Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Condições ambientais e socioeconômicas nas bacias hidrográficas costeiras do setor leste metropolitano de Fortaleza, estado do Ceará

Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Autor correspondente E-mail: bergalbu@yahoo.com.br

Marcos José Nogueira de Souza

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE)

E-mail: marcos.nogueira@uece.br

Artigo recebido em 02/04/2015 e aceito em 30/11/2015

RESUMO

Adotar a bacia hidrográfica como uma entidade espacial de análise compreende um esforço que se encontra atrelado ao tripé ambiental, social e econômico, tendo em vista que em sua morfologia são agregadas, sistematicamente, às ações da natureza e da sociedade. O estudo em apreço objetiva avaliar as condições ambientais e socioeconômicas das bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira e Mal Cozinhado, as quais envolvem no todo ou em partes os municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama, no estado do Ceará, com vista a diagnosticar sua importância hídrica e os principais cenários degradacionais. A fundamentação teórico-metodológica encontra-se nos estudos sistêmicos, baseada no viés da concepção e percepção das relações indissociáveis entre natureza e sociedade. Diante dos problemas diagnosticados no que se refere aos impactos ambientais negativos configurados no conjunto das bacias hidrográficas costeiras, destacam-se os elevados níveis de degradação da cobertura vegetal e contaminação/poluição dos corpos hídricos, tanto do ponto de vista industrial quanto residencial, devido às precárias e/ou inexistentes ações de saneamento básico. Por sua vez, as características degradacionais podem ser consideradas tensores desencadeadores para o atual cenário de degeneração dos sistemas ambientais outrora naturais, hoje antropizados. Conclui-se que critérios subjetivos devem ser substituídos por análises mais abrangentes e consistentes que deem subsídios concretos ao planejamento territorial no âmbito metropolitano.

Palavras-chave: sistema ambiental; urbanização; recursos hídricos.

Environmental and socioeconomic conditions in the coastal river basins of the metropolitan eastern sector of Fortaleza, state of Ceara

ABSTRACT

To adopt the river basin as a spatial entity to analysis entails an effort that is linked to environmental tripod, social and economic, considering that in their morphology are aggregated systematically the actions of nature and society. The study in appreciation objective assess environmental and socioeconomic conditions of coastal watersheds of rivers Catu, Cabure, Caponga Funda, Caponga Roseira and Mal Cozinhado, which involve all or parts of the cities of Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus and Pindoretama in the state of Ceara, to diagnose importance of the water and the main degradational scenarios. The theoretical and methodological foundation lies in the systemic studies, based on the bias of the conception and perception of the inseparable relationship between nature and society. Given the problems identified in relation to the negative environmental impacts configured in the combined coastal watersheds, high levels of degradation of land cover and contamination/pollution of water bodies, both point of view residential as industrial stand out due to poor and/or non-existent sanitation actions. In turn, the degradational characteristics can be considered triggers-tensioners for the current scenario of degeneration of natural once environmental systems, today anthropised. We conclude that subjective criteria should be replaced by more comprehensive and consistent analysis that give concrete subsidies to territorial planning at the metropolitan level.

Key-words: environmental system; urbanization; hydrous resources.

Introdução

Ao adotar a bacia hidrográfica como uma unidade de análise de sistemas ambientais, tem-se, como viés delineador, a concepção de que essa entidade geográfica é a mais adequada para se trabalhar com a proposta sistêmica, partindo da perspectiva do tripé formado pela dimensão ambiental, social e econômico, tendo em vista que em sua morfologia é agregada, sistematicamente, ações da natureza e da sociedade.

Nesse sentido, Zanella et al. (2013), comentam que as bacias hidrográficas compõem um sistema, no qual as relações entre os diferentes componentes formam uma paisagem peculiar, marcada por uma dinâmica específica, em que os seus componentes não se limitam aos elementos naturais, mas envolvem também a sociedade.

Conforme Soares (2001), a identificação de áreas como unidade ambiental conduzem ao estudo da paisagem necessária para a identificação, classificação, diagnóstico, prognóstico e análise pormenorizada do território, destacando-se assim suas características homogêneas, cujos limites ultrapassam as demarcações jurídicas, administrativas e, consequentemente, os limites físico/naturais, como é o caso das bacias hidrográficas.

Nesse contexto, a área em estudo compreende as bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú (161,9km²), Caburé (90,6km²), Caponga Funda (61,6km²), Caponga Roseira (73,2km²) e Mal Cozinhado (414,6km²), envolvendo em todo ou em parte os municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama, totalizando um recorte territorial que compreende 801,9km² do setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), como é mostrado na Figura 1.

Figura 1. Bacias hidrográficas costeiras do setor leste metropolitano de Fortaleza, Estado do Ceará

Dessa forma, ao tomar a bacia hidrográfica como uma unidade territorial, torna-se de fundamental importância compreender as características ambientais em consonância com a realidade socioeconômica, tendo em vista que decisões que analisem somente informações parciais e desconectadas, podem ocasionar desequilíbrios que impactam a capacidade de suporte do ambiente (Souza, 2000).

É válido mencionar que devido ao elevado crescimento demográfico e econômico que vem ocorrendo nos municípios da RMF nos últimos 30 anos, tem-se que os mesmos provocam impactos convergentes sobre os geossistemas das bacias hidrográficas costeiras, ocasionando inúmeros problemas socioambientais de magnitudes expressivas que se propagam de montante à jusante, ou seja, das nascentes fluviais até os setores estuarinos.

Para Silva (2009), a RMF vem experimentando transformações rápidas em sua estrutura e fisionomia urbana, com mudanças substanciais nos novos municípios que são agregados a essa Macrorregião de Planejamento, com destaque especial para o significativo processo de urbanização/crescimento populacional que vem se intensificando a cada ano.

Em virtude de ser um polo concentrador de riqueza e também de pobreza, a RMF congrega uma multiplicidade de atores que atuam conforme os seus interesses, tanto na metrópole, quanto em sua franja metropolitana. No caso específico do setor leste em destaque, merece evidência o setor industrial (nos municípios de Horizonte e Pacajus), turismo e imobiliário (nos municípios de Aquiraz, Cascavel e Pindoretama).

Por conseguinte, o desencadeamento de processos onde há degradação e exaustão dos recursos naturais, com destaque especial para os recursos hídricos, dentro de um cenário de intensa transformação urbana que vem associada à lógica da RMF, deve ser concebida por meio da análise socioambiental.

Assim, a concepção socioambiental surge como um importante delineador das condições organizacionais do espaço geográfico, por abordar o estudo integrado da paisagem sob a ótica sistêmica, agregando na análise espacial as variáveis de cunho ambiental, social e econômica (Albuquerque, 2012).

Nesse contexto, o estudo em epígrafe almeja avaliar as condições socioambientais das bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira e Mal

Cozinhado, com vista a diagnosticar sua importância hídrica e os principais cenários de degradação.

Na perspectiva de retratar a real importância dos recursos hídricos na atualidade, com ênfase numa região com características semiáridas, mesmo sendo categorizadas como bacias hidrográficas costeiras, têm-se os cenários de impactos ambientais negativos que se materializam na lógica metropolitana e, particularmente, na área em estudo, frente aos processos de crescimento urbano/demográfico, industrial, turístico e imobiliário.

A rigor, quando este processo é realizado de forma inadequada, ocasiona uma ação significativa de reestruturação da paisagem, como, por exemplo, nas condições de erosão dos solos, poluição/contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, desmatamentos indiscriminados, assoreamento dos canais fluviais, erosão costeira, aumento do desconforto térmico nos setores urbanos, problemas com enchentes e/ou inundações, entre outras variáveis inerentes às questões socioambientais vivenciadas *in loco* nas bacias hidrográficas costeiras em pauta.

Material e métodos

Na perspectiva de esboçar e compreender a importância das condições socioambientais em bacias hidrográficas costeiras, far-se-á uso de alguns conceitos que norteiam a ciência geográfica e o presente trabalho, dentre os quais: Natureza e Geossistema.

Dessa forma, os pressupostos teórico-metodológicos utilizados no estudo partem dos princípios da abordagem sistêmica. Tais orientações são importantes premissas na concepção do espaço geográfico e, particularmente, para as análises em bacias hidrográficas, tendo em vista que são nestes espaços (Natureza) que se materializam todas as ações e/ou contradições presentes na Sociedade.

Nesse sentido, fica evidente a importância do entendimento da dinâmica do espaço geográfico de forma global, onde há estreitas relações entre os aspectos físicos e humanos que se materializam no território enquanto condição para a existência da paisagem, tendo em vista que o espaço é produto e processo de manifestação da sociedade.

Vale destacar que a ciência geográfica propõe-se a estudar a relação sociedade/natureza a partir das transformações que ocorrem no território como resultado dessas inter-relações complexas e/ou contraditórias e, assim, contribuir

na elaboração de práticas e instrumentos que auxiliem na busca de um modelo de desenvolvimento que agregue condições de sustentabilidade e/ou que se aproxime deste (Albuquerque e Souza, 2011).

Segundo o viés delineado por Nascimento & Sampaio (2004/2005), a teoria sistêmica tem-se configurado como o método mais eficaz no desenvolvimento de estudos aplicados no campo de ação da Geografia Física, sendo regida pela perspectiva do Geossistema de forma interativa, indissociável e dinâmica nos estudos da natureza, destacando aqui os estudos aplicados em bacias hidrográficas.

Em virtude de ser a natureza um todo integrado, menciona-se que o sistema ganha impulso com a energia (gravimétrica e solar) que incide na superfície terrestre (fase primordial). Por meio desta energia, os elementos constituintes da natureza se estruturam e se agregam de forma harmônica por meio do potencial ecológico (clima/hidrologia/geomorfologia), da exploração biológica (vegetação/solo/fauna) e da ação humana (ações preservacionistas, conservacionistas e degradacionais), que conjecturam a interface do Geossistema, como pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2. Representação esquemática do conceito de Natureza

Fonte: Adaptado de Bertrand (1972) e Souza (2000). Elaboração dos autores (2015).

Para Souza (2000), o advento do conceito de geossistema foi um passo primordial no estudo da natureza, não só porque permitiu trazer à luz um conhecimento novo, com um fundamento teórico mais sólido, que atendia às necessidades advindas da própria evolução da Geografia como ciência na modernidade, mas, também, porque deu a ela um método de pesquisa que se apóia em bases científicas com muito mais cabedal.

Dessa forma, o geossistema deu à Geografia Física um melhor caráter metodológico, até então complexo e mundialmente indefinido, facilitando e incentivando os estudos integrados das paisagens, na perspectiva de melhor entender a natureza com todos os seus componentes, possibilitando a coleta, correlação e análises dos dados (Nascimento e Sampaio, 2004/2005, p. 168).

Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica é adotada como uma unidade de investigação de comportamento sistêmico, por conseguinte, sua importância como unidade de pesquisa, planejamento e gestão territorial, é justificada pela possibilidade de visualização concreta das inter-relações presente no binômio sociedade-natureza (Zanella, et al., 2013).

Com relação aos materiais utilizados na pesquisa, destacam-se que foram priorizadas e utilizadas imagens orbitais, dados e *softwares* disponibilizados gratuitamente, ou com licença de instituições, trabalhando na perspectiva de gerar informações úteis e pertinentes que deem subsídios exitosos e executáveis para avaliar as condições socioambientais das bacias hidrográficas costeiras em epígrafe, na perspectiva de diagnosticar sua importância hídrica e os principais cenários degradacionais.

Com o recorte espacial definido e os objetivos traçados, foi realizado: 1) levantamento bibliográfico (universidades e demais órgãos públicos para consulta de artigos, periódicos, anais de eventos, diagnósticos, relatórios, monografias, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros que abordam a temática trabalhada); 2) coleta de dados estatísticos e indicadores socioeconômicos; 3) análise e interpretação de material geocartográfico (mapeamento), e 4) reconhecimento *in loco* do objeto de estudo (trabalho de campo), objetivando considerar toda a complexidade existente nas bacias hidrográficas ora em análise.

Resultados e discussão

Compartimentação Geoambiental

A compartimentação geoambiental das bacias hidrográficas costeiras em pauta contempla a caracterização dos diversos aspectos naturais que se materializam nos sistemas ambientais. De acordo com Funceme (2009), os sistemas ambientais são integrados por vários elementos que mantêm relações mútuas entre si e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e energia. Por sua vez, cada sistema é caracterizado por um relacionamento harmônico entre os seus componentes e representa uma unidade de organização no ambiente natural.

Nessa perspectiva, os sistemas ambientais, “...são dotados de uma capacidade de suporte que também os individualiza sob o ponto de vista das potencialidades e limitações para o uso dos recursos naturais. Desse modo, cada sistema reage também de forma singular no que tange às condições de uso e ocupação da terra” (Funceme, 2009, p. 11).

Nesse sentido, os sistemas ambientais que compõem o recorte espacial que contempla as bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponga Funga, Caponga Roseira e Mal Cozinhado foram delimitados considerando-se a inter-relação dos seus elementos no tocante a sua dimensão estrutural e escultural, bem como inserindo na análise as características de origem e evolução do modelado. Assim, os aspectos geomorfológicos são utilizados como um dos principais critérios para a delimitação dos

sistemas ambientais, dadas as suas características de síntese dos processos ambientais (Souza, 2000).

Portanto, com base na proposta geossistêmica, considera-se, em seu âmbito epistemológico, as variáveis ambientais relativas ao suporte (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidroclimáticas) e a cobertura (solos e recobrimento vegetal), frente as suas limitações e potencialidades quanto ao uso e ocupação da terra. Sob esse aspecto, o conceito de paisagem assume importante significado para a delimitação das unidades ambientais, em virtude da exposição de padrões uniformes ou com relativa homogeneidade (Souza, et al., 2009).

Neste interim, Ross (2009) afirma que os sistemas e os subsistemas ambientais constituem espaços territoriais que detêm certo grau de homogeneidade fisionômica, já que o ambiente natural reflete o jogo de forças antagônicas e ao mesmo tempo convergente. Como exemplo desta troca de matéria e energia, merece destaque o relevo e a vegetação, tendo em vista que esses elementos se mostram mais claramente na paisagem à visão humana.

Ao confirmar essa assertiva, Souza et al., (2009) reconhecem que a compartimentação geomorfológica deriva da herança da evolução geoambiental, pelo menos de idade Terciário-Quaternária, em que cada compartimento tende a ter padrões de drenagem superficial, associações típicas de solos e características singulares quanto aos aspectos fitofisionômicos e, por consequência, os padrões de uso e ocupação da terra, tendo em vista que a natureza é um todo integrado.

Ao considerar as características retromencionadas, os sistemas ambientais das bacias hidrográficas costeiras, objeto de estudo nesta pesquisa, foram compartimentados da seguinte forma: 1) planície litorânea, tendo como subsistemas os setores de faixa de praia e terraços marinhos, dunas móveis e dunas fixas e, planícies flúvio-marinhas; 2) planícies fluviais e lacustres; 3) tabuleiros pré-litorâneos; 4) morros e cristas residuais; e, 5) transição tabuleiro pré-litorâneo/depressão sertaneja, como pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3. Sistemas ambientais das bacias hidrográficas costeiras em pauta.

De acordo com Souza (2005), a compartimentação dos sistemas ambientais visa subsidiar o ordenamento do território de acordo com seus condicionantes geoambientais (potencial ecológico, exploração biológica e ação humana) e suas inter-relações, através da delimitação de áreas cujos conjuntos formam unidades relativamente homogêneas.

Neste sentido, a abordagem geoambiental e a delimitação dos sistemas naturais possibilitam a análise integrada das condições ambientais, na perspectiva de indicar alternativas sustentáveis

e/ou que se aproximem desse conceito. Portanto, é possível indicar as potencialidades e limitações de cada ambiente para melhor avaliar a capacidade de suporte frente aos diversos cenários degradacionais.

Dessa forma, as bacias hidrográficas costeiras do setor leste da RMF foram compartimentadas por meio das características dos domínios naturais, que, notadamente, derivam os sistemas e subsistemas ambientais, como são sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1. Sistemas ambientais nas bacias hidrográficas costeiras em pauta

Domínios Naturais	Sistemas Ambientais (GEOSSISTEMAS)	Subsistemas Ambientais (GEOFÁCIES)
Ambientes deposicionais do litoral e do interior; Superfícies pré-litorâneas interiores e Planícies de acumulação	Planície litorânea	Faixa de praia e terraços marinhos
		Dunas móveis e dunas fixas
		Planície flúvio-marinha
	Tabuleiro pré-litorâneo	Tabuleiro pré-litorâneo
Depressão sertaneja pré-litorânea e Maciços residuais	Planície ribeirinha	Planície fluvial e lacustre
	Sertões pré-litorâneos	Transição tabuleiro pré-litorâneo/depressão sertaneja
	Morros e cristas residuais	Morros e cristas residuais

Fonte: Adaptado de Souza (2000, 2005). Elaboração dos autores (2015).

Destaca-se que as abordagens dos aspectos associados com a fisiologia da paisagem, a partir de suas características morfogenéticas e morfodinâmicas atuais são de fundamental importância quando se trabalha com a perspectiva sistêmica, tendo em vista que a natureza é um todo integrado. Não obstante, destaca-se que os aspectos geomorfológicos buscam entender de forma integralizada a compartimentação topográfica regional/local com a caracterização e descrição das formas de relevo, considerando sempre sua litologia e os processos derivados, conforme preceitua Ab'Sáber (1969).

Nessa mesma perspectiva, Tricart (1977) menciona que as características físicas, mesmo não sendo os únicos parâmetros a serem evidenciados no espaço, constituem elementos importantes, entre outros, para o desenvolvimento urbano-ambiental, levando sempre em consideração as suas características ecodinâmicas frente aos processos de uso e ocupação da terra.

Caracterização Socioeconômica

Na perspectiva de compreender de forma integrada a dinâmica histórica, demográfica, socioeconômica e de apropriação da natureza que se materializam nas bacias hidrográficas costeiras, é de fundamental importância envolver o processo histórico relacionado ao uso e ocupação dos

territórios dos municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama dentro da lógica metropolitana, em virtude de ser o espaço geográfico um reflexo do que é historicamente construído e moldado de acordo com os avanços técnicos, científicos e informacionais (SANTOS, 1986).

Ao parafrasear Acselrad (2002), percebe-se que as articulações entre as questões urbanas e ambientais estão relacionadas às questões de poder que se dão em torno da apropriação do território e de seus recursos naturais, tendo em vista que as ações podem legitimar práticas sociais aparentemente favoráveis ou não, ao convívio adequado da relação sociedade/natureza.

Aliada às vantagens de localização (proximidade de Fortaleza – Capital do Estado, infraestrutura, incentivos fiscais, existência de mão-de-obra menos dispendiosa quando comparada a metrópole), deve-se analisar as características físicas e geográficas das bacias hidrográficas costeiras do setor leste metropolitano em consonância com as variáveis socioeconômicas. Daí a necessidade de englobar outras características para delinear o contexto histórico de crescimento demográfico das cidades e, portanto, da complexidade presente no meio ambiente geográfico, representadas, sobretudo, por suas diversidades e interatividades que

permeiam o território, tendo como viés orientador, para os municípios em apreço, o tripé (indústria – turismo – setor imobiliário) dentro da lógica metropolitana.

A Tabela 1, retrata a evolução populacional dos municípios inseridos nas bacias hidrográficas na qual é o foco desta pesquisa,

entre os anos de 1970 e 2010, além da percentagem da taxa geométrica de crescimento anual para o mesmo período, retratando os dados municipais e sua análise dentro do contexto da RMF e do estado do Ceará.

Tabela 1. População residente dos municípios inseridos nas bacias hidrográficas 1970/1980/1991/2000/2010

Municípios	População Residente					Taxa geométrica de crescimento anual (%)			
	1970	1980	1991	2000	2010	1970 / 1980	1980 / 1991	1991 / 2000	2000 / 2010
Aquiraz	32.507	45.111	46.305	60.469	72.628	3,33	0,24	3,01	1,85
Cascavel	39.028	47.668	46.507	57.129	66.142	2,02	-0,22	2,31	1,48
Horizonte	-	-	18.283	33.790	55.187	-	-	7,06	5,03
Pacajus	33.335	46.976	31.800	44.070	61.838	3,49	-3,48	3,69	3,45
Pindoretama	-	-	12.442	14.951	18.683	-	-	2,06	2,25
RMF (total)	1.130.145	1.652.414	2.473.297	3.056.769	3.615.767	3,87	3,73	2,38	1,69
Ceará (total)	4.361.603	5.288.253	6.366.647	7.430.661	8.452.381	1,95	1,70	1,73	1,30

Fonte: IBGE / IPECE (2014). Elaboração dos autores (2015).

Com relação a tabela apresentada, percebe-se que a população dos municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama têm experimentado nos últimos anos um acentuado crescimento populacional. Ao ter como referência o total populacional dos municípios, o mesmo correspondia a 155.337 habitantes em 1991, 210.409 no ano 2000 e 274.478 habitantes em 2010, alcançando um crescimento relativo de 23,40% no derradeiro decênio.

Na perspectiva de avaliar as condições socioeconômica da área em estudo, usou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para os anos 2000 e 2010 (Tabela 2).

Salienta-se que o IDHM é definido através da média geométrica das dimensões da Educação, da Renda e da Longevidade, procurando avaliar a situação de bem-estar da população por meio de aspectos atinentes ao acesso ao conhecimento, à renda e a expectativa de vida (PNUD, 2013), captando, assim, os grupos populacionais em condições socioeconômicas adversas, ou em situação de vulnerabilidade.

Vale mencionar que o IDHM é compreendido no intervalo de 0 a 1, sendo classificado em cinco faixas: Muito baixo (0,000 - 0,499), Baixo (0,500 - 0,599), Médio (0,600 - 0,699), Alto (0,700 - 0,799) e Muito alto (0,800 - 1,000).

Tabela 2. IDHM dos municípios do setor leste da RMF - 2000 e 2010

Indicador	Ceará	Aquiraz	Cascavel	Horizonte	Pacajus	Pindoretama
IDHM 2000	0,588	0,499	0,493	0,493	0,508	0,493
IDHM Educação	0,377	0,321	0,302	0,307	0,354	0,334
IDHM Longevidade	0,713	0,708	0,735	0,707	0,707	0,687
IDHM Renda	0,588	0,548	0,539	0,552	0,524	0,522
IDHM 2010	0,682	0,641	0,646	0,658	0,659	0,636
IDHM Educação	0,615	0,550	0,578	0,610	0,596	0,588
IDHM Longevidade	0,793	0,788	0,793	0,788	0,788	0,754
IDHM Renda	0,651	0,608	0,587	0,594	0,609	0,581

Fonte: PNUD, 2013. Elaboração dos autores (2015).

De acordo com a referida tabela, observa-se que os municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama obtiveram no último decênio uma melhora significativa no IDHM e, conseqüentemente, um avanço em todas as dimensões do referido Índice. Não obstante,

observa-se que os valores de todos os municípios são inferiores à média do estado do Ceará, tanto no ano 2000 quanto no ano de 2010.

Com base neste Índice, há uma certa homogeneidade nas características dos municípios citados, assim como sua evolução durante as

últimas décadas. No entanto, merece destaque os municípios de Horizonte e Pacajus, pois apresentam os maiores IDHM entre os municípios que compõem o recorte espacial da pesquisa, totalizando, respectivamente, 0,658 e 0,659 na escala do Índice. Não obstante, corrobora-se que o município de Pindoretama apresenta o menor Índice (0,636) entre os municípios em análise.

A seguir, apresenta-se de forma espacializada, o IDHM referente aos anos de 2000 (Figura 4) e 2010 (Figura 5), considerando os dados do IDHM ao nível dos setores censitários que compõem as bacias hidrográficas costeiras em pauta nesta pesquisa. Ao comparar o IDHM (2000 e 2010) e considerando a inter-relação entre as bacias hidrográficas costeiras, por intermédio dos

setores censitários (área em km²) e das faixas do Índice (Muito Baixo / Baixo / Médio / Alto / Muito Alto) entre as referidas bacias, contata-se que no ano 2000 a bacia hidrográfica com melhores condições quanto ao IDHM era a do Rio Caburé, enquanto que a pior foi a do Rio Mal Cozinhado. Em relação ao ano 2010, verifica-se que os melhores índices se encontram na bacia do Rio Mal Cozinhado, que teve uma evolução exponencial quando é comparada com o ano 2000, sobretudo nos setores que englobam os municípios de Cascavel e Horizonte. Por outro lado, a Bacia do Rio Caponga Roseira apresentou o pior resultado no ano de 2010, tendo em vista o índice deficitário em setores rurais do município de Cascavel e Pindoretama.

Figura 4. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2000) nas Bacias Hidrográficas Costeiras. Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2014). Elaboração do autores (2015)

Figura 5. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) nas Bacias Hidrográficas Costeiras. Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2014). Elaboração do autores (2015)

Contexto Socioambiental

Ao considerar as características naturais, populacionais, os aspectos sociais, a infraestrutura domiciliar e as atividades econômicas que se encontram inseridas nos mais diversos compartimentos geoambientais do setor leste metropolitano de Fortaleza, verifica-se um mosaico de ambientes que integram as bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira e Mal Cozinhado. Não obstante, são nestes ambientes que se materializam os problemas e os impactos ambientais.

Por sua vez, em virtude de sua localização na RMF, englobando em todo ou em partes os municípios de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus e Pindoretama, estas bacias hidrográficas apresentam uma dinâmica socioambiental intensa devido à forte pressão antrópica, configurando, desse modo, os cenários degradacionais.

Nesta monta, Polette et al. (2000), citam que gerenciar as múltiplas paisagens das bacias hidrográficas costeiras constitui-se num dos grandes desafios enfrentados pelos mais diversos setores da sociedade, principalmente, aqueles que utilizam os recursos naturais existentes nestas áreas, já que estas regiões estão sujeitas a mudanças de diversas magnitudes, tanto do ponto de vista natural quanto humano.

De acordo com os autores mencionados, o aumento populacional nas áreas costeiras constitui um agravante na gestão territorial e, conseqüentemente, na manutenção das características naturais, pois seis em cada dez

pessoas (dentro do montante populacional) vivem num raio/buffer de 60 km da orla litorânea, como é o caso do recorte espacial adotado na pesquisa.

Destaca-se que os recursos hídricos superficiais e subterrâneos são abundantes na área que compreende as bacias hidrográficas costeiras em análise. Isso é devido à constituição litológica, que é composta principalmente por sedimentos arenosos e areno-argilosos com boa permoporosidade, fator essencial que possibilita a recarga do lençol freático dos aquíferos Barreiras e Dunas/Paleodunas, sendo esses um dos mais importantes em potencialidades e uso para o estado do Ceará e, excepcionalmente, para a RMF. Salienta-se que o aquífero Dunas/Paleodunas, é composto por areias pouco consolidadas e extremamente homogêneas, finas e médias, na área de abrangência das dunas móveis e fixas.

De acordo com Souza (2000), os sedimentos Plio-Pleistocênicos da Formação Barreiras integram um sistema aquífero livre com águas pouco profundas, tornando-se mais econômicas as condições de exploração, em virtude de sua formação litológica ser composta, essencialmente, de sedimentos arenosos e areno-argilosos.

Neste sentido, é evidente a relação entre o tipo de aquífero e a geologia da área. Ao avaliar as potencialidades do setor subterrâneo do aquífero Barreiras, nota-se que as profundidades dos poços oscilam entre 10 e 50 metros, com média de 20 metros. As vazões são geralmente

pequenas, oscilando predominantemente com média de 3 m³/h e máximas de 12 m³/h (CAVALCANTE, 1998), dependendo do setor em exploração.

Em consonância com os preceitos mencionados, Santos (2011) afirma que as características do escoamento e do potencial hídrico superficial e subterrâneo de determinada área são dependentes dos fatores climáticos, das propriedades litológicas, dos aspectos geomorfológicos e fitoecológicos, sendo que as condições de uso e ocupação também influenciam sobremaneira o potencial hidrológico, bem como a qualidade e a disponibilidade hídrica.

Vale frisar, conforme Souza (2000), que os aquíferos Barreiras e Dunas/Paleodunas possuem alta vulnerabilidade à contaminação de seus mananciais hídricos. Decorre da pequena profundidade do nível freático, sendo necessário a conservação e o uso racional desses ambientes, principalmente, em áreas submetidas à ocupação humana intensa.

Por sua vez, destaca-se que as áreas de ressurgências que dão origem às nascentes dos rios Catú, Caburé, Caponga Roseira, Caponga Funda e Mal Cozinhado, encontram-se encravadas nos tabuleiros pré-litorâneos, caracterizando-se as mesmas como nascentes fluviais das bacias hidrográficas costeiras. As mencionadas nascentes encontram-se inseridas não mais em áreas conservadas/preservadas, percebendo-se um intenso processo de uso e ocupação que influencia diretamente na paisagem e na dinâmica fluvial, o que vai repercutindo em toda a bacia hidrográfica.

No que concerne às características fluviais das bacias hidrográficas costeiras, Santos (2011) afirma que a permoporosidade dos tabuleiros pré-litorâneos, associada ao modelado do relevo, faz com que a rede de drenagem tenha pequena capacidade de escoamento superficial, formando assim uma ampla área de espraiamento que favorece o extravasamento dos talwegues fluviais para as áreas marginais quando da ocorrência de totais pluviométricos mais expressivos, notadamente, no período chuvoso.

Em consonância com os recursos hídricos superficiais encontram-se as áreas lacustres. Embora em menor abundância, as lagoas são encontradas em todo o território brasileiro, mas é ao longo da costa (litoral) onde chamam maior atenção (Lanzer, et al., 2013). E são exatamente nas bacias hidrográficas costeiras onde essas lagoas ganham destaque. Na área em estudo merecem evidência as lagoas: do Iguape, da Encantada, do Zilton, da Canavieira, da Velha Ana e a Lagoa do Catú.

Ao considerar este fato, Moraes (2000), afirma que as lagoas costeiras têm sua gênese associada, principalmente aos efeitos da ação eólica e pela permoporosidade dos terrenos onde se encontram, sendo formadas principalmente pela ação migratória das dunas sobre córregos, riachos, rios e cursos d'água em geral.

Dentre os tensores desencadeadores de degradação ambiental na área em estudo, pode-se mencionar, do ponto de vista sinóptico, os seguintes: ocupações inadequadas em setores vulneráveis ambientalmente que formam a planície litorânea, a planície fluvial e as áreas lacustres; degradação dos manguezais e de matas ciliares; assoreamento ou aterramento de lagoas; poluição difusa e pontual dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; disposição inadequada de resíduos sólidos; impactos da mineração clandestina, e; desequilíbrio no balanço sedimentológico na dinâmica litorânea, são alguns dos problemas que afetam e impactam as bacias hidrográficas costeiras.

Arelado aos processos mencionados, tem-se que na área litorânea, que compreende os municípios de Aquiraz e Cascavel, a atividade turística atua como um importante setor econômico que se encontra em franca expansão, devido, principalmente, a sua diversidade paisagística. Por conseguinte, tal tendência de crescimento tende a continuar e a ser incrementada neste setor com mais efetividade, pois é pulsante o fluxo turístico neste ambiente.

Destaca-se que os processos de urbanização e industrialização têm tido um papel fundamental nos impactos socioambientais das bacias hidrográficas costeiras que compõem o estudo. Sobressaem-se nas análises, primordialmente, os efluentes gerados a partir do processo de consumo e de produção que são lançados *in natura* no ambiente, causando agudas transformações no espaço geográfico.

Vale salientar que, dentre os recursos naturais, a água é de fundamental importância e um dos recursos mais ameaçados do planeta, tendo em vista as intensas agressões que são causadas aos ecossistemas aquáticos. Portanto, são perceptíveis, nas mais diversas escalas de análise, os significativos abusos que são causados aos corpos hídricos pelas ações indevidas do homem, o que acaba resultando em prejuízo para a própria humanidade, quando se trata da potabilidade da água em áreas densamente povoadas.

Diante das particularidades ambientais das bacias hidrográficas costeiras, sobressaem como de fundamental importância os recursos hídricos.

Em contraponto, é notório perceber um agravamento dos problemas socioambientais neste setor quando se analisa o uso da água, tendo em vista a precariedade e/ou inexistência de saneamento básico e um descaso com os instrumentos legais disponíveis para controle e fiscalização, o que implica cada vez mais em prejuízos para a própria população residente nessas áreas ou em suas áreas de influência, tendo em vista que a bacia hidrográfica é um todo integralizado.

Neste contexto, o crescimento urbano e industrial inadequado vem sendo um vetor potencializador para a deterioração dos recursos ambientais, comprometendo a qualidade de vida das populações que convivem mais próximos destes ambientes. Como resultante, tem-se a proliferação de mosquitos, roedores, entre outras mazelas socioambientais que se propagam em ambientes poluídos e/ou contaminados.

Areladas às condições mencionadas, destaca-se o desaparecimento de fontes perenes e sazonais, em virtude, principalmente, do aterramento desses ambientes com vistas à expansão urbana e ao desenvolvimento econômico sem planejamento, fruto da expansão imobiliária, aumento do escoamento superficial e da diminuição da infiltração da água devido aos processos de urbanização, além da contaminação e poluição dos corpos hídricos a partir de esgotos industriais e residenciais que são lançados na natureza sem nenhum tipo de tratamento prévio.

Destarte, outro aspecto a ser considerado é o elevado risco de contaminação dos aquíferos em detrimento do grande índice de ocupação urbano-industrial das áreas de dunas/paleodunas e dos tabuleiros pré-litorâneos, em virtude da deposição de resíduos sólidos/orgânicos de forma inadequada, que podem contaminar o subsolo com chorume e, por percolação, atingir o lençol freático.

Além disso, há um número expressivo de domicílios residenciais que eliminam as excretas e/ou efluentes (agente impactante) sem nenhum tratamento sanitário prévio em fossas sépticas (sumidouros) ou diretamente nos canais fluviais, que aliado ao alto potencial de permoporosidade

da área, favorecidas por suas condições geológicas e hidrogeológicas, podem desencadear os processos de poluição e/ou degradação do lençol freático e, notadamente, dos aquíferos.

Ao considerar a proximidade com Fortaleza, capital do Estado, o setor leste metropolitano vem apresentando, conseqüentemente, um forte incremento populacional e econômico (industrial, turístico e imobiliário) nos últimos anos, evidenciando novos impactos negativos sobre os recursos hídricos, já que em muitas situações as condições geoambientais não são consideradas no processo de uso e ocupação do território.

Ao considerar o conhecimento integrado, sob uma perspectiva da análise socioambiental, e a preocupação com a conservação e preservação dos componentes naturais, nota-se um cenário desafiador no que concerne a gestão territorial/ambiental, inerente às bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira e Mal Cozinhado, cujas características físico-naturais, em consonância com as variáveis histórico-econômicas/sociais, têm-se materializado de maneira extremamente inadequada.

Diante desse cenário, corrobora-se uma intensa pressão antrópica sobre os sistemas ambientais (Figura 6), com destaque especial para os recursos hídricos, tendo em vista que essas áreas foram apropriadas pelo modelo de desenvolvimento urbano e econômico sem levar em consideração as vulnerabilidades geoambientais presentes nas bacias hidrográficas costeiras, ocasionando a agudização de diversos problemas socioambientais.

Por conseguinte, entende-se que critérios subjetivos devem ser substituídos por análises mais abrangentes e consistentes que deem subsídios concretos ao planejamento territorial, partindo da premissa de que a etapa desenvolvimentista da sociedade deve estar atrelada aos preceitos conservacionistas da natureza, fundamentalmente, quando se analisa uma bacia hidrográfica, que é uma unidade espacial que representa a paisagem em um todo integralizado.

Figura 6. Principais problemas e impactos ambientais configurados nas bacias hidrográficas costeiras

Considerações finais

Ao considerar os municípios do setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e, conseqüentemente, o recorte espacial das bacias hidrográficas costeiras dos rios Catú, Caburé, Caponda Funda, Caponga Roseira e Mal Cozinhado, constatam-se que essas áreas tiveram um acréscimo significativo em sua população nas últimas décadas, influenciadas em grande parte, pela atração locacional proporcionada pela metrópole Fortaleza.

Diante deste cenário, é de fundamental importância agregar ao crescimento demográfico e ao avanço econômico a questão da melhoria da qualidade de vida das populações, incorporando na análise socioeconômica os princípios da preservação e conservação dos recursos naturais, por meio da concepção da sustentabilidade do desenvolvimento pelo viés socioambiental.

Como consequência da polarização das ações degradacionais, constata-se, dentre outros impactos ambientais negativos, a precariedade no sistema de saneamento básico, o gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos por meio dos lixões, os desmatamentos indiscriminados, o assoreamento dos canais fluviais, a lavra clandestina de materiais para a construção civil, entre outras variáveis inerentes às questões socioambientais vivenciadas na área.

Destarte, o ordenamento territorial sob bases socioambientais, do ponto de vista de sua real aplicabilidade, deve ser compreendido a partir de um processo de construção e manutenção de maneira contínua, participativa e interativa dos dados e informações, tendo em vista a complexidade que é transpor, com fidelidade, a realidade em objetos geométricos, a qual se encontra atrelada a um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e/ou banco de dados.

Com isso, almeja-se trabalhar e compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, contemplando as diversas variáveis ambientais e socioeconômicas a partir da inter-relação entre sociedade e natureza.

Por fim, enumeram-se um conjunto de ações, orientativas, que podem ser adotadas, tanto ao nível municipal quanto ao nível das bacias hidrográficas costeiras:

- Reflorestamento das áreas de nascentes com espécies nativas, com o objetivo de aumentar a capacidade de retenção de sedimentos;
- Controle ambiental dos efluentes que são lançados em *in natura* e/ou pré-condicionados nas

bacias hidrográficas costeiras, na perspectiva de diminuir as cargas pontuais e difusas de poluição;

- Recuperação das planícies fluviais, já que as várzeas são importantes sistemas de reciclagem biogeoquímica e de controle das enchentes e inundações;

- Introdução de corredores florestais com espécies nativas entre as bacias hidrográficas costeiras, na perspectiva de potencializar o fluxo de matéria e energia;

- Controle das ações de lavras clandestina realizadas nos leitos fluviais e/ou nas planícies fluviais e lacustres;

- Disposição e tratamento adequado dos resíduos sólidos residenciais e industriais, e;

- Monitoramento permanente para avaliação quali-quantitativa das águas subterrâneas e superficiais.

Agradecimentos

Ao Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará (IPECE).

Referências

- Ab'Sáber, A. N. 1969. Um conceito de geomorfologia a serviço de pesquisas sobre o Quaternário. in: Geomorfologia. USP. Instituto de Geografia. (Periódico) 18, 1969.
- Acsegrad, H. 2002. Justiça Ambiental e Construção Social do Risco. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Sciences, Sociétés 5, 49-60.
- Albuquerque, E. L. S. 2012. Análise geoambiental como subsídio ao ordenamento territorial do município de Horizonte - Ceará. (Dissertação). Fortaleza. Universidade Estadual do Ceará.
- Albuquerque, E. L. S., Souza, M. J. N. de. 2011. Bacias hidrográficas urbanas: reflexões sobre o alto curso dos rios Catú e Mal Cozinhado no município de Horizonte, Ceará/Brasil. in: Medeiros, C. N. de, Gomes, D. D. M., Albuquerque, E. L. S., Cruz, M. L. B. da (orgs). Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Potencialidades. IPECE, Fortaleza.
- Cavalcante, I. N. 1998. Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza - Estado do Ceará. (Tese de Doutorado). São Paulo. Universidade de São Paulo.
- Funceme. 2009. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. A zona costeira do Estado do Ceará: compartimentação geoambiental e antropismo. FUNCEME: Fortaleza.

- Lanzer, R.M., Ramos, B.V.C., Marchett, C.A. 2013. Impactos ambientais do turismo em lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. In: Caderno Virtual de Turismo 13,134-149.
- Morais, J. O. de. 2000. Compartimentação territorial evolutiva da zona costeira. Souza, M. J. N., Lima, L. C., Moraes, J. O. de. (orgs.). Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Ed. FUNECE. Fortaleza.
- Nascimento, F. R. do; Sampaio, J. L. F. 2004/2005. Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. Revista da Casa da Geografia de Sobral 6/7, 167-179.
- Pnud. 2013. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>, Acesso em: 24 Set. 2014.
- Pnud. 2014. Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras. PNUD / Ipea / FJP. Brasília.
- Polette, M., Diehl, F. L., Diehl, F. P., Sperb, R. M., Schettini, C. A. F., Klein, A. H. de F. 2000. Gerenciamento costeiro integrado e gerenciamento de recursos hídricos: como compatibilizar tal desafio. In: Muñoz, H. R.(org.). Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997. 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. Disponível em: <http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/rhidricos/parte4.pdf>, Acesso em: 31 jul. 2014.
- Ross, J. L. S. 2009. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental Ed.Oficina de Textos. São Paulo.
- Santos, J. O. 2011. Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza - CE: contribuições ao ordenamento territorial. (Tese de Doutorado). São Paulo. Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física.
- Santos, M. 1986. Por uma Geografia Nova: Da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica. 3ª ed. Hucitec. São Paulo.
- Silva, J. B. 2009. Características Gerais da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). In: Dantas, E., Costa, M. C. L. Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza. Ed. UFC, Fortaleza.
- Souza, M. J. N. de. 2000. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. in: Souza, M. J. N., Lima, L. C., Moraes, J. O. de. (orgs.). Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Ed. FUNECE, Fortaleza. pp.13-98.
- Souza, M. J. N. de. 2005. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: Silva, J. B. da; et al. (org.). 2005. Ceará: um novo olhar geográfico. Edições Demócrito Rocha. Fortaleza. pp. 127-140.
- Souza, M. J. N., Neto, J. M., Santos, J. O., Gondim, M. S. 2009. Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo – PDPFor. Prefeitura de Fortaleza. Fortaleza.
- Soares, F. M. 2001. Unidades do relevo como proposta de classificação das paisagens da bacia do Rio Curú - Estado do Ceará. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. São Paulo.
- Tricart, J. 1977. Ecodinâmica. IBGE/SUPREN. Rio de Janeiro.
- Zanella, M.E., Olimpio, J. L. S., Costa, M. C. L., Dantas, E.W.C. 2013. Vulnerabilidade socioambiental do Baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. Revista Sociedade e Natureza 2, 317-332.