

BACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS: IMPORTÂNCIA E CENÁRIO DEGRADACIONAL NO SETOR LESTE METROPOLITANO DE FORTALEZA, ESTADO DO CEARÁ

COASTAL RIVER BASINS: IMPORTANCE AND DEGRADATIONAL SCENARIO IN METROPOLITAN EASTERN SECTOR OF FORTALEZA, STATE OF CEARA

CUENCA FLUVIAL COSTERA: IMPORTANCIA Y ESCENARIO DEGRADACIONAL EN EL SECTOR ESTE METROPOLITANA DE FORTALEZA, ESTADO DE CEARÁ

Emanuel Lindemberg Silva ALBUQUERQUE¹
bergalbu@yahoo.com.br

Marcos José Nogueira de SOUZA²
marcosnogueira@uece.br

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: Bacia Hidrográfica. Sistema Ambiental. Urbanização.

¹Professor Adjunto do Curso de Geografia da Universidade Federal do Piauí

² Professor Visitante do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará

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.

Keywords: River Basin. Environmental System. Urbanization.

RESUMEM

Adoptar de la cuenca fluvial como un entidad de análisis espacial comprende un esfuerzo que está vinculado al trípode ambiental, social y económico, en vista de que en su morfología se agregan, sistemáticamente, las acciones de la naturaleza y la sociedad. La estudio objetiva evaluar las condiciones ambientales y socioeconómicas de las cuencas fluvial costeros del ríos Catu, Caburé, Caponga Funda, Caponga Roseira y Mal Cozinhado, que involucra la totalidad o parte de las ciudades de Aquiraz, Cascavel, Horizonte, Pacajus y Pindoretama, en el estado de Ceará, con vista para diagnosticar su importancia agua y escenarios clave degradational. El fundamento teórico-metodológico se encuentra en los estudios sistémicos, basado en el sesgo del concepción y percepción de la relación inseparable entre la naturaleza y la sociedad. sobre los problemas diagnosticados en cuanto a con los impactos ambientales negativos configurados en las cuencas fluvial costeras, destacan el altos niveles de degradación de la cubierta vegetal y la contaminación/polución de cuerpos de agua, tanto en el punto de vista industrial, como residencial, debido a la precario y/o inexistentes acciones de saneamiento. A su vez, las características degradational pueden ser considerarse tensores disparadores a la actual escenario de la degeneración de sistemas ambientales naturales, hoy antropizados. Se puede concluir es que los criterios subjetivos deben ser reemplazados por los análisis más global y coherente que ayuda a la planificación territorial en alcance metropolitano.

Palabras clave: Cuenca Fluvial. Sistema Ambiental. Urbanización.

1 INTRODUÇÃO

Ao adotar a bacia hidrográfica como uma unidade de análise de sistemas ambientais, tem-se, como viés delineador, a concepção de que esta entidade geográfica é a mais adequada para se trabalhar com a proposta sistêmica, tendo em vista que em sua morfologia é agregada, sistematicamente, ações da natureza e da sociedade.

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

Nesse sentido, Zanella et al. (2013), comentam que as bacias hidrográficas compõem um sistema, no qual a relação 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.

Para 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 as características predominantes, cujos limites ultrapassam as demarcações jurídicas, administrativas e, conseqüentemente, os limites físico/naturais, como é o caso das bacias hidrográficas.

Corrobora-se que esta perspectiva de análise territorial segue os princípios delineados por Laura (2004), reconhecendo que a bacia hidrográfica é concebida como um sistema complexo, aberto, cujos elementos biológicos, sociais e econômicos se encontram em estreita inter-relação, com fluxos, influências e linhas de ação que ultrapassam os divisores de drenagens.

Destaca-se que a bacia hidrográfica é a unidade espacial utilizada para a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) no território brasileiro, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), que incorpora princípios e normas para a gestão dos recursos hídricos.

Frisa-se que a bacia hidrográfica representa uma unidade espacial pertinente para a análise dos recursos naturais e das características socioeconômicas de forma sistêmica, por representar um espaço territorial com limites bem definidos.

Nesse contexto, encontra-se a área em estudo que 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. O recorte espacial compreende 801,9km² do setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), como é mostrado na Figura 01.



Figura 01 - Bacias hidrográficas costeiras do setor leste metropolitano de Fortaleza-Ce.

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 sistemas ambientais das bacias hidrográficas costeiras, ocasionando inúmeros problemas socioambientais de magnitudes expressivas que se propagam de montante à jusante nos canais de drenagens.

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 no setor leste metropolitano.

Em virtude de ser um polo concentrador de riqueza/pobreza, a RMF congrega uma multiplicidade de atores que atuam conforme os seus interesses, tanto na metrópole, quanto em sua franja metropolitana. Por conseguinte, o desencadeamento de processos degradacionais e de exaustão dos recursos naturais, com destaque especial para os recursos hídricos, deve ser concebido por meio da percepção socioambiental.

Deste modo, o viés 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 e socioeconômica.

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 degradacionais.

Na perspectiva de retratar a real importância dos recursos hídricos na atualidade, têm-se os diversos 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 que potencializam a erosão dos solos, poluição/contaminação 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.

2 MATERIAL E MÉTODOS

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 & SOUZA, 2011).

Ao seguir 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 02.

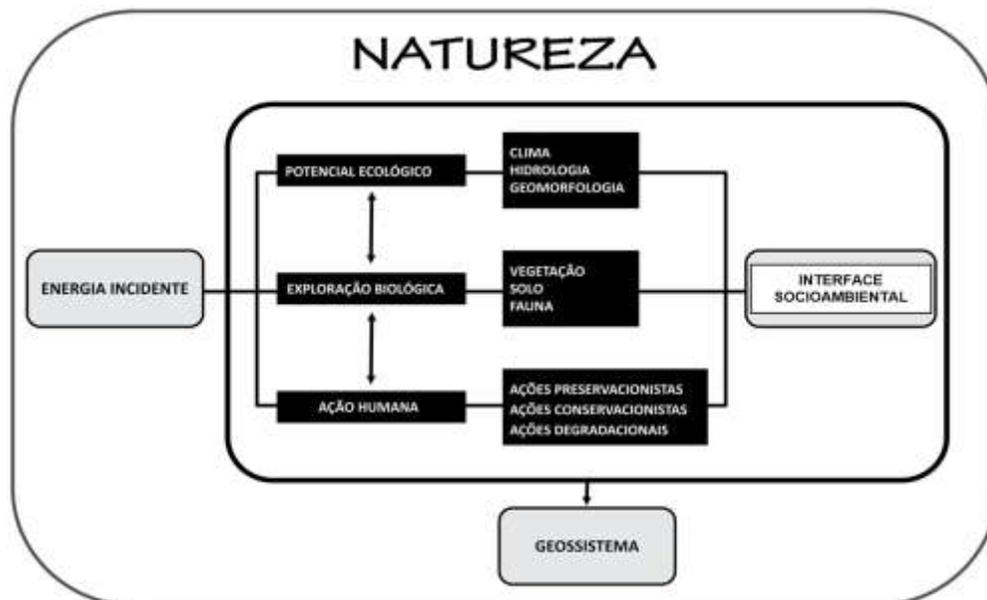


Figura 02: Representação esquemática do conceito de natureza.

Fonte: Adaptado de Bertrand (1972) e Souza (2000).

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 apoia em bases científicas com muito mais cabedal.

Destarte, 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 na interfase sociedade-natureza.

Destaca-se que os sistemas ambientais que compõem o recorte espacial das bacias dos rios Catú, Caburé, Caponga Funga, Caponga Roseira e Mal Cozinhado foram delimitados considerando a inter-relação dos seus elementos no tocante a sua dimensão estrutural e escultural, inserindo na análise as características de origem e evolução do modelado.

Na perspectiva de avaliar as condições socioeconômicas, usou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos anos 2000 e 2010 (PNUD, 2013; 2014). Saliencia-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 conhecimento, à renda e a expectativa de vida.

Com relação aos materiais utilizados na pesquisa, destacam-se que foram priorizadas e utilizadas imagens, 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.

Com o recorte espacial definido e os objetivos traçados, foi realizado: 1) levantamento bibliográfico; 2) coleta de dados estatísticos e indicadores socioeconômicos; 3) análise e interpretação de material geocartográfico; 4) mapeamento da compartimentação geoambiental e socioeconômica, e 5) reconhecimento *in loco* do objeto de estudo (trabalho de campo), objetivando considerar toda a complexidade existente nas bacias hidrográficas a partir do tripé formado pela dimensão ambiental, social e econômico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Compartimentação Geoambiental

A compartimentação geoambiental das bacias hidrográficas em estudo contempla a caracterização dos diversos aspectos naturais que se materializam nos sistemas ambientais, considerando sistematicamente as potencialidades e as limitações frente aos diversos cenários ocupacionais.

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.

Souza et al. (2009) consideram-se no âmbito epistemológico da compartimentação geoambiental as variáveis 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.

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 03.

Dessa forma, as bacias hidrográficas costeiras do setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) foram compartimentadas por meio das características dos domínios naturais, que, notadamente, derivam os sistemas e subsistemas ambientais, como são sintetizadas no Quadro 01.

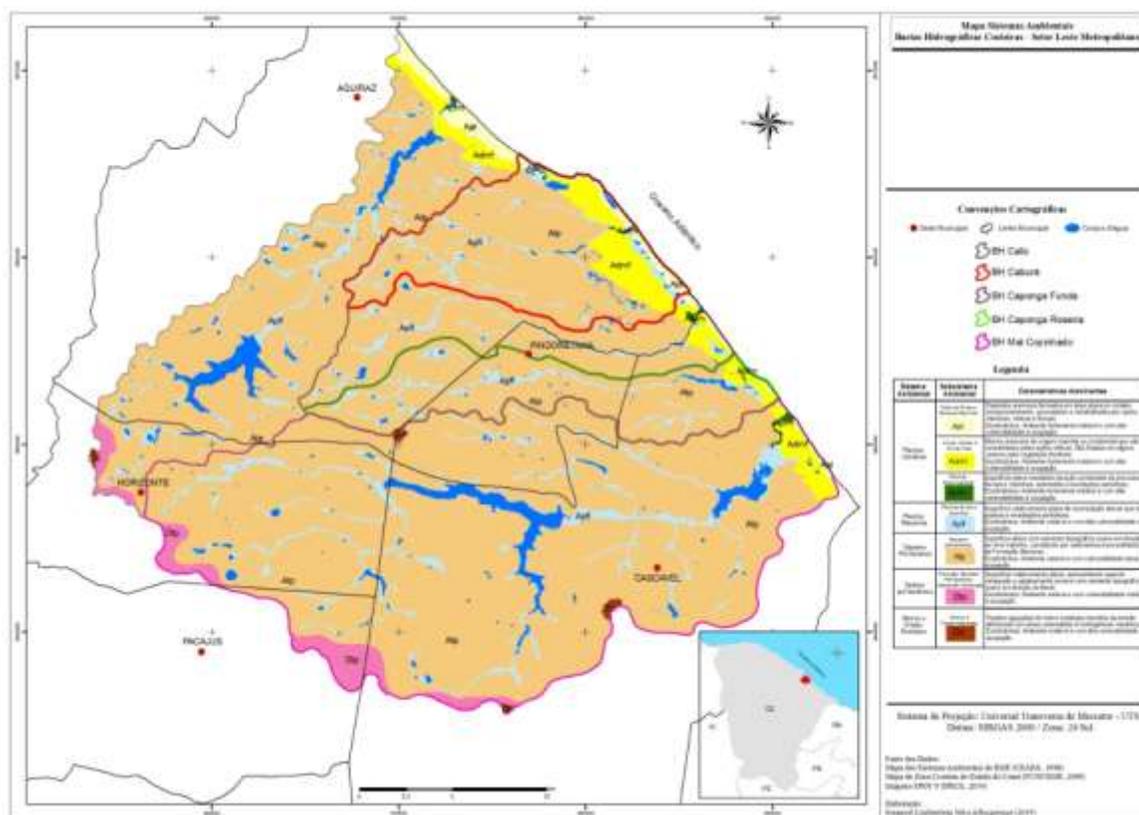


Figura 03 - Sistemas ambientais das bacias hidrográficas costeiras em pauta.

Quadro 01 - 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 |
| | | Planícies flúvio-marinhas |
| | Tabuleiro pré-litorâneo | Tabuleiro pré-litorâneo |
| Depressão sertaneja pré-litorânea e Maciços residuais | Planície ribeirinha | Planícies fluviais e lacustres |
| | Sertões pré-litorâneos | Transição tabuleiro pré-litorâneo/depressão sertaneja |
| | Morros e cristas residuais | Morros e cristas residuais |

Fonte: Adaptado de Souza (2000, 2005).

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 sistêmica das condições ambientais, na perspectiva de indicar alternativas sustentáveis e/ou que se aproximem desse conceito, tendo em vista que a natureza é um todo integrado.

3.2 Caracterização Socioeconômica

Na perspectiva de compreender de forma integrada a dinâmica histórica, demográfica e socioeconômica que se materializam nas bacias hidrográficas, 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.

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 socioeconômicas em consonância com o crescimento demográfico das cidades. Corrobora-se que o espaço geográfico é um reflexo do que é historicamente construído e moldado de acordo com os avanços técnicos, científicos e informacionais (SANTOS, 1986).

A Tabela 01 retrata a evolução populacional dos municípios inseridos nas bacias hidrográficas 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.

Com relação a tabela abaixo apresentada, percebe-se que a população dos municípios em destaque 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, bem superior à média do Ceará, que foi de 13,75%.

Tabela 01 - População residente nos 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.

Na perspectiva de avaliar as condições socioeconômicas da área em estudo, utilizou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos anos 2000 e 2010 (Tabela 02). O IDHM é definido pela média geométrica das dimensões (Educação, Renda e Longevidade), captando, deste modo, os grupos populacionais em condições socioeconômicas adversas, ou em situação de vulnerabilidade.

Tabela 02 - 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.

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), estando agregado ao nível dos setores censitários do IBGE (2010).

De acordo com a referida tabela, observa-se que os municípios 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 dos mesmos municípios são inferiores à média do estado do Ceará, tanto no ano 2000 quanto no ano de 2010.

Com base no que foi apresentado, há 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 valor (0,636) entre os municípios em análise.

A seguir, apresenta-se de forma espacializada, o IDHM referente aos anos 2000 (Figura 04) e 2010 (Figura 05), considerando os dados do referido índice ao nível dos setores censitários. Ao comparar o IDHM (2000 e 2010) e considerando a inter-relação entre as bacias hidrográficas costeiras, por intermédio dos setores censitários e das mencionadas faixas do índice, constatou-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, verificou-se que os melhores índices encontram-se 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.

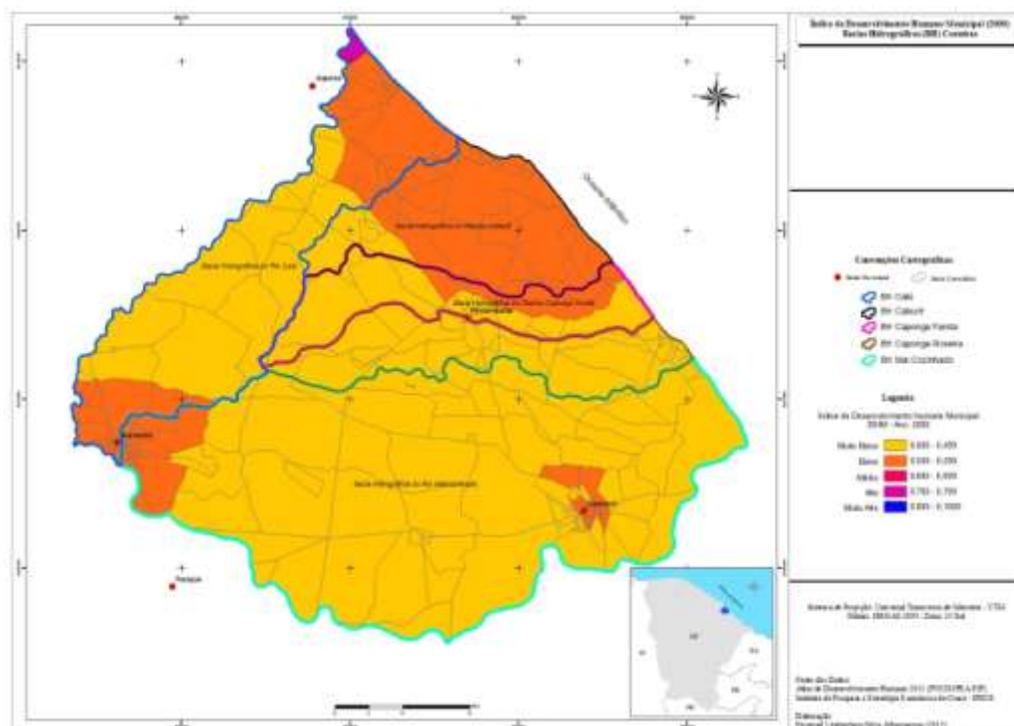


Figura 04 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2000) nas Bacias Hidrográficas Costeiras. **Fonte:** Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2014).

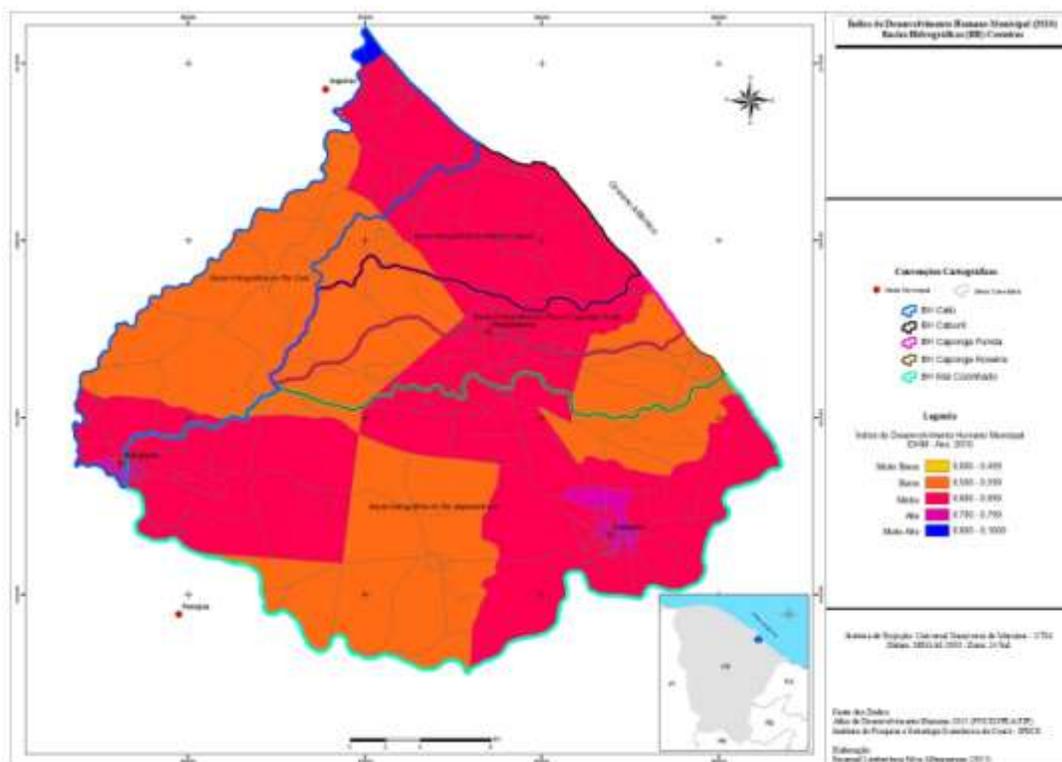


Figura 05 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) nas Bacias Hidrográficas Costeiras. **Fonte:** Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2014).

3.3 Aspectos hidrogeográficos

Ao considerar as características dos sistemas ambientais e socioeconômicos das bacias hidrográficas costeiras que englobam o setor leste metropolitano de Fortaleza, verifica-se um mosaico de ambientes (naturais e artificiais) que permeiam as diversidades e interatividades do território. Não obstante, são nestes ambientes que se materializam os problemas e os impactos ambientais configurados.

No intuito de compreender de forma integrada a importância das bacias hidrográficas costeiras frente aos mais diversos cenários degradacionais no setor leste da RMF, é necessário avaliar, evidentemente, as características dos recursos hídricos em sua plenitude, ou seja, considerando as suas características superficiais e subsuperficiais.

Destaca-se que os recursos hídricos, de uma forma em geral, 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 esse um dos mais importantes em potencialidades e uso para o estado do Ceará e, excepcionalmente, para o setor leste da RMF. Salienta-se que o aquífero Dunas/Paleodunas, é composto por areias pouco consolidadas e extremamente homogêneas, finas e médias, abrangendo os setores de dunas móveis e fixas. Como exemplo deste aquífero, merece destaque o seu afloramento que forma a Bica do Iguape (Figura 06).



Figura 06 - Coleta de água para consumo humano e/ou animal na Bica do Iguape. Município de Aquiraz, estado do Ceará. **Fonte:** Autores (2014). Coordenada UTM / Datum SIRGAS 2000. E=577.285; N=9.564.074.

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 a profundidade 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.

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 intensa ocupação humana.

Em consonância com os preceitos definidos, Santos (2011) afirma que as características do escoamento e do potencial hídrico superficial e subterrâneo de

uma 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.

Ao considerar os recursos hídricos superficiais da área em estudo, destaca-se que as zonas 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.

Destaca-se que as mencionadas nascentes encontram-se inseridas não mais em áreas conservadas/preservadas, percebendo-se, *in loco*, um intenso processo de uso e ocupação que influencia diretamente na paisagem e na dinâmica fluvial, o que vai repercutir 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. Forma 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 (Figura 07).



Figura 07 - Lagoa do Catú. Município de Aquiraz, estado do Ceará.

Fonte: Autores (2014). Coordenada UTM / Datum SIRGAS 2000 E=569.558; N=9.563.763.

Ao considerar este fato, Moraes (2000) afirma que as lagoas costeiras têm sua gênese associada 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.

3.4 Bacias hidrográficas costeiras e os cenários degradacionais

Após compreender as características e importância das bacias hidrográficas costeiras em apreço, apresenta-se a seguir os principais cenários degradacionais no setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), considerando os múltiplos ambientes que permeiam o território.

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 em pauta.

Atrelado aos processos mencionados, tem-se que na área litorânea, compreendendo os municípios de Aquiraz e Cascavel, que 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 nesta esfera com mais efetividade, pois é pulsante o fluxo turístico neste ambiente.

A reboque deste processo, a especulação imobiliária torna-se mais intensa e os empreendedores continuam a influenciar nos vetores de crescimento da malha urbana, obtendo suporte e, muitas vezes, vantagens asseguradas pelo poder público, já que os mesmos conseguem determinadas licenças ambientais necessárias para a sua instalação, mesmo em setores que deveriam legalmente ser preservados, como a área de estuário do Rio Mal Cozinhado (Figura 08).



Figura 08 - Resquício da vegetação de mangue na área estuarina do Rio Mal Cozinhado. Praia de Águas Belas. Município de Cascavel, estado do Ceará. **Fonte:** Autores (2014). Coordenada UTM / Datum SIRGAS 2000 / E=590.438; N=9.551.432.

Destaca-se que os processos de urbanização e industrialização têm tido um papel fundamental nos impactos socioambientais das bacias hidrográficas costeiras em 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.

A partir dessa realidade, com a instalação de diversos empreendimentos industriais nos municípios da RMF, com ênfase para o município de Horizonte e Pacajus, houve um expressivo crescimento populacional e uma maior pressão antrópica sobre os sistemas ambientais, o que proporciona uma ampla discussão e reflexão sobre a dinâmica ambiental e as diferentes formas de uso, ocupação e apropriação dos espaços, outrora naturais (Figura 9).



Figura 09 - Efluentes residenciais e/ou industriais lançados *in natura* na Bacia Hidrográfica Costeira do Rio Catú. Município de Horizonte, estado do Ceará. **Fonte:** Autores (2014). Coordenada UTM_SIRGAS 2000: x=555.718; y=9.548.500

Neste contexto, o crescimento urbano e industrial, sem o devido planejamento territorial adequado, 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 das nascentes fluviais que integram as bacias hidrográficas costeiras, em virtude do aterramento desses ambientes com vistas à expansão urbana e ao desenvolvimento econômico, fruto da expansão imobiliária e da diminuição da infiltração da água devido aos intensos processos de urbanização. Além disso,

nota-se a contaminação e poluição dos corpos hídricos a partir de esgotos industriais e/ou 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, destacando-se a deposição de resíduos sólidos/orgânicos de forma inadequada que podem contaminar o subsolo com choro e, por percolação, atingir o lençol freático. Como exemplo, têm-se os lixões dos municípios de Cascavel (Figura 10), Horizonte e Pindoretama.



Figura 10 - Lixão. Município de Cascavel, estado do Ceará.

Fonte: Autores (2014). Coordenada UTM / Datum SIRGAS2000. E= 584.451; N= 9.542.800.

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, conseqüentemente, dos aquíferos.

4. 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.

Como consequência das ações degradacionais, constata-se, dentre os impactos ambientais configurados, 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 verificadas *in loco*.

Ao abordar 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 nas bacias hidrográficas costeiras em pauta, cujas características físico-naturais, em consonância com as variáveis histórico-socioeconômicas, têm-se materializado de maneira extremamente deficitária.

Diante desse cenário, corrobora-se uma intensa pressão antrópica sobre os sistemas ambientais, 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 nos ambientais naturais, 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.

Diante do exposto, constata-se que trabalhar e compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico é uma etapa fundamental na compreensão integrada do território, tendo como intermédio a relação sociedade e natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. L. S.; SOUZA, M. J. N. 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**. Fortaleza: IPECE, 2011.

BRASIL. **Política Nacional dos Recursos Hídricos**. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

CAVALCANTE, I. N. **Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza - Estado do Ceará**. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998, 156 p.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **A zona costeira do Estado do Ceará: compartimentação geoambiental e antropismo**. FUNCEME: Fortaleza, 2009.

LANZER, R.M.; RAMOS, B.V.C.; MARCHETT, C.A. Impactos ambientais do turismo em lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. In: **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro, v. 13, nº. 1, 2013, p.134-149.

LAURA, A. A. **Um método de modelagem de um sistema de indicadores de sustentabilidade para gestão dos recursos hídricos – MISGERH: o caso da bacia dos Sinos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

MORAIS, J. O. de. Compartimentação territorial evolutiva da zona costeira. In: SOUZA, M. J. N.; LIMA, L. C.; MORAES, J. O. de. (orgs.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000.

NASCIMENTO, F. R. do; SAMPAIO, J. L. F. 2004/2005. Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. In: **Revista da Casa da Geografia de Sobral – v. 6/7, nº. 1, p. 167-179**.

ALBUQUERQUE, E.L.S. & SOUZA, M.J.N. Bacias hidrográficas costeiras: importância e cenário degradacional no setor leste metropolitano de Fortaleza/Ceará. *Revista GeoUECE - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE Fortaleza/CE*, v. 4, nº 6, p. 151-176, jan./jun. 2015. Disponível em <http://seer.uece.br/geouece>

PNUD. 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. **Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras**. Brasília: PNUD / Ipea / FJP.

SANTOS, J. O. **Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza - CE: contribuições ao ordenamento territorial**. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. São Paulo, 2011.

SANTOS, M. **Por uma Geografia Nova: Da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. 3ª ed. São Paulo: Hucitec, 1986.

SILVA, J. B. Características Gerais da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). In: DANTAS, E.; COSTA, M. C. L. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

SOUZA, M. J. N. 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**. Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000. p.13-98.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: SILVA, J. B. da (org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005, p. 127-140.

SOUZA, M. J. N.; NETO, J. M.; SANTOS, J. O.; GONDIM, M. S. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo – PDPFor**. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2009.

SOARES, F. M. **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, 2001.

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**, nº. 25, v. 2, p. 317-332.