormente abordados, trata-se neste trabalho da delimitação de áreas suscetíveis aos efeitos da ação oceânica no continente com base em critérios que são descritos em trabalhos referentes à gestão costeira. No entanto, há consciência da necessidade de incorporar os efeitos das

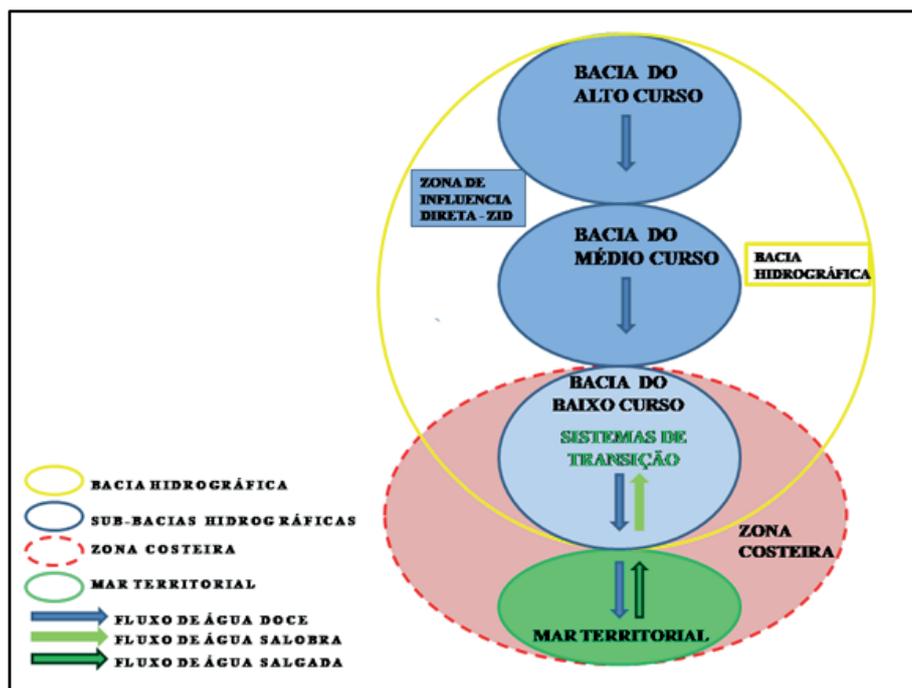


Figura 2 – Esquema da inter-relação espacial do sistema costeiro e da bacia hidrográfica.

Figure 2 - Schematic of the spatial interrelationship of the coastal system and the hydrographic basin.

ações antrópicas em áreas a montante da zona costeira, por meio da delimitação de uma zona de influência direta (ZID) definida como as parcelas das BH contribuintes ao alto e médio curso do rio principal. A ZID é considerada como integrante da problemática dos processos inerentes aos recursos hídricos da bacia hidrográfica no continente.

São mostradas e analisadas as delimitações para a Zona Costeira Sul do estado da Paraíba (ZC-Sul/PB), na região Nordeste do Brasil, com base nos conceitos clássicos e em critérios que são estabelecidos para esta finalidade, inclusive os legais.

2. ASPECTOS CONCEPTUAIS E CRITÉRIOS PARA A DELIMITAÇÃO DA ZC

Apesar do conceito de zona costeira ter aparecido pela primeira vez na Recomendação nº 92 do Plano de Ação pelo Meio Ambiente, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo, de 1972, a definição de zona costeira ainda é objeto de discussões.

O limite é um princípio organizador do intercâmbio, seja qual for sua natureza, não só para os territórios que delimita como para o sistema no seu conjunto, sendo-lhe atribuído o papel de regulador das relações (Machado, 1988).

Os limites da ZC devem ser concebidos com base nos problemas específicos dessa zona e adaptados de acordo

com as metas e objetivos desejados para os programas de gestão costeira integrada, visando capturar e permitir a resolução de todas as questões costeiras centrais (Sorensen e Mcrary, 1990; Clark, 1997).

As ZCs são únicas e identificadas apenas na costa abrangendo influências das marés diárias e ondas de tempestades, presença de florestas de mangue, recifes de coral, planícies de maré, áreas húmidas, praias marítimas, estuários e ilhas. Assim a delimitação da ZC deve corresponder às unidades físicas ou ecológicas da costa (Clark, 1997).

A ZC é constituída de três regiões: a litorânea, a costeira e a oceânica.

“A região litorânea é integrada por ecossistemas onde ocorrem os maiores impactos ambientais das atividades humanas. Apresenta forte interação com ecossistemas terrestres, e com estes tem em comum inúmeras propriedades físicas, químicas e biológicas. Ecossistemas continentais relevantes ao meio ambiente: bacias hidrográficas, matas costeiras. Ecossistemas litorâneos: estuários, manguezais, praias, costões rochosos, lagunas, baías. A região costeira é composta pelo ambiente marinho que se situa entre a linha de costa e a plataforma continental. A região oceânica a partir da plataforma continental é o domínio dos peixes migratórios”. (Diegues, 2001).

Batista *et al.*, (2017) adotam a palavra demarcação aos limites da zona costeira quando se referem ao estabelecimento de programas integrados de manejo, enquanto a palavra delimitação é usada para os limites terrestres e marinhos costeiros, visando o planejamento integrado do uso da terra.

2.1 Limites para a ZC no contexto internacional

Os limites da zona costeira são muitas vezes arbitrariamente definidos, diferindo em cada país, e são frequentemente baseados em limites jurisdicionais ou por razões de facilidade administrativa. Para fins de planejamento prático, a zona costeira é uma área especial dotada de características especiais cujas fronteiras são muitas vezes determinadas pelo problema específico a ser enfrentado (Bank, 1993).

Evidentemente, não existindo um sistema padrão para a definição da delimitação da ZC que deva ser seguido internacionalmente, cada país aborda o seu sistema e realiza sua delimitação de acordo com sua realidade. No entanto, na observação de planos de gestão costeira de diversos países podem ser observadas divisões da ZC em duas faixas, com extensões que variam de acordo com as necessidades e características locais (Barros, 2007).

Os Estados Unidos da América, segundo o Office of Ocean and Coastal Resource Management – OCRM (2005), através do Coastal Zone Management Act (CZMA), dividiram a zona costeira em duas faixas: a faixa terrestre, estendida até as áreas com possibilidades de impactos adversos para os ecossistemas litorâneos, e a faixa marinha estendendo-se até ao limite da jurisdição federal (CZMA, 1972). Os estados ficam responsáveis pelo estabelecimento da sua delimitação da ZC, levando em consideração as suas características e os seus critérios específicos, além de definir os programas de gestão costeira segundo os interesses da gestão local, a serem aprovados pelas autoridades federais.

Em Portugal, a ZC foi definida através da Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC - aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro). Assim é definida como a porção de território influenciada direta e indiretamente, em termos biofísicos, pelo mar (ondas, marés, ventos, biota ou salinidade) e que, sem prejuízo das adaptações aos territórios específicos, tem, para o lado de terra, a largura de 2 km medida a partir da linha da máxima da preia-mar de águas vivas equinociais e se estende, para o lado do mar, até ao limite das águas territoriais, incluindo o leito (Portugal, 2009). Define também o Litoral como o termo geral que descreve as porções de território que são influenciadas direta e indiretamente pela proximidade do mar, o que, na verdade, corresponde à ZC conforme definido noutros

países como, por exemplo, nos Estados Unidos ou no Brasil.

Para a Comissão Europeia (European, 1996), a zona costeira é definida como uma faixa de território terrestre e marítimo de largura variável, dependendo da natureza das necessidades ambientais e de gestão. Raramente corresponde às unidades administrativas ou de planejamento existentes. No que diz respeito à pesca, é comum limitar a zona costeira às águas territoriais, tal como definidas na Convenção sobre o Direito do Mar, embora este limite não corresponda a nenhuma unidade biológica ou de gestão distinta. Os sistemas costeiros naturais e as áreas em que as atividades humanas envolvem a utilização de recursos costeiros podem, por conseguinte, prolongar-se desde os limites das águas territoriais até vários quilômetros para o interior.

Em Cuba, a zona costeira é definida como a zona marítimo-terrestre de largura variável, onde ocorre a interação entre a terra, o mar e a atmosfera, mediante processos naturais. Nela se desenvolvem formas exclusivas de ecossistemas frágeis onde são exercidas relações particulares económicas, sociais e culturais (Cuba, 2000).

A zona costeira brasileira, considerada patrimônio nacional pela Carta Magna, é uma região de grande extensão e complexidade, inclusive ambiental, devido à riqueza dos seus ecossistemas (Freitas, 2015).

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) brasileiro, instituído pela Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988, define a zona costeira como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo os seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre” (Brasil, 1988). No período entre 1991 e 1997, o PNGC foi reestruturado e reformulado, sendo reavaliados todos os entraves de cunho metodológico, operacional e institucional (Moraes, 1999). A Resolução do Conselho Interministerial dos Recursos do Mar (CIRM) nº 5, de 3 de dezembro de 1997, aprovou o PNGC II, que se encontra em vigor até os dias atuais. O PNGC II estabelece diretrizes comuns e articulações sistemáticas entre as políticas setoriais para a zona costeira (Brasil, 1997a).

O PNGC II especifica os limites para a zona costeira da seguinte forma: 1) na faixa marítima, o mar territorial, com limite nas 12 milhas náuticas contadas da linha de base da costa; 2) na faixa terrestre, considera-se todo o território dos municípios qualificados como costeiros. Assim, foram definidos no âmbito do PNGC II cinco critérios para definir a relação de municípios que fazem parte da zona costeira brasileira, ligados a:

- a) municípios defrontantes com o mar, assim considerados em listagem desta classe,

estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

- b) municípios não defrontantes com o mar que se localizem nas regiões metropolitanas litorâneas;
- c) municípios contíguos às grandes cidades e às capitais estaduais litorâneas, que apresentem processo de conurbação;
- d) municípios próximos ao litoral, até 50 km da linha de costa, que aloquem, em seu território, atividades ou infra-estruturas de grande impacto ambiental sobre a Zona Costeira, ou ecossistemas costeiros de alta relevância;
- e) municípios estuarinos-lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar, dada a relevância destes ambientes para a dinâmica marítimo-litorânea; e
- f) os municípios que, mesmo não defrontantes com o mar, tenham todos seus limites estabelecidos com os municípios referidos nas alíneas anteriores.

O Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla) foi criado pelo governo brasileiro para responder a demandas de ordenamento do uso e ocupação das bordas litorâneas, que se tornaram evidentes na prática da gestão ambiental e patrimonial, como reflexo da fragilidade dos ecossistemas, da falta de planejamento, do crescimento desordenado das cidades, do aumento dos processos erosivos e das fontes contaminantes da orla (Loureiro Filho, 2016). Nesse projeto está definido que a orla cobriria uma parte específica da ZC, a área de contato imediato terra/mar e de interface de processos terrestres e aquáticos, sendo, portanto, a borda marítima, estuarina ou lagunar da zona costeira (Moraes *et al.*, 2005). Portanto, foram estabelecidos os limites para a orla, na área marinha, na isóbata dos 10 m e, na área terrestre, 50 m em áreas urbanizadas e 200 m em áreas não urbanizadas, contados na direção do continente, a partir do limite de contato terra/mar, em qualquer uma de suas feições: costão, praia, restinga, duna, manguezal, entre outros.

Diante das recentes questões que têm sido consideradas, como os efeitos da elevação do nível médio da água do mar e a intensificação da urbanização dos litorais, novas perspectivas têm sido abordadas pelos mecanismos legais Brasileiros, como é exemplo disso o projeto Nº 6.969, de 2013 (Câmara dos Deputados, 2013), que trata sobre a instituição da Política Nacional para a Conservação e o Uso Sustentável do Bioma Marinho Brasileiro e se encontra ainda em tramitação na Câmara dos Deputados. Os objetivos contidos nesse projeto de lei são: i) promover o uso sustentável de recursos e ecossistemas marinhos; ii) garantir a conservação da biodiversidade;

iii) promover o desenvolvimento científico e tecnológico; iv) monitorizar, prevenir, mitigar e, excepcionalmente, compensar impactos negativos da atividade humana realizadas no Bioma Marinho Brasileiro, que devem ser harmonizados com as atividades econômicas, de segurança e de defesa nacional. Um passo importante foi dado em novembro de 2017, por meio do lançamento de Termo de Referência, objetivando a contratação de pessoal para a elaboração de uma metodologia que vise a delimitação da ZC Brasileira na sua parte continental.

2.2 Critérios para a delimitação da ZC

Diversos países costeiros têm atuado no sentido de tentar estabelecer critérios de demarcação visando a gestão integrada da zona costeira, principalmente após a Rio 92. Não deve haver dúvidas que a área de estudo a ser delimitada refere-se a uma área ou zona que possui uma forte interação pelo grau de influência entre a terra e o mar com o propósito de planejamento e gestão costeira.

Kay e Alder (2005) relatam que a nível político os limites das áreas costeiras podem ser definidos de quatro maneiras possíveis:

- definições de distância fixa, que, como o nome indica, especificam uma distância fixa da costa, que é considerada “costeira”. Normalmente esta distância é calculada a partir de alguma medida da fronteira entre a terra e a água na costa, geralmente a marca de água alta;
- definições de distância variável, em que os limites não são fixos, mas variam ao longo da costa de acordo com um intervalo de variáveis, tais como: características físicas - por ex. o limite terrestre de ocorrência de dunas; características biológicas - por ex. o limite terrestre de um complexo de vegetação costeira; pontos de referência construídos - por ex., estradas, canais, ferrovias ou edifícios conhecidos, e limites administrativos – por ex. limite terrestre dos municípios de frente ao oceano;
- definição de acordo com o uso da área costeira e respetivo propósito. Jones e Westmacott (1993), apud Kay e Alder (2005), definiram, dentro desse contexto, o conceito de “focos de área”, onde se define:
 - uma área administrativamente designada, bem como ónus e responsabilidade da sua gestão;
 - uma área de ecossistema;
 - uma área de base de recursos, por ex. um corpo mineral, campos de petróleo, habitats e
 - uma área de demanda, ou seja, a área mais

ampla a partir da qual as demandas são exercidas na área costeira designada, como por ex. para uso em recreação, transporte marítimo ou descarte de resíduos;

- definições híbridas, que se referem ao agrupamento de mais de uma das definições acima em seu limite costeiro, considerando os interesses da área.

Os autores mencionados realçam que ao definir a costa de acordo com um único uso, podem ser perpetuados sistemas de gestão sectorial e prejudicar uma perspectiva de gestão integrada. Por outro lado, é preciso ter cuidado para evitar que várias definições de áreas costeiras sejam estabelecidas em uma região para tratar de diferentes questões de gestão costeira, podendo originar um quadro confuso.

Giraldo *et al.*, (2010) elaboraram um guia metodológico para o manejo integrado da zona costeira na Colômbia, baseado num conjunto de critérios técnicos e categorias de zoneamento previamente definidos, que foram levados posteriormente aos processos participativos, visando desenvolver um processo de planeamento para a representação das necessidades, valores e ideias da sociedade local. Foram criadas categorias de zoneamento que definiram os ciclos de planeamento de acordo com um modelo que combina as características naturais da área, com seus objetivos de gestão e modo de administração, por meio de mapas temáticos, para uma análise espaço-temporal. A caracterização e o diagnóstico de cada componente do estudo, incluindo três tipos de análise ou etapas metodológicas para percepção da zona costeira: i) espaço onde ocorrem problemas ou situações críticas que devem ser resolvidas prioritariamente; ii) espaço onde convergem conflitantes e compatibilidades, e iii) espaço onde existem potencialidades. Para cada unidade de área ou de gestão são apontados os seus usos e as suas restrições, de acordo com as definições de uso desejáveis, condicionais ou proibidos.

Barragán (2014) relata três critérios gerais que são estabelecidos para a delimitação da ZC: Geográficos, os que são propostos com base nas características físicas e humanas da área costeira, na escala de trabalho (por exemplo, ecossistemas, infraestruturas, áreas funcionais tais como regiões urbanas ou áreas metropolitanas); Operacionais que são aqueles ligados à oportunidade ou às causas que originam a ação (por ex., problemas), ou aqueles que facilitam a própria gestão (por ex., unidades legais, políticas e administrativas) e Arbitrários, aqueles que são estabelecidos, arbitrariamente, de certas distâncias (ou até uma certa altitude, um nível batimétrico específico).

Barragán e Andrés (2016) realizaram a delimitação

de áreas costeiras na Espanha tendo como objetivo a definição de uma gestão integrada. Consideram, no modelo resultante, tanto o ambiente terrestre quanto o marinho, e especificam três zonas bem diferenciadas: Costa, Litoral e Área de Influência Litoral. Definiram a interpretação do litoral como um sistema sócio-ecológico, usando critérios geográficos, ecológicos e político-administrativos.

Batista *et al.*, (2017) aplicaram uma metodologia para integrar a bacia hidrográfica, a zona costeira e as suas zonas económicas correspondentes, em Santiago de Cuba. Esta metodologia é composta por variáveis dependentes e independentes para a aplicação de iniciativas de Gestão Integrada da Zona Costeira e Planeamento do Uso da Terra. Delimitaram duas unidades geo-sistêmicas, Unidade Básica Costeira Ambiental para Gestão Integrada (PECUIM) e Unidade Costeira Ambiental para a Gestão e Ordenamento do Território (BECUIMLUP). Os resultados obtidos demonstraram a sua eficiência como uma ferramenta visual para a tomada de decisões visando a implementação de programas de gestão na área.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

A ocupação do litoral do Nordeste brasileiro ocorreu a partir do século XVI, inicialmente motivada pela exploração do pau-brasil pelos portugueses que, de fato, não eram exploradores exclusivos uma vez que ingleses, holandeses e principalmente franceses também passaram a frequentar a costa brasileira. A exploração do pau-brasil foi considerada como o primeiro ciclo económico do Brasil. Em seguida, a indústria do açúcar, implantada pelos portugueses e expandida pelos holandeses, prosperou até o século XX, com a cana de açúcar ocupando grandes espaços no litoral do Nordeste, por conta dos programas governamentais de incentivo à produção do açúcar e do álcool (Matos de Carvalho, 1998).

No estado da Paraíba, a ocupação dos espaços litorâneos da região Sul, além da cultura da cana de açúcar, tem se acentuado principalmente após a estabilização económica do Brasil ocorrida nos anos 1990. Desde então, diversos projetos viários, de loteamentos e de indústrias têm sido implantados. Devem ser destacadas a efetivação da duplicação da rodovia BR-101, entre João Pessoa, capital do estado da Paraíba, e Recife capital do estado de Pernambuco, ao Sul, e a rodovia estadual Ministro Abelardo Jurema (PB-008), entre João Pessoa e o município de Pitimbu, vizinho ao município de Goiana no estado de Pernambuco. Ambas facilitam

a acessibilidade entre os aglomerados urbanos de João Pessoa e de Recife e têm propiciado a implantação de diversos empreendimentos entre essas cidades.

Esse é o contexto da região das bacias hidrográficas do Litoral Sul paraibano, em que houve, ao longo dos séculos, a destruição da Mata Atlântica, substituída pela ocupação majoritária da atividade agrícola com culturas diversas (cana de açúcar, batata doce, mandioca, abacaxi, macaxeira, inhame, bambu, acerola etc.), além da expansão urbana.

A área de estudo (Figura 3) localiza-se nas regiões geográficas Imediatas e Intermediárias de João Pessoa, no Nordeste do Brasil, e é composta pelas BH dos rios Gramame, Abiaí e parcialmente da BH do rio Goiana, entre outras de menor porte, como as dos rios Gurugi, Graú e rio Mucatú. Esta área geográfica corresponde à área de atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, Resolução nº 03 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do estado da Paraíba (CERH, 2003).

Os municípios inseridos na área de atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (CBHLS), total e parcialmente são: Alhandra, Caaporã, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Pedras de Fogo, Pitimbu, Santa Rita e São Miguel de Taipu.

Nesses municípios, além das populações urbana e rural, encontram-se difusas comunidades quilombolas, populações indígenas e assentamentos rurais.

O município de João Pessoa, com uma participação na área de atuação no CBHLS de apenas 4,65%, apresenta a maior concentração de indústrias, ao Norte, nas vizinhanças da rodovia BR-101. Também ocorrem, em menor quantidade, indústrias nos outros municípios, com exceção de São Miguel de Taipu, principalmente para produção de cimento, tintas, etanol e açúcar.

Apesar de todas as sedes municipais da área de atuação no CBHLS contarem com abastecimento de água, o município de João Pessoa apresenta sistema de coleta e tratamento de esgotamento sanitário em 100% da sua área, e em Pedras de Fogo essa taxa é de apenas 11,6%. Os demais municípios não são atendidos com esses sistemas (ANA, 2017).

A BH do Rio Gramame localiza-se entre as latitudes 7°11' e 7°23' Sul e as longitudes 34°48' e 35°10' Oeste, no Litoral Sul do Estado da Paraíba (Figura 3). A área de drenagem da BH é de 589,1 km². O principal curso de água é o rio Gramame, com extensão de 54,3 km, e seus principais afluentes são os rios Mumbaba, Mamuaba e Água Boa. O açude Gramame-Mamuaba é o principal reservatório hídrico com capacidade máxima de acumulação de 56,9 milhões de m³, e está localizado no município de Alhandra. Sua principal finalidade é de

suprir as demandas por água da cidade de João Pessoa e municípios vizinhos.

A bacia hidrográfica do rio Abiaí, entre as latitudes 7°10' e 7°30' Sul e entre as longitudes 34°48' e 35°06' Oeste, tem uma área de 449,5 km² e um perímetro de 110,5 km. O rio Abiaí, com uma extensão de 28,2 km, apresenta como seus principais afluentes os rios Taperubus e Cupissura e o riacho Pitanga. Possui uma área de drenagem de 450 km².

A BH do rio Goiana está localizada na porção oriental Norte do Estado de Pernambuco, entre as latitudes Sul 07° 22' e 07° 54', e entre as longitudes Oeste 34° 49' e 35° 41'. A BH do rio Goiana apresenta uma área de 2.847,5 km². A área que se localiza no estado da Paraíba corresponde a 48,1 km², correspondendo uma percentagem de 1,69% de toda BH do rio Goiana. Fazem parte da BH, no estado da Paraíba, os municípios de Pitimbu e Caaporã. A rede hidrográfica da BH do rio Goiana no estado de Pernambuco tem como principais cursos de água os rios Capibaribe-Mirim, Siriji e Tracunhaém.

Na região composta pelas áreas do CBHLS existem duas áreas destinadas à conservação e à preservação ambiental. A área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba (Decreto Estadual Nº 276 /1991), com 114,5 km², é administrada pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Paraíba, 1991). Essa área abrange partes dos municípios de Conde, Alhandra e Pitimbu, com expressiva presença de fragmentos de Mata Atlântica primária e de manguezais. Mais ao Sul, a Reserva Extrativista Acaú-Goiana (RESEX Acaú-Goiana), administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, localiza-se nos municípios de Pitimbu e Caaporã na Paraíba e de Goiana, no vizinho estado de Pernambuco, na parte estuarina do rio Goiana, com área de 8,06 km² no lado paraibano e 114,2 km² no lado pernambucano (Brasil, 2000).

A formação litológica da área de estudo é caracterizada pela predominância de rochas sedimentares e sua estrutura estratigráfica está entre Cretáceo e o Pleistoceno, com sua espessura aumentando na direção do oceano. Encontra-se inserida no contexto geológico da Bacia Pernambuco-Paraíba (Pires, 2015). Segundo Moraes (2009), a bacia do Grupo Paraíba é preenchida por sedimentos de fácies continentais e marinhas reunidas, que é composta por três unidades: Beberibe, Gramame e Maria Farinha; pelas camadas da Formação Barreiras e pelos depósitos quaternários. A Formação Barreiras é a mais extensa da região, composta por sedimentos areno-argilosos não consolidados, de origem continental, dispostos sobre as Formações Beberibe, Gramame e Maria Farinha, as mais antigas.

Segundo Pires (2015) a geomorfologia que compreende os terrenos sedimentares é constituída por duas unidades

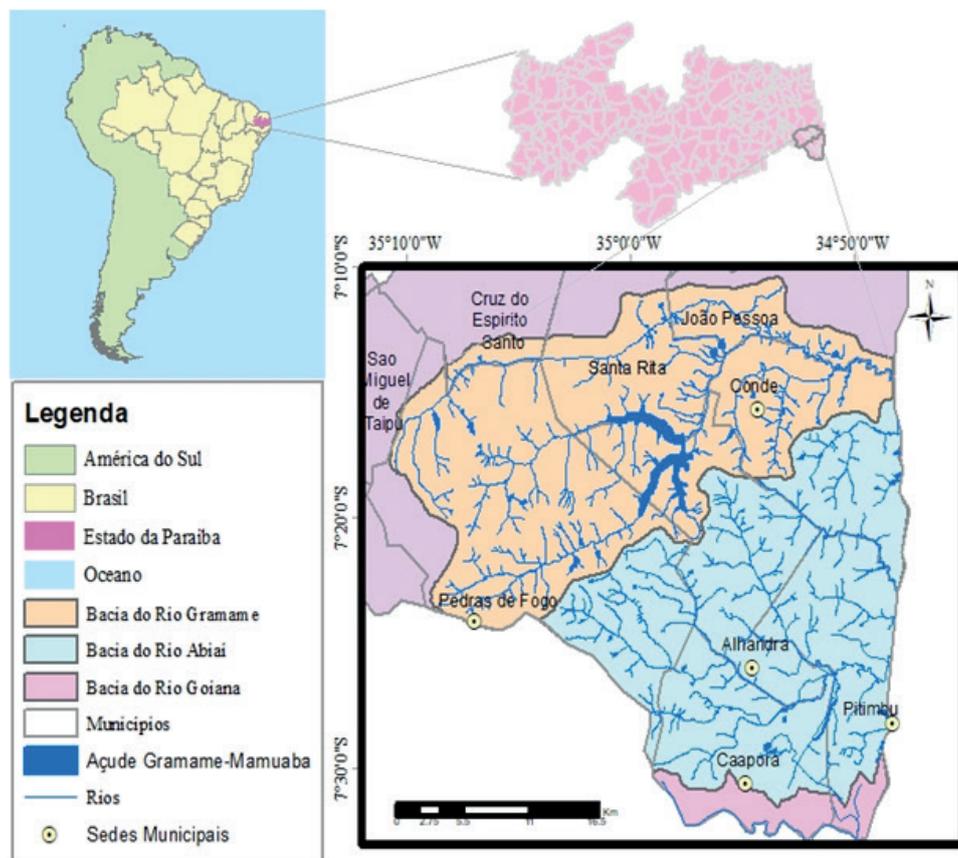


Figura 3. Área de estudo com os limites municipais, hidrografia e bacias hidrográficas.

Figure 3. Study area with municipal boundaries, hydrography and watersheds.

geomorfológicas: Planície Costeira e Tabuleiros Costeiros, caracterizados pelas baixas altitudes. De acordo com o IBGE (2009), as unidades geomorfológicas na área de estudo classificam-se em: planície fluvial, planície flúvio-marinha e tabuleiros costeiros.

Na região litorânea, na planície costeira, são bem definidas duas estações. A estação quente, que permanece por 4 meses, de 22 de dezembro a 21 de abril, com temperaturas máximas médias diárias acima de 31 °C; o dia mais quente do ano ocorre no mês de março, tendo atingido valores de até 33,7 °C; a mínima média é de 26 °C. A estação fresca ou amena permanece por 2,8 meses, de 18 de junho a 12 de setembro, com temperaturas máximas diárias médias abaixo de 29 °C. O dia mais frio do ano ocorre entre o final de julho e início de agosto, com uma temperatura mínima média de 23 °C, e uma temperatura máxima média de 28 °C (Weatherspark, 2018; INMET, 2019).

Nessa região existe uma elevada variabilidade da precipitação, com registros de média de 1.888 mm na estação no bairro Aeroclub no município de João Pessoa, ao Norte da área de estudo, sendo o mês mais chuvoso o de junho, com 320 mm, e o menos chuvoso

o de novembro, com 39 mm, em média. Na sede do município de Pitimbu, na porção Sul da área de estudo, a precipitação média anual atinge 2.106 mm, com uma máxima mensal no mês de junho, com 324 mm e a mínima no mês novembro de 49 mm (Climate-Data, 2018). A classificação climática de Köppen refere-se a tropical chuvoso, tipos Aw e Am (Medeiros, *et al.*, 2015). Quanto à vegetação, a área onde se inserem as bacias costeiras do litoral Sul Paraibano possui uma grande diversidade, no qual as unidades fitogeográficas são determinadas além das condições climáticas, pelas condições variadas dos compartimentos morfológicos e pedológicos presentes na região, com destaque para a Mata Atlântica, os Cerrados, os Manguezais e os Campos de Várzea (Bezerra e Silva, 2014; Pires, 2015).

A planície costeira da Paraíba está submetida às mesomares com características semidiurnas. A preia-mar máxima DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação) de sizígia registrada ao longo de um ano é de 2,7 m e a baixa-mar mínima de sizígia de 0,3 m. A maré máxima de quadratura é de 1,7 m e a maré mínima de 0,3 m (Neves, 2003).

3.2 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados para a delimitação ZC-Sul/PB foram baseados nos conhecimentos levantados a partir de informações obtidas através de trabalhos científicos, trabalhos experimentais no campo, mapas e imagens de satélite e nos critérios de Kay e Alder (2005) e de Barragán (2014).

Como critérios geográficos e seus subcritérios, foram consideradas as extensões dos manguezais e áreas húmidas, águas salinas e salobras e o referente ao limite Oeste coincidindo com o traçado da rodovia BR-101, aproximadamente paralela à linha de costa, entre os limites Norte e Sul da área estudada (Matos de Carvalho, 1998).

Para o critério operacional e subcritério foi destacada a lei Brasileira para delimitação da ZC, Lei nº 7.661/1988 (Brasil, 1998), que se refere ao critério político-administrativo.

Como critério arbitrário e subcritério foram consideradas as áreas correspondentes às bacias hidrográficas do baixo curso dos rios Mumbaba, Gramame, Abiaí, Papocas e Goiana, conforme definidos por Barros (2007) e (MMA, 2006).

Aplicação dos critérios de delimitação à ZC-Sul/PB

Visando o processo de delimitação da ZC-Sul/PB, a imagem de satélite Landsat 7, obtida no site de acesso livre do United States Geological Survey (USGS), do ano de 2013, foi utilizada para gerar os mapas de uso e ocupação do solo da ZC-Sul/PB. O processamento digital da imagem para a obtenção das classes de uso tais como áreas húmidas e manguezais, entre outras, foi realizado utilizando os softwares Sistema de Processamento

de Informações Georreferenciadas (SPRING 5.2.7) e ARCGIS 9.3. Foram feitas visitas ao campo, no ano de 2018, para averiguação dos usos em áreas específicas. Paralelamente, utilizou-se o software Google Earth Pro 7.1.5 para dirimir dúvidas que ainda existiam sobre usos e ocupações em algumas áreas.

3.3.1 Delimitação com base nos critérios geográficos

- Áreas com ocorrência dos ecossistemas manguezais e áreas úmidas

O subcritério para a delimitação da ZC, considerando a extensão dos manguezais e áreas húmidas ou alagadas que caracterizam o ambiente costeiro e estuarino, é referenciado em vários trabalhos (Clark, 1997; Kay e Alder, 2005; Barragán e Andrés, 2016; Batista *et al.*, 2017), e no PNGC II (Brasil, 2004).

As áreas alagadas ocorrem na parte Sul da bacia hidrográfica do rio Abiaí, nos municípios de Caaporã, Pitimbu e Alhandra, com uma área aproximada de 12 km² no período chuvoso, indicando uma posição mais a Oeste para o limite da ZC. Esta variável não tem limite fixo, variando ao longo no tempo e do espaço.

Na ZC-Sul/PB ocorrem seis áreas de manguezais, nos estuários dos rios Gramame, Gurugi, Graú, Mucatu, Abiaí e Goiana, de portes variados, conforme mostrado na Figura 4.

Os valores das áreas dos manguezais nas áreas estuarinas, dos seus comprimentos máximos e dos municípios de ocorrência constam na Tabela 1. Os limites definidores da ZC-Sul/PB são definidos pela junção dos limites máximos dos manguezais e das áreas húmidas ou alagadas identificadas na Figura 4.

Tabela 1. Características dos manguezais na ZC-Sul/PB.

Table 1. Characteristics of the mangroves in ZC-Sul/PB.

Bacia	Rio	Município	Áreas dos manguezais (km ²)	Comprimentos dos manguezais (km)	Áreas da ZC (km ²)
Gramame	Gramame	João Pessoa/Conde	6,98	7,23	45,78
Abiaí	Gurugi ¹	Conde	0,40	1,59	273,6
	Graú ¹	Pitimbu/Conde	1,25	3,68	
	Mucatu ¹	Pitimbu	0,33	2,00	
	Abiaí	Pitimbu	5,79	4,30	
Goiana	Goiana	Pitimbu/Caaporã	5,60	12,53	32,07
Total					351,41

¹ Manguezal na bacia hidrográfica de rio de mesmo nome, considerado como integrante da bacia do rio Abiaí segundo a Resolução nº 03 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (CERH/PB).

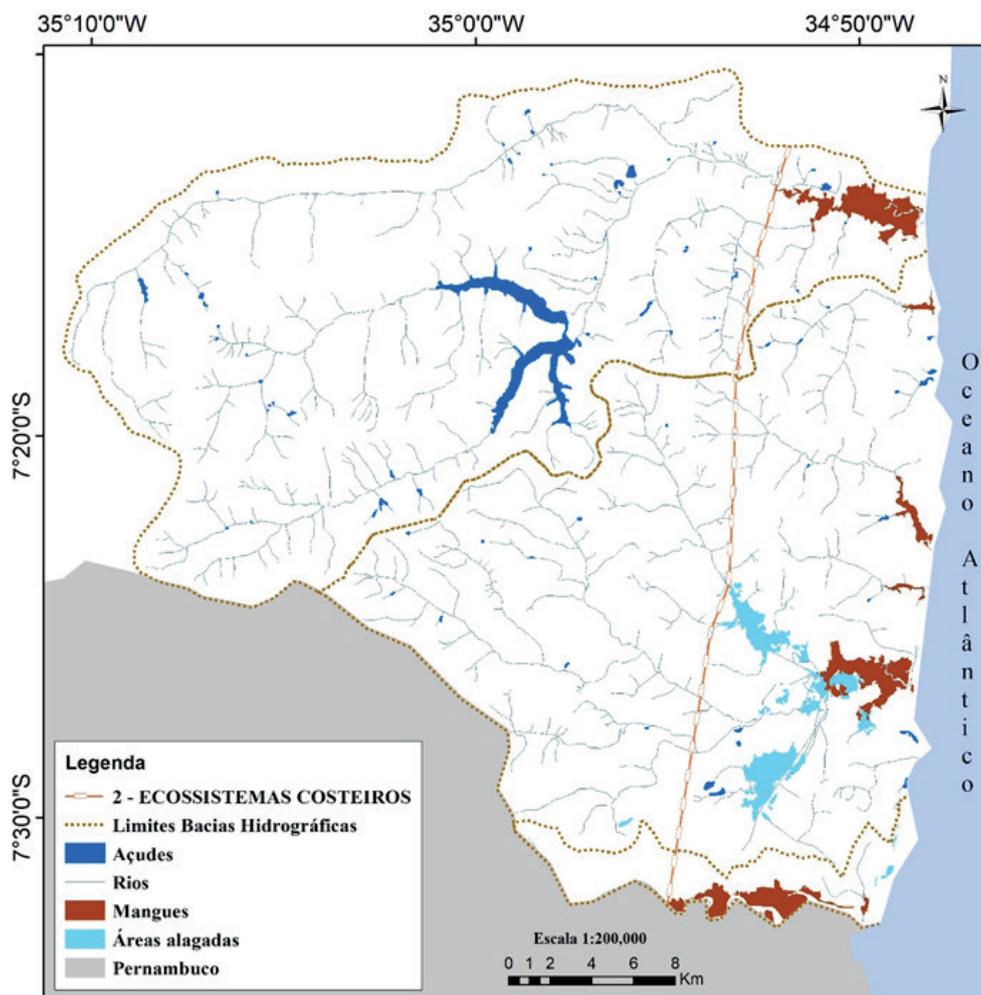


Figura 4. ZC-Sul/PB delimitada pelo critério dos ecossistemas, manguezais e áreas úmidas.

Figure 4. ZC-Sul/PB delimited by the criterion of ecosystems, mangroves and wetlands.

- Áreas referentes à salinidade dos rios – extensão da pluma salina

A extensão máxima da pluma salina no rio principal da BH é o subcritério adotado por alguns autores para a delimitação da ZC (Clark, 1997; Loitzenbauer e Mendes, 2011), sendo o limite mínimo de consideração de água salobra do rio de 0,5 ppt, conforme especificado na resolução CONAMA 357 (Brasil, 2004). Portanto, o definidor do limite Oeste para a ZC-Sul/PB, é a seção fluvial na qual ocorre esse valor, ou seja, não se observa mais a influência marinha.

A extensão da pluma salina a montante nos rios da planície costeira é considerada máxima nas condições de menor ocorrência de chuvas e de vazão fluvial nos meses de novembro e dezembro, que são os de ocorrência de menor pluviosidade na região litorânea Sul simultaneamente às marés de sizígia.

A distribuição da salinidade da água ao longo dos rios Gramame e Abiaí foi obtida por meio de medições com

sondas multi-paramétricas, tendo sido obtidos valores variando entre 25 ppt, na região estuarina, até valores menores do que 0,5 ppt a montante.

A delimitação por esse subcritério foi feita com base nos pontos onde a salinidade atingia 0,5 ppt, possibilitando o traçado da linha do limite da ZC, concordando entre esses pontos nos rios Gramame e Abiaí. No rio Gramame a seção de salinidade igual a 0,5 ppt ocorreu a 13,75 km de distância do oceano; no rio Abiaí a seção de salinidade 0,5 ppt ocorreu a 12,54 km de distância do oceano.

No rio Goiana, que limita os estados de Pernambuco e Paraíba, numa parte do seu baixo curso, as áreas de mangue ocorrem até uma distância do mar para o continente de 13,7 km. A partir desse ponto específico o rio muda de direção para Sul, entrando no estado de Pernambuco. Portanto, as distâncias referentes à influência salina na ZC-Sul/PB, abrangem áreas entre a extensão da pluma salina dos rios Gramame e Abiaí, e o rio Goiana até o ponto específico referido. Na Figura

5 é apresentada a representação gráfica dos trechos dos rios Gramame e Abiaí com os cartogramas dos valores de salinidade até 0,5 ppt. Esses pontos são os definidores do traçado do limite da ZC-Sul/PB pelo subcritério da extensão da pluma salina.

Os valores das áreas delimitadas da ZC pelo subcritério da pluma salina constam na Tabela 2, bem como o comprimento e as áreas da ZC-Sul/PB por BH do rio, além da área total.

- Áreas da ZC delimitadas pelo traçado da rodovia BR-101

A delimitação da ZC-Sul/PB, referente ao critério geográfico de distância fixa, com os seus limites coincidentes com o traçado da rodovia BR-101 no sentido Norte-Sul, é

apresentada na Figura 6. A área delimitada por esse critério abrange a totalidade dos territórios dos municípios de Caaporã e Pitimbu, que estão a Leste da rodovia BR-101, ou partes no caso dos municípios de João Pessoa, Conde e Alhandra.

A adoção desse critério de delimitação resultou dos estudos da paisagem costeira realizados por Matos de Carvalho (1998) e que é adotado pelo Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro na Paraíba. Identificaram-se os elementos característicos nas áreas à Leste da rodovia BR-101, como por exemplo, baixas inclinações, presença de planícies, manguezais, áreas húmidas, solos, entre outros elementos do ambiente característico das unidades de paisagem compatíveis com a classificação relativa à zona costeira (Matos de Carvalho, 1998). A delimitação da ZC-Sul/PB utilizando este critério é apresentado na Figura 6.

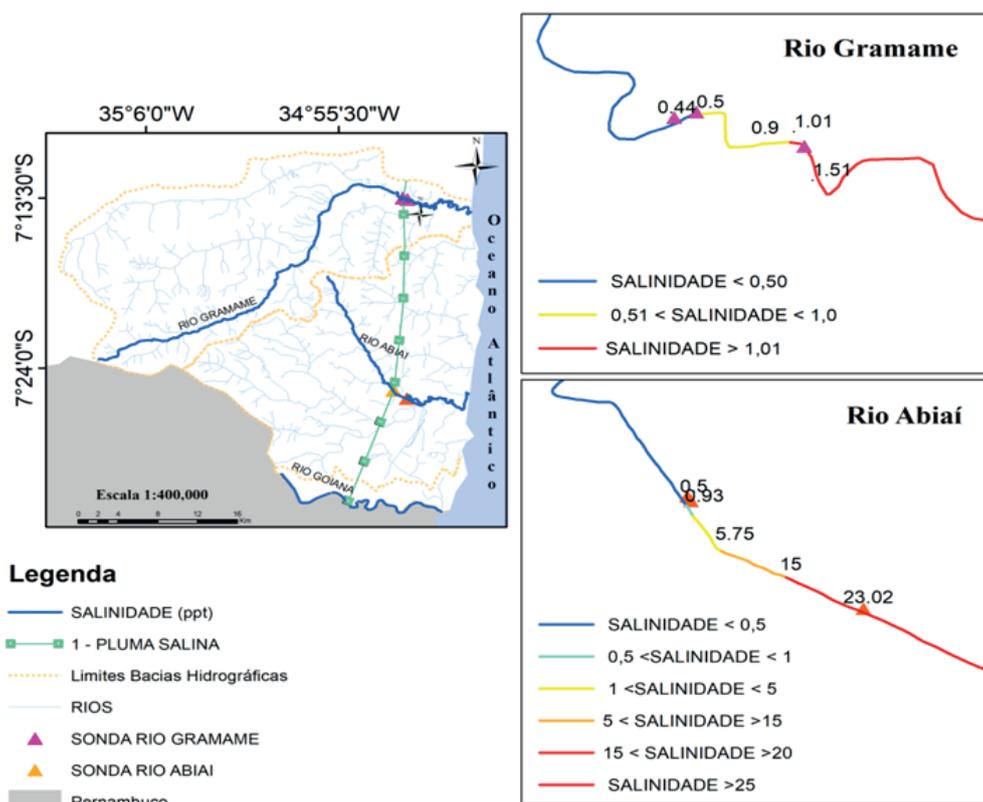


Figura 5. ZC-Sul/PB definida pelo subcritério da pluma salina.

Figure 5. ZC-South/PB defined by sub-criterion of saline plume.

Tabela 2. Comprimento da pluma salina nos rios e áreas da ZC-Sul/PB.

Table 2. Saline plume length in the rivers and ZC-South/PB áreas.

Bacia do rio	Município	Comprimento da pluma salina (km)	Áreas da ZC (km ²)
Gramame	João Pessoa/Conde	13,75	36,51
Abiaí	Pitimbu/Alhandra	12,54	223,61
Goiana	Caaporã	13,70	31,14
Total			291,27



Figura 6. Limite da ZC-SUL/PB referente à rodovia BR-101.

Figure 6. ZC-SUL/PB boundary for the BR-101 highway.

Na tabela 3 são apresentados os valores das áreas delimitadas da ZC-Sul/PB pelo traçado da rodovia BR-101, por município e por BH, além da área total.

Tabela 3 - Bacias hidrográficas, municípios e as áreas delimitadas da ZC-Sul/PB.

Table 3 - Watersheds, municipalities and the delimited areas of the ZC-Sul/PB.

Bacia hidrográfica	Municípios	Áreas da ZC (km ²)
Gramame	João Pessoa/Conde	118,02
Abiaí	Pitimbu/Alhandra/ Conde/Caaporã	433,88
Goiana	Pitimbu/Caaporã	47,97
Total		599,87

3.3.2 Delimitação com base no critério Arbitrário

- Áreas referentes aos limites dos baixos cursos dos rios Gramame, Abiaí e Goiana

Este critério teve como referência os estudos de Barros (2007) e MMA (2006). No relatório sobre Subsídios à Discussão do Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e

da Zona Costeira (MMA, 2006), consta que os recortes territoriais referentes à Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997b) e à Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 1981) e ao PNGC II (Brasil, 1988) são distintos e não coincidem entre si. Assim, o relatório afirma que é necessário encontrar a intercessão desses recortes, fornecendo indicações de que a tendência é para se adotar a linha que demarca a bacia hidrográfica contribuinte ao baixo curso do rio como a área correspondente à ZC. Nesse sentido, Barros, (2007) considerou a bacia hidrográfica do baixo curso do rio São João, como um dos critérios para reconhecer a ZC, por possuir uma topografia de áreas de predominância quase horizontal.

A ZC-Sul/PB definida por esse critério, de distância fixa, é apresentada na Figura 7. Foram utilizados para o traçado dos limites da transição do médio para o baixo curso dos rios, Gramame, Mumbaba, Abiaí, Papocas e Goiana. Na Figura 7 pode ser observado o traçado da linha de delimitação da ZC-Sul/PB, bem como as curvas de níveis das áreas do baixo curso dos rios.

Na Tabela 4 são mostradas as distâncias da foz no oceano até os pontos definidores da ZC-Sul/PB, bem como as suas áreas da em cada município abrangido.

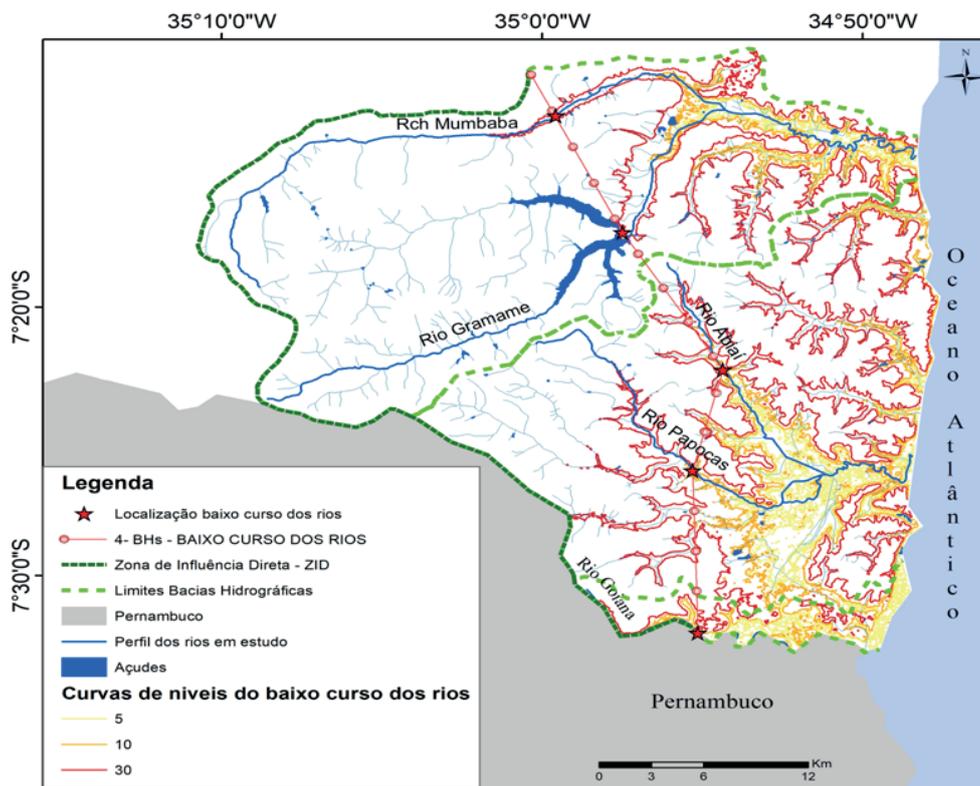


Figura 7. Traçado da ZC-SUL/PB pelos limites das BH do baixo curso do rio.

Figure 7. ZC-SUL / PB traced by the boundary of the BH of the lower river course.

Tabela 4. Áreas da ZC-Sul/PB por BH, municípios, e distâncias do limite do baixo curso à foz.

Table 4. Areas of ZC-Sul/PB by BH, municipalities and distances from the limit of the lower course to the mouth.

Bacia	Rios	Localização - Município	Distância do baixo curso (km)	Áreas da ZC (km ²)
Gramame	Mumbaba	Santa Rita	23,24	200,90
	Gramame	Conde	22,73	
Abiaí	Abiaí	Alhandra	13,90	334,71
	Papocas	Divisa (Pitimbu/ Caaporã)	14,08	
Goiana	Goiana	Caaporã	9,74	33,32
Total				568,93

3.3.3 Delimitação com base no critério Operacional

-Áreas referentes aos limites dos Municípios Costeiros segundo o PNGC II

Seguindo os parâmetros especificados no PNGC II, como o critério político-administrativo, de distância fixa, o limite da ZC-SUL/PB é definido pelos municípios defrontantes com o mar na área do Litoral Sul (João Pessoa, Conde e Pitimbu); os municípios não defrontantes com o mar onde existem áreas estuarinas (Caaporã e Alhandra); os municípios que apresentam, no seu território, atividades ou infra-estruturas com potencial de grande impacto

ambiental sobre a Zona Costeira (Santa Rita com presença de grande barragem do reservatório fluvial Gramame-Mamuaba; Pedras de Fogo com lançamento de esgotos sanitários e empreendimentos poluidores) (Figura 8).

3.4 Síntese das delimitações da ZC-Sul/PB

A visualização do conjunto das delimitações sintetizadas, segundo os cinco critérios referidos, para a ZC-Sul/PB é apresentada na Figura 9.

Na Tabela 5 são listados os critérios e subcritérios usados e suas características para as delimitações da ZC-Sul/PB, as larguras máximas e mínimas da ZC-Sul/PB até o oceano, e as suas áreas. Apresentam-se ainda os valores da área da ZID e da sua máxima largura.

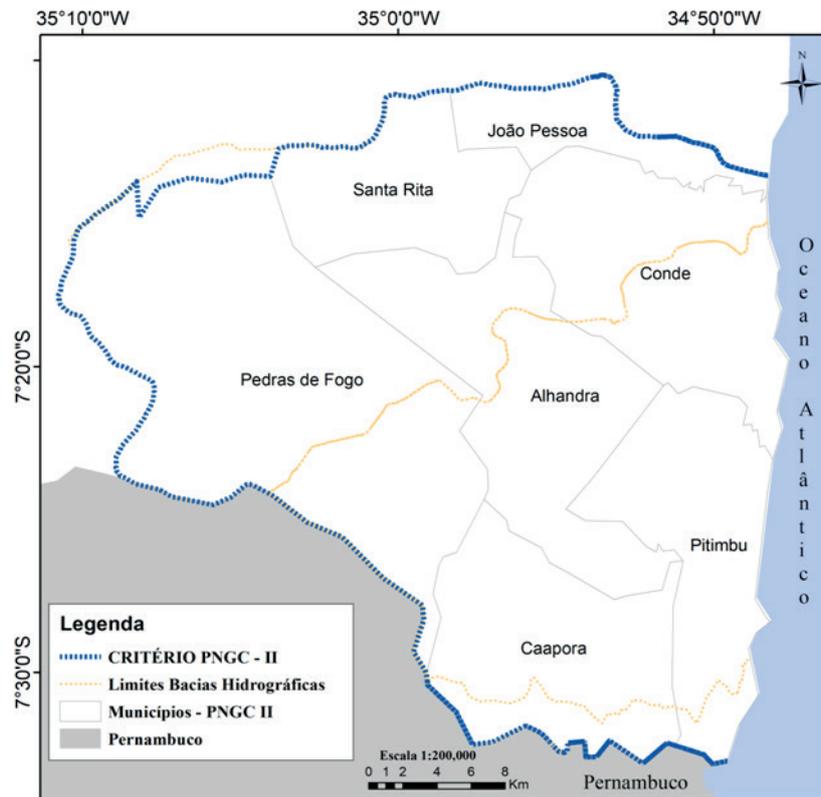


Figura 8. ZC-SUL/PB segundo o PNGC II.

Figure 8. ZC-SUL/PB according to PNGC II.

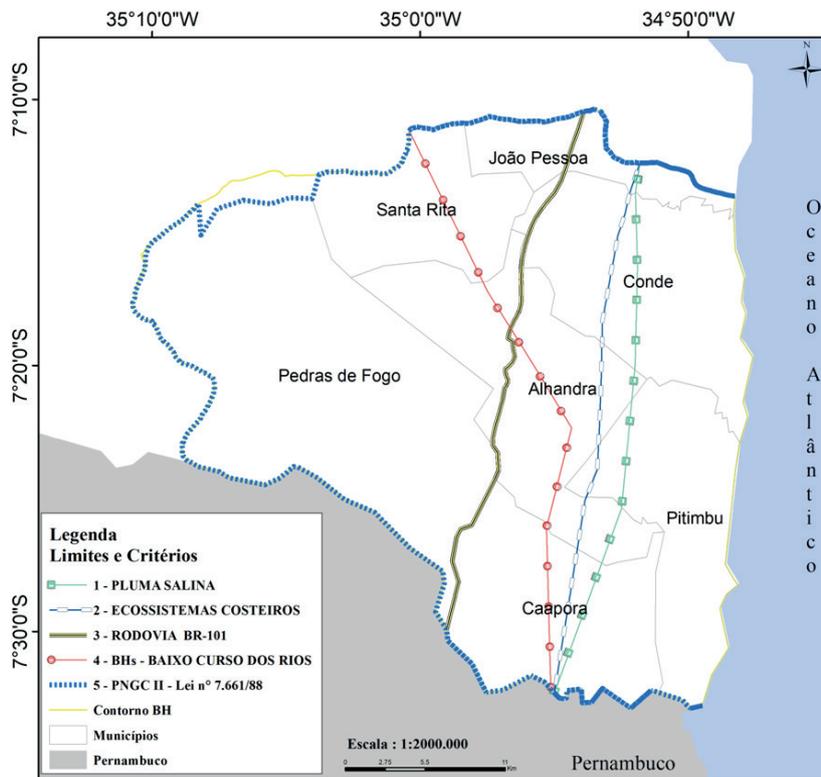


Figura 9. Representações para a ZC-Sul/PB de acordo com os cinco critérios.

Figure 9. Representations for ZC-South/PB according to the five criteria.

Tabela 5. Critérios, subcritérios, larguras e áreas para a ZC-Sul/PB e ZID.

Table 5. Criteria, subcriteria, widths and areas for ZC-South/PB and ZID.

Critério	Característica	Largura (km)		Áreas da ZC/ ZID (km ²)
		Máxima	Mínima	
Geográfico	Eossistemas - Limites dos manguezais e áreas alagadas ¹	10,27	7,54	351,40
	Extensão da pluma salina ¹	10,27	9,56	291,27
	Sub-bacias hidrográficas dos baixos cursos dos rios ¹	22,75	10,27	568,98
Arbitrário	Limite referente ao trajeto da rodovia BR-101	19,38	16,53	599,87
Operacional	Limite segundo o PNGC II	42,72	14,30	1.161,82
ZID	BHs contribuintes aos trechos alto e médio dos rios	26,77	-	606,38

¹ Subcritério geográfico.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados relativos às cinco delimitações realizadas de acordo com os critérios especificados neste trabalho, permite se fazer algumas avaliações acerca da representatividade da ZC-Sul/PB como espaço geográfico que seria adequado para as atividades para a gestão da zona costeira.

Deve ficar claro que a ZC-Sul/PB delimitada levando em conta o subcritério da extensão da máxima pluma salina não é suficiente para envolver todas as porções das áreas com características compatíveis com o ambiente próprio de ecossistemas costeiros, uma vez que as áreas alagadas não estão contempladas no seu interior.

Com área um pouco maior do que a delimitada pelo critério da extensão máxima da pluma salina, a ZC-Sul/PB delimitada pelo subcritério dos ecossistemas costeiros contém as áreas onde são exercidas as influências do ambiente flúvio-marinho com as ocorrências das áreas alagadas e a vegetação característica dos manguezais.

A área da ZC-Sul/PB delimitada pelo critério dos limites das BHs dos baixos cursos dos rios Gramame, Abiaí e Goiana, expressa com destaque a amplitude da planície do rio Gramame, distanciando-se dos limites dos ecossistemas costeiros e da rodovia BR-101, na parte Norte da ZC-Sul/PB.

A leitura das características do espaço litoral feita por Matos de Carvalho (1998), definidora do critério de delimitação pelo traçado da rodovia BR-101 como limite da ZC-Sul/PB, revelou-se bastante pertinente na medida em que abrangeu as delimitações dos critérios relativos aos ecossistemas costeiros e da pluma salina, e boa parte das BHs dos trechos de baixo curso, excetuando-se uma porção Norte da ZC-Sul/PB. A delimitação, com base neste critério, pode ser vista como o de maior coerência, ou mais adequado, uma vez que todos os elementos característicos e definidores da transição entre os domínios continental e marinho se situam a Leste, sem envolver grandes áreas das BHs.

O critério político-administrativo, segundo o PGNC II, é mais conservador, apresentando uma relação de áreas aproximadamente quatro vezes maior do que a área delimitada pelo critério da extensão da pluma salina. Os limites da ZC-Sul/PB, segundo esse critério, são praticamente coincidentes com os limites das BH dos rios nas áreas altas. Verifica-se ainda que a ZC-Sul/PB, segundo esse critério envolve áreas de municípios distantes dos ambientes costeiros.

É de salientar que a RESEX Acaú-Goiana se insere em todas as áreas das ZC delimitadas, enquanto que a APA Tambaba extrapola os limites Oeste da ZC delimitada pelos critérios da extensão da pluma salina e dos ecossistemas costeiros.

A ZID, conforme definido neste trabalho, apresenta uma área um pouco maior do que a área relativa à ZC-Sul/PB definida de acordo com o critério da rodovia BR-101. Nas áreas da ZID se encontram o reservatório Gramame-Mamuaba e o município de Pedras de Fogo, além de diversos empreendimentos de potencial poluidor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo, embora apresentado no contexto da Zona Costeira Sul do estado da Paraíba, tenta contribuir como um exemplo de aplicação de metodologias que visam preencher uma lacuna ainda existente na literatura específica sobre delimitação de ZC, considerando múltiplas variáveis, podendo ser adaptadas às diversas situações que poderiam ocorrer. Tenta ainda contribuir com uma breve revisão sobre as influências flúvio-marinhas incluindo a apresentação de um diagrama conceptual das inter-relações espaço-temporais das águas do sistema costeiro e da bacia hidrográfica.

Diversas obras de barramento e captações de água em rios da zona costeira têm sido implementadas, chegando a constituir ameaças a importantes ecossistemas costeiros, como os manguezais, ou o aumento da intrusão salina. Assim, uma definição racional para o limite da ZC deve

induzir a localização dessas obras hidráulicas localizadas nas bacias hidrográficas a montante, mas considerando seções de rios de vazões exequíveis para aproveitamento. No entanto, é imprescindível realçar a restrição para a implantação dessas estruturas em sítios suficientemente distantes do limite da ZC, em seções a montante, nas quais não haja indícios da ocorrência de características de ambiente flúvio-marinho.

O presente estudo concentrou-se nas delimitações da ZC-Sul/PB e suas áreas, empregando os critérios e subcritérios Geográficos, Arbitrários e Operacionais. As delimitações mostraram uma grande variedade de áreas para a ZC-Sul/PB, segundo os objetivos expressos nas suas definições. As delimitações referem-se a áreas ou zonas onde deve haver uma forte interação do grau de influência entre a terra e o mar com o propósito de contribuir para o planejamento da gestão de recursos hídricos e da gestão costeira. Trata-se de uma ferramenta de caráter ilustrativo que poderá contribuir para um melhor entendimento da gestão costeira integrada do local estudado, apresentando diferentes possibilidades para a delimitação das zonas costeiras.

Ao contrário da área delimitada para a ZID, alguns limites da ZC-Sul/PB são bastante estreitos, situando-se em unidades geomorfológicas equivalentes, com suas interconexões com os estuários, áreas adjacentes e de terrenos de baixa declividade, por receberem influência direta do mar principalmente na salinidade da água dos rios, devido aos gradientes flúvio-marinhos e o movimento das marés. É o caso da ZC-Sul/PB delimitada considerando os critérios do comprimento da máxima pluma salina e da extensão dos ecossistemas costeiros, que não resultaram em grandes diferenças entre as áreas delimitadas de acordo com esses dois critérios de delimitação.

Devido à baixa ocupação humana, que ainda pode ser observada na área de atuação do CBHLS, a ZC-Sul/PB não foi objeto de delimitação sob a ótica da influência das variáveis relativas às características socioeconômicas.

Os critérios propostos para a ZC-Sul/PB devem ser revistos de forma contínua, devendo fazer parte de um processo de planejamento cíclico, uma vez que os impactos gerados nas BHs a montante e as mudanças no uso do solo poderão justificar a adoção de novos limites, inclusive com a possibilidade de uma delimitação híbrida, incluindo as características socioeconômicas para uma representação mais apropriada.

À luz dos critérios apresentados, a representação cartográfica da zona costeira em mapas deve permitir uma visão ampla das alternativas de delimitação, levando em consideração os critérios e as características que são importantes para região, no sentido de atender às diferentes políticas e diretrizes de uso, gestão e proteção desses espaços geográficos.

REFERÊNCIAS

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ATLAS ESGOTOS Despoluição das Bacias Hidrográficas. Situação dos Esgotos, Brasília, 2017. Disponível em <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: dezembro de 2018.
- Bank, W. (1993). "The Noordwijk Guidelines for Integrated Coastal Zone Management". Environment Department, Land, Water and Natural Habitats Division in Beukenkamp *et al.* World Coast Conference 1993: proceedings, Coastal Zone Management Centre. The Netherlands, National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ - 111. Centre Publication No. 4, ISBN 90-369-0305-X.
- Barragán, Juan Manuel Muñoz. (2014) Política, Gestión y Litoral. Nueva visión de la gestión integrada de áreas litorales. Editorial Tébar Flores. 206 p. ISBN 978-84-7360-518-2. Disponível em: <(www.tebarflores.com)>. Acesso em: Junho 2018.
- Barragán, Juan Manuel Muñoz; Andrés, María de. (2016) Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación. Journal of Integrated Coastal Zone Management / Revista de Gestão Costeira Integrada, v. 16(2), p. 171-183. ISSN 10.5894/rgci638. http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci638_Barragan.pdf.
- Barros, Sergio Ricardo da Silveira. (2007). A inserção da Zona Costeira nas Territorialidades da Bacia Hidrográfica do Rio São João – RJ: Inter-Relações, Trocas e Conflitos. Niterói - Rio de Janeiro.
- Batista, C. Milanés.; Suarez, Andrés.; Saltaren, Camilo. M. B. (2017). Novel method to delimitate and demarcate coastal zone boundaries. Ocean & Coastal Management, v. 144, p. 105 e 119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.04.021> 0964-5691/© 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.
- Bezerra, I. S.; Cabral da Silva, T. (2014). Análise de riscos à perda de solo para diferentes cenários de uso e ocupação na bacia hidrográfica do rio Abiaí-Papocas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, v. 19 n.4, p. 195-204, Out/Dez.
- Brasil. (1981). Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília.
- Brasil. (1988). Lei Nº 7.661, de 16 de Maio de 1988, Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.
- Brasil. (1988). Lei Nº 7.661, de 16 de Maio de 1988, Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.
- Brasil. (1996). Decreto Nº 1.905, de 16 de Maio de 1996. Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, conhecida como Convenção de Ramsar, de 02 de fevereiro de 1971.
- Brasil. (1997a). Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC II). Comissão Interministerial para os Recursos do Mar/Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Brasil.
- Brasil. (1997b). Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei nº 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997.
- Brasil. (2000). A Reserva Extrativista Acaú-Goiana, Lei Federal no 9.985/2000, Art. 18º. 2000. Site da RESEX Acaú-Goiana: <https://sites.google.com/site/bibliotecavirtualdaresex/http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2280-resex-acau-goiana.html>.

- Brasil. (2004). Decreto N° 5.300 de 7 de dezembro de 2004: Regulamenta a Lei no 7.661 de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro PNGC e dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla.
- Cabral da Silva, Tarciso; Matos de Carvalho, Maria Betania; Gadelha, Carmem L. M.; A Silva Júnior, Wamberto R. (2008). Diagnóstico e Hierarquização de Problemas de Drenagem Urbana da Zona Costeira Sul do Estado da Paraíba Engenharia Sanitária Ambiental, p. Vol.13 - N° 2 p.144-152, abr/jun.
- CERH (2003). Resolução N° 03, de 05 de novembro de 2003 Áreas de atuação dos Comitês. Clark, J. R. (1997). Coastal zone management for the new century. *Ocean & Coastal Management*, v. 37, No. 2, p. 191-216.
- CLIMATE-DATA. (2018) Site (<https://pt.climate-data.org/americanosul/brasil/paraiba/joaopessoa-4983/#climate-graph>). Acesso em novembro de 2018.
- Cuba. (2000) DECRETO-LEY No 212. Gestion de la Zona Costera. 8 de agosto de 2000.
- Deputados, Câmara dos (2013). PROJETO DE LEI N.º 6.969-A, DE 2013. Altera a Lei nº 9.605, de 1998 e a Lei nº 7.661, de 1988, 2013. <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=604557>.
- Diegues, A. C. S. (2001). *Ecologia Humana e Planejamento em Áreas Costeiras*. 2 ed, 225p. São Paulo: Nucleo de Apoio à Pesquisa sobre Produção Humana em Áreas Úmidas, USP. ISBN 85-87304-03-8.
- European, C. (1996). Demonstration Programme on integrated management of coastal zones. XI/79/96, February 1996. (Including Communication from the Commission on integrated management of coastal zones).
- Freitas, Mariana Almeida Passos de. (2015). Zona costeira brasileira: delimitação, questões jurídicas, unidades de conservação e natureza de patrimônio nacional. *Revista de Doutrina da 4ª Região*, Porto Alegre, n.66, jun 2015. Disponível em: http://www.revistadoutrina.trf4.jus.br/artigos/edicao066/Mariana_deFreitas.html Acesso em julho de 2018.
- Giraldo, Rojas X.; P.C., Sierra-Correa; P., Lozano-Rivera; A., López Rodríguez. (2010). Guía metodológica para el manejo integrado de las zonas costeras en Colombia. Manual 2: planificación de la zona costera. Serie de Documentos Generales INVEMAR, v. 44, 74 p. ISBN 978-958-8448-32-9.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2019). Normal climatológica de 1981-2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas> Acesso em Junho de 2019.
- Kay, R.; Alder, J. (2005). *Coastal planning and management*. 2nd ed. p. cm. Coastal zone management. I. Alder, Jackie, 1954– II. Title. HT91.K36 2005 333.9 '7–dc22 2004014309. ISBN 0-415-31772-X (hbk) ISBN 0-415-31773-8 (pbk).
- Lacaz, F. A. D. C.; Porto, M. F. D. S.; Pinheiro, T. M. M. (2016). Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 42, p 9. ISSN 2317-6369. (online) AGB-Porto Alegre, Porto Alegre <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6369000016016>.
- Loitzenbauer, E.; Mendes, C. A. B. (2011). Dinâmica da salinidade como uma ferramenta para a gestão integrada de recursos hídricos na zona costeira: uma aplicação à realidade brasileira. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, p. 233-245, Vol. 11 (2).
- Loitzenbauer, E.; Mendes, C. A. B. (2015). O estuário como unidade de gestão costeira: uma aplicação na bacia do rio Itajaí, SC, Brasil. In: VIII Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. 14 a 16 de Outubro de 2015. Aveiro, Portugal. 15p.
- Loureiro Filho, L. D. S. (2016). Proteção conferida à zona costeira brasileira na esfera do município. *Revista da Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo*, v. 111, p. 225 - 262, jan./dez.
- Machado, Lia. O. (1988). Limites, fronteiras, redes. In: Strohaecker, T. M.; Damiani, A.; Schaffer, N. O.; Bauth, N. & Dutra, V. S. (orgs.). *Fronteiras e espaço global*. Porto Alegre, AGB. p. 41-49.
- Matos de Carvalho, M. B. (1998). *Mutações na Paisagem do Litoral Paraibano*. São Paulo: Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo. São Paulo – SP. FAU/USP. Março. 1997, 175f.
- Medeiros, Paulo Ricardo Petter; Santos, Manoel Messias dos; Cavalcante, Geórgenes Hilário; Souza, Weber Friederichs Landim de; Silva, Wilson Francisco da (2014). Características ambientais do Baixo São Francisco (AL/SE): efeitos de barragens no transporte de materiais na interface continente-oceano. *Geochimica Brasiliensis*, v. 28(1), p. 65-78. DOI: 10.5327/Z0102-9800201400010007.
- Medeiros, Raimundo Mainar de; Francisco, Paulo Roberto Megna; Santos, Djail; Matos, Rigoberto Moreira de; Saboya, Luciano Marcelo Falle. (2015). Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 08 N. 04. ISSN 1006-1016.
- Mello, Kaline; Rogério Hartung Toppa; Denis Moledo de Souza Abessa Mariana Castro. (2013). Dinâmica da expansão urbana na zona costeira brasileira: O caso do município de São Vicente, São Paulo, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 13(4), p. 539-551.
- MMA. (2006). Subsídios à Discussão do Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e da Zona Costeira. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos – SQA, Programa de Gestão Ambiental Territorial – PGT, Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho - GERCOM. BRASILIA, DF, p. 77.
- Monteiro, P. M. S.; Marchand, M. (2009). *Catchment2Coast: A systems approach to coupled river-coastal ecosystem science and management*. Deltares Select Series, Amsterdam, Países Baixos., p. Press, Amsterdam, Países Baixos. ISBN: 978- 1607500308, Vol. 2, 92p.
- Moraes, A. C. R. (1999). *Contribuição para a Gestão da Zona Costeira do Brasil: Elementos para uma geografia do litoral brasileiro*. São Paulo: Edusp/ Hucitec, 229p.
- Moraes, Antônio Carlos Robert; Zamboni, Ademilson. (2005). *Construindo o conceito de orla marítima. Projeto Orla. Subsídios para um Projeto de Gestão*. Brasília, DF, Brasil: Ministério do Meio Ambiente / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 5- 9 p. http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/11_04122008110506.pdf.
- Neves, Silvana. M. (2003). *Tese de Doutorado Erosão Costeira no Estado da Paraíba*. Universidade Federal da Bahia. Instituto de

Delimitações da zona costeira Sul do estado da Paraíba, Brazil

- Geociências Curso de Pós-Graduação em Geologia Área de Geologia Sedimentar - Salvador - Bahia, setembro.
- Nicolodi, J. L.; Zambon, A.; Barroso, G. F. (2009). Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas Zonas Costeiras no Brasil: Implicações para a Região Hidrográfica Amazônica. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 9(2), p. 9-32.
- Paraíba. (1991). Decreto N. 276, de 25 de janeiro de 1991. Institui Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba.
- Pires, André. L. (2015) Análise da Vulnerabilidade ambiental das bacias hidrográficas do litoral sul paraibano, João Pessoa. João Pessoa-PB: Dissertação de Mestrado, UFPB/CT, 172f.
- Portugal. (2009). Resolução do Conselho de Ministros nº 82/2009, de 8 de setembro.
- Sorensen, J. C. E.; Mccrary, S. T. (1990). *Institutional Arrangements for Managing Coastal Resources and Environments*. Washington, DC, U.S.A.: 194p. No. 1. NPS/US AID Series, National Park Service, Office of International Affairs. ISBN: 978-0931531002.
- WEATHERSPARK. (2018). Site (<https://pt.weatherspark.com/y/31438/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Jo%C3%A3o-Pessoa-Brasil-durante-o-ano>). Acesso em janeiro de 2018.