

RISCOS E VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS NA BACIA COSTEIRA DO RIO VAZA BARRIS/SERGIPE/BRASIL: CONTRIBUIÇÕES PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

Márcia E. S. CARVALHO¹

RESUMO

O processo de urbanização e de intervenção do homem no ambiente registrado nas últimas décadas principalmente nos ambientes costeiros tem exposto a sociedade a riscos e vulnerabilidades associadas ao ambiente agravadas pela condição social. Nesta pesquisa adota-se a definição de risco proposta por Veyret (2013) e por vulnerabilidade, adota-se a categorização proposta por Cutter (1996, *apud* Hogan *et al.*, 2001). Considerando estes aspectos, esta pesquisa tem como objetivo analisar os riscos e vulnerabilidades socioambientais da bacia costeira do rio Vaza Barris/SE/BR e como estes repercutem sobre os recursos hídricos, visando obter elementos para o planejamento e gestão ambiental em âmbito local. Para atingir tal objetivo, foram realizados levantamentos bibliográficos, cartográficos, documentais e pesquisas de campo. A área em estudo engloba a porção estuarina dos municípios de Itaporanga d'Ajuda, São Cristóvão e Aracaju (Zona de Expansão Urbana). Neste recorte espacial, as características ambientais estão associadas ao clima de litorâneo apresentando vulnerabilidades principalmente no cômputo social e na qualidade dos corpos hídricos superficiais. Em Itaporanga d'Ajuda e São Cristóvão as maiores pressões estão associadas com os baixos indicadores de saneamento, degradação dos mananciais e segundas residências e em Aracaju estão representadas pelos empreendimentos imobiliários, obras turísticas e supressão da vegetação do estuário e restinga. Neste recorte os múltiplos usos dos recursos hídricos estão relacionados principalmente com o abastecimento humano, dessedentação animal, manutenção da biodiversidade, uso agroindustrial, lazer, pesca esportiva e aquicultura e contraditoriamente receptores de efluentes agrícolas e domésticos sem tratamento. O sistema costeiro, considerado como ambientalmente vulnerável, encontra-se no espaço em estudo pressionado e degradado por processos de expansão urbana e turística desordenados, não acompanhados de um sistema eficaz de tratamento dos resíduos produzidos pela sociedade que podem agravar as vulnerabilidades socioambientais. A análise conjunta destes condicionantes socioambientais torna-se premente para o ordenamento territorial nos espaços costeiros sergipanos.

Palavras-chave: Indicadores Socioambientais; Pressão Antrópica; Recursos Naturais.

¹ Professora Doutora do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Sergipe / Pesquisadora do GEOPLAN / UFS - Av. Marechal Rondon s/n. Bairro Rosa Elze CEP: 49000-000. (55)79-9978-9635. São Cristóvão / Sergipe / Brasil. E-mail: marciacarvalho_ufs@yahoo.com.br, marciacarvalho@ufs.br

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, o processo de urbanização e de intervenção do homem no ambiente registrado nas últimas décadas principalmente nos ambientes costeiros tem exposto a sociedade a riscos e vulnerabilidades associadas ao ambiente agravadas pela condição social.

Alguns estudos tem buscado correlacionar esta condição com a dinâmica social e ambiental refletida na qualidade de vida (Beck, 1998; Marengo, 2008; Mendonça, 2000, 2008, 2011; Confalonieri, 2003).

Nesta pesquisa adota-se a definição de risco proposta por Veyret (2013, p. 63) que compreende os riscos ambientais como resultado da “associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território”.

Especificamente sobre a vulnerabilidade Cutter (1996, *apud* Hogan *et al.*, 2001) realizou uma revisão do termo e propôs a seguinte categorização para o termo: vulnerabilidade como condição pré-existente, como resposta moderada e como risco do lugar. Esta última se aproxima mais do entendimento adotado neste artigo.

Para Mendonça (2010), riscos e vulnerabilidade provocados por fenômenos naturais e/ou por atividades humanas, historicamente, são consideradas impactos, que revelados em diferentes áreas ou localidades, configurem como locais sem planejamento prévio, afetando principalmente as populações de baixa renda.

Especificamente sobre o espaço costeiro, Polette *et al.* (2000) atenta para o fato de que o gerenciamento de bacias hidrográficas costeiras é um grande desafio para a sociedade, principalmente quando são utilizados os recursos naturais existentes nestas bacias e quando se busca compatibilizar o gerenciamento costeiro com o gerenciamento dos recursos hídricos.

Desta forma, torna-se fundamental considerar todos os elementos que integram o sistema ambiental físico da bacia e os atributos sociais, econômicos, culturais e políticos. Nesse sentido, deve-se concordar com Leal quando afirma: “... gerir os recursos hídricos nesta unidade territorial implica na gestão ambiental da bacia hidrográfica, a qual deve ser considerada como um todo e não apenas o recurso água” (2000, p. 83).

Isto nos remete, em termos metodológicos, ao ordenamento territorial, conforme ponderações de Gómez Orea (2001). Para Nonn (1987), quando se trata da questão do ordenamento da região costeira devem ser considerados os espaços para além da simples faixa litorânea, pois a chave para a compreensão dos aspectos físicos e sociais encontra-se na integração do litoral com o seu entorno “ em función de la solidaridad del litoral con su interior” (*op. cit.*, p. 192).

Diante desta complexidade, esta pesquisa tem como objetivo analisar os riscos e vulnerabilidades socioambientais da bacia costeira do rio Vaza Barris/SE/BR e como estes repercutem sobre os recursos hídricos, visando obter elementos para o planejamento e gestão ambiental em âmbito local.

Dentre os objetivos específicos é realizada a caracterização socioambiental da área em estudo, a partir do inventário dos aspectos físicos, sociais e econômicos, bem como o

diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, seus usos múltiplos e possíveis conflitos existentes entre os usuários. Visando identificar os riscos e vulnerabilidades existentes tanto no cômputo ambiental quanto social serão utilizados indicadores sociais e de recursos hídricos.

2. METODOLOGIA

A proposta metodológica baseou-se na análise quantitativa de dados secundários, associados à análise qualitativa a partir de dados empíricos coletados no campo, buscando a leitura integrada/sistêmica.

Desta forma, para atingir os objetivos propostos, foram realizados levantamentos bibliográficos e de campo. Fundamentou-se em Ribeiro (2008), Rebouças (2006), Carrera-Fernandez e Garrido (2002), Abers (2010), Mendonça (2010) e Nonn (1987), dentre outros. Os dados socioeconômicos foram baseados no Sistema de Atenção Básica de Sergipe (SIAB, 2010), dados do IBGE (1970, 2010), Perfis Municipais SEPLAG (2013), Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD, 2013), Censo Agropecuário (IBGE, 2006) e Anuário Estatístico de Sergipe (2005). Os dados referentes à base física foram pesquisados em trabalhos de Carvalho (2004, 2010), CPRM (1998, 2002), Fontes (1988), Takahashi (1994), Mendonça Filho (1998), Chagas (2002), Vilar (2005, 2007), Wanderley (2003) e do Atlas da SRH (SERGIPE, 2014), associados às atividades de campo e ao Quantum Gis e ArcGis como softwares para elaboração dos mapas.

Para avaliar os riscos socioambientais e de recursos hídricos foi aplicada a metodologia proposta por Magalhães Júnior (2011), visando traçar um perfil da realidade pressão /estado /respostas, a partir de indicadores sociais (densidade demográfica, índice de pobreza, dentre outros) e de qualidade ambiental e hídrica (sistema de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos) associado com trabalhos realizados por Carvalho (2010) e Oliveira e Carvalho (2014).

O cruzamento das informações supracitadas permitiu realizar uma análise das interações, riscos e vulnerabilidades entre os aspectos socioambientais que repercutem sobre os recursos hídricos na bacia costeira do rio Vaza Barris.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo abrange o Baixo Curso da bacia do rio Vaza Barris no Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil. Engloba a área de influência estuarina de parte dos municípios de Itaporanga d'Ajuda (até as proximidades da sede municipal), São Cristóvão (em sua porção sudeste e sudoeste) e Aracaju (na Zona de Expansão Urbana) (Figura 01).

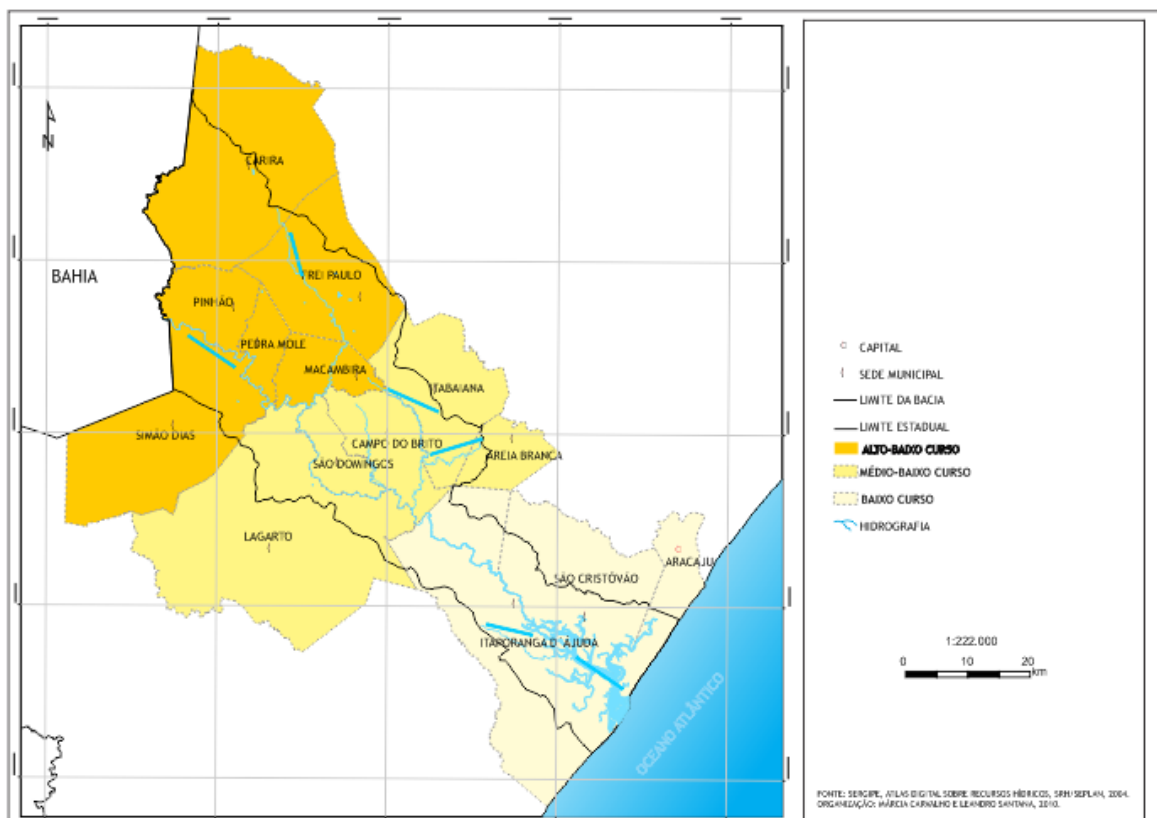
Nos municípios costeiros de Itaporanga e Aracaju a bacia costeira abrange cerca de 76,9% e 41,4% do território, respectivamente, e no município estuarino de São Cristóvão corresponde a 55,9%.

4. ELEMENTOS SOCIOAMBIENTAIS DA BACIA COSTEIRA DO RIO VAZA BARRIS

Aspectos socioeconômicos da bacia costeira do Vaza Barris

De acordo com IBGE (1970 e 2010) a população do município de Itaporanga cresceu de 13.872 em 1970 para 30.419 no ano 2010. Uma particularidade na dinâmica populacional

deste município refere-se ao fato do crescimento rural ser superior ao urbano. No ano 2010 a população rural deste município totalizou 61,0%. O IDHM é o mais inferior dentre os três municípios em estudo, sendo o índice de pobreza elevado (53,17%) (Tabela 01).



Fonte: Sergipe, 2010.

FIGURA 1 – Bacia do Vaza Barris/SE

Tabela 1 - Dados sociais da bacia costeira do rio Vaza Barris (2010).

Município	Pop. (hab.)	Zona urbana		Zona rural		Densidade demográfica (hab/km ²)	IDHM	População o Alfabetizada
		Total	%	Total	%			
São Cristóvão	78.864	66.665	84,5	12.199	15,5	180,52	0,662	61.537
Itaporanga d'Ajuda	30.419	11.863	39,0	18.556	61,0	41,11	0,561	20.849
Aracaju	571.149	571.149	100,0	0	0	3.140,65	0,770	488.535

Fonte: IBGE (2010).

Com relação ao município de São Cristóvão, de acordo com dados do IBGE (1970 e 2000), o incremento populacional em trinta anos foi de aproximadamente 200%, totalizando no ano 2010, 78.864 habitantes. Diferentemente do município de Itaporanga d'Ajuda, São Cristóvão apresenta uma elevada taxa de urbanização, com 84,5% dos habitantes residindo na zona urbana no ano de 2010, sendo que o Índice de Pobreza é elevado, 57,14%, embora apresente melhorias no IDHM (0,662) com relação à Itaporanga d'Ajuda.

Aracaju, capital do estado de Sergipe, apresenta elevada densidade demográfica, bem como tem sua população considerada residente totalmente na zona urbana. Os índices do IDHM e de Pobreza são os melhores do Estado, no qual se concentram os melhores serviços de educação, saúde e opções de emprego. Em Aracaju a bacia costeira do rio Vaza Barris abrange a Zona de Expansão Urbana que possui 63km² e cerca de 20km de extensão, compreendida entre o terminal da Petrobrás e a localidade Mosqueiro. A população permanente em 2003 foi de cerca de 13.000 habitantes. Abrange as localidades Areia Branca, São José, Gameleira, Robalo, Matapuã e Mosqueiro. A infra-estrutura básica apresenta problemas no que se refere ao esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo, dentre outros (Wanderley e Wanderley, 2003). Estudos específicos têm buscado atualizar os dados da referida Zona e encontra-se em fase de elaboração.

Em termos de saneamento básico, constatou-se uma ampliação dos serviços na bacia costeira, mas que não necessariamente reflete em uma redução nas pressões/degradação dos corpos hídricos superficiais e em melhoria da qualidade de vida da população, embora a universalização dos mesmos ainda seja uma meta a ser atingida.

Em Itaporanga d'Ajuda, por exemplo, em 2002, o abastecimento de água por rede geral correspondia a 42,4%; por poços ou nascentes, 33,9%; enquanto que outras formas não identificadas somavam 23,7%. Dos resíduos sólidos, apenas 38,9% do lixo era coletado e 61,1% não apresentam um destino final adequado (SEPLANTEC, 2002). Em 2010, estes serviços foram ampliados: a rede geral abastece 66,9% das famílias e a coleta do lixo ampliou para 57,1% (Tabela 02). O sistema de fossa séptica predomina em dois dos três municípios da bacia costeira e não há tratamento adequado do esgotamento sanitário antes do mesmo ser liberado nos rios.

Tabela 2 – Indicadores de saneamento ambiental da bacia costeira do rio Vaza Barris (2010).

Município	Esgotamento sanitário (%)			Abastecimento de água (%)			Coleta de lixo (%)		
	Rede geral	Fossa séptica	Outras formas	Rede geral	Poço ou nascente	Outras formas	Com coleta	Queimado/Enterrado	Lixões
São Cristóvão	27,1	61,6	11,4	84,8	12,9	2,3	73,1	16,3	10,6
Itaporanga d'Ajuda	16,6	71,5	11,8	66,9	29,6	3,5	57,1	32,1	10,8
Aracaju	69,4	28,1	2,4	97,7	2,0	0,3	97,8	1,1	1,1

Fonte: SIAB (2010). Dados referentes às famílias cadastradas

Em São Cristóvão, em 2010, 84,8% dos domicílios são abastecidos por rede geral e 12,9% por poço ou nascentes. Dos resíduos sólidos 73,1% são coletados, mas não há destino final adequado, número que se modificaram pouco com relação aos totais de 2002.

Para este mesmo período a capital sergipana apresenta os melhores índices, mesmo assim ainda necessita ampliar as ações no sentido de minimizar as degradações sobre os corpos hídricos, principalmente os superficiais. Embora a rede de esgoto geral abranja 69,4% das famílias, não há tratamento dos mesmos e a coleta do lixo, apenas recentemente, em função da Lei de Resíduos Sólidos, é que ocorreu a desativação do lixão e a estruturação de Aterros Sanitários.

Em termos de renda, a maior parte da população do município de Itaporanga d'Ajuda (58,4%) apresenta renda baixa de até um salário mínimo. Este fato pode está relacionado com o grau de instrução dos responsáveis pelos domicílios, pois 38,3% destes não apresentam instrução ou possuem menos de um ano de escolaridade, o que reflete em menores possibilidades de emprego e renda (Carvalho, 2010).

Em São Cristóvão, observa-se uma melhor perspectiva em termos de renda em relação à Itaporanga, pois 32,2% recebem até 1 salário mínimo; 22,4%, entre 1 a 2 salários mínimos; 21%, de 2 a 5 salários mínimos. Sobre os níveis de escolaridade, tomando como base os responsáveis pelos domicílios em São Cristóvão, 20,5% não possuem instrução ou possuem menos de um ano de escolaridade; 20,2% possuem de um a três anos de escolaridade e 28% possuem de quatro a sete anos de instrução (Carvalho, 2010).

Com relação aos aspectos socioeconômicos da Zona de Expansão, será tomado como amostra os dados referentes às localidades do Mosqueiro e Areia Branca. Nestas localidades o abastecimento de água ocorre principalmente via poço ou nascente em 80,9% dos domicílios na localidade Mosqueiro e em 98,2% dos domicílios da localidade Areia Branca, ambos cadastrados no Sistema de Informação de Atenção Básica (SIAB) em 2004, não possuindo tratamento adequado antes de seu consumo (Sergipe, 2005).

Sobre o esgotamento sanitário na Zona de Expansão não há, na maior parte dos domicílios, um sistema de captação dos esgotos. Em 96,4% dos domicílios na localidade Areia Branca e em 91,8% no Mosqueiro, a coleta ocorre via fossa séptica, que nem sempre se localiza em nível adequado com relação à existência do poço para a coleta de água para abastecimento residencial (Sergipe, 2005).

Estes dados demonstram que se há uma tendência desta bacia em apresentar uma elevada concentração populacional, por outro lado, não apresenta os princípios do ordenamento espacial, comprometendo a qualidade de vida e ocasionando uma maior pressão sobre os recursos naturais, e em especial sobre o recurso água, fonte de usos múltiplos e contraditoriamente receptor de efluentes domésticos e industriais.

O município de Itaporanga d'Ajuda tem sua economia baseada na agropecuária. As principais culturas permanentes são o coco-da-baía, cultivo característico dos municípios litorâneos e a laranja. Como cultivo de ciclo curto destaca-se a mandioca. Na pecuária, destacam-se os galináceos.

No município de São Cristóvão a principal cultura permanente é o coco-da-baía e como cultivo temporário destaca-se a mandioca. Este município também tem se destacado no contexto regional com o efetivo de galináceos.

É interessante destacar o crescimento do turismo ligado à praia da Caueira em Itaporanga d'Ajuda, demandando um incremento no número de bares e restaurantes, aumentando os loteamentos e serviços de comércio em geral. Já em São Cristóvão, os empreendimentos de carcinicultura têm crescido tanto em área quanto em número de estabelecimentos, embora agreguem pouca mão-de-obra e gerem vários problemas ambientais (Carvalho, 2004).

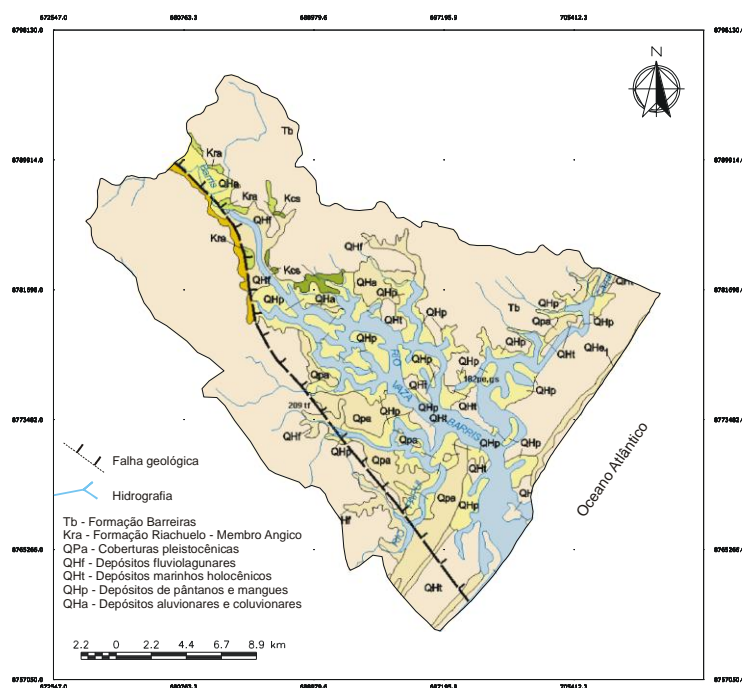
Na Zona de Expansão de Aracaju, segundo Sergipe (2005) são poucas as opções de trabalho. Historicamente, destaca-se o cultivo do coco e a pesca, mas como esta área tem abarcado veranistas, a economia local está se voltando para este segmento.

Aspectos Geológicos, Hidrogeológicos e Geomorfológicos

Em relação à geologia, a área de estudo cobre o extremo sul da fossa tectônica que define a bacia Sergipe/Alagoas e o extremo nordeste da Plataforma de Estância. A falha de Itaporanga separa as duas feições estruturais e constitui a mais forte evidência de tectonismo que afetou a região no Cretáceo Inferior. Neste recorte espacial predominam os sedimentos cenozóicos terciários e quaternários da Bacia Sergipe-Alagoas.

Na porção que abrange os municípios de São Cristóvão e Itaporanga (cerca de 90% e 70% do território, respectivamente) afloram areias finas e grossas com níveis argilosos e conglomeráticos do Grupo Barreiras, ao lado de depósitos aluvionares e coluvionares arenosos e argilo-arenosos recentes. Na foz do Vaza Barris estão presentes os depósitos aluvionares representados por sedimentos recentes (que em sua maior parte são constituídos por depósitos fluviomarinhos) e pelo Grupo Barreiras (composto por arenitos e conglomerados inconsolidados) (Figura 02).

Em termos Hidrogeológicos predominam as Formações Superficiais Cenozóicas, que se traduz em um comportamento de “aquífero granular”, caracterizado por possuir uma porosidade primária, e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade, o que lhe confere, no geral, excelentes condições de armazenamento e fornecimento d’água.



FONTE: CPRM, 1998.

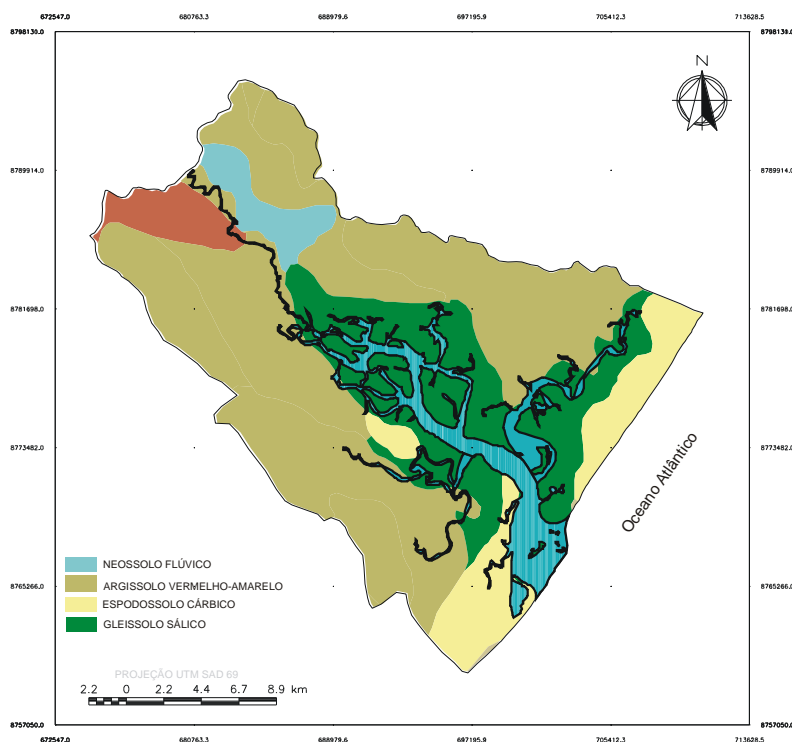
FIGURA 2 – Aspectos geológicos da bacia costeira do rio Vaza Barris.

Em termos geomorfológicos evidenciam-se duas unidades geomorfológicas: Planície Costeira e os Tabuleiros Costeiros. A Planície Costeira pode apresentar-se como Planície Marinha ou Fluviomarinha, sendo típicos os ambientes de Terraços Marinhos, Dunas Costeiras, Cordões Litorâneos e Estuários, que refletem as influências dos processos de origem marinha, eólica e fluviomarinha em decorrência das condições ambientais variáveis no Quaternário.

Os Tabuleiros Costeiros encontram-se limitados pela Planície Litorânea no lado oriental e pelo Pediplano Sertanejo no lado ocidental. Evidenciam-se os Tabuleiros de superfície tabular erosiva bem como de relevo dissecado em colinas, cristas e interflúvios tabulares.

Solos

Na área em estudo encontram-se vários tipos de solo, predominando o Argissolo, o Espodossolo e o Gleissolo (Figura 03).



FONTE: Sergipe, 2004.

FIGURA 4 – Aspectos pedológicos da bacia costeira do rio Vaza Barris.

Os Argissolos (Podzólico) Vermelho Amarelo são altamente ácidos, de baixa fertilidade natural, apresentando materiais areno-argilosos e argilo-arenosos originado dos Sedimentos do Grupo Barreiras de idade pliopleistocênica. Os solos Argissolos Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico apresentam de moderada a baixa acidez, sendo também derivados dos sedimentos do Grupo Barreiras e possuem de média a alta fertilidade natural. Os solos característicos dos terraços marinhos são o Neossolo Quartzarênico (Areias quartzosas marinhas) e o Espodossolo (Podzol), que são excessivamente drenados, extremamente ácidos e de baixa fertilidade natural. O Gleissolo sílico, solo com textura indiscriminada típico de mangue, é mal drenado, pouco desenvolvido, encontrado em desembocaduras de rios e riachos com influência dos fluxos e refluxos das marés.

Neste recorte espacial, a produção de coco-da-baía é significativa, bem como o crescimento dos empreendimentos de aquíicultura, especialmente a carcinicultura, em detrimento da vegetação do manguezal.

Condicionantes Climáticas e Cobertura Vegetal

O clima na bacia costeira é do tipo Megatérmico Úmido e Sub-Úmido com moderado déficit de verão, temperatura média em torno dos 25,2°C, precipitação pluviométrica anual variando de 1.100mm a 1.500mm, com um ou dois meses secos e período chuvoso de março a agosto (Sergipe, 1997; Sergipe, 2004).

Destacam-se na área em estudo, os tipos vegetacionais *Mata Atlântica perenifólia* secundária, em áreas do Grupo Barreiras; *Mata e Campo de restinga*, em áreas de sedimentos de praia e aluvião do Quaternário na Planície Litorânea; *Vegetação de Mangue*, na unidade geomorfológica Planície Fluviomarina com solos típicos de mangue. Com dimensões menores encontra-se o *Cerrado*, nos Tabuleiros Costeiros e *vegetação de Dunas e Areial*, cuja unidade geomorfológica é a Planície Litorânea (Sergipe, 1997).

É interessante destacar que grande parte da vegetação do cerrado e das matas foi removida para exploração agropecuária. Atualmente os manguezais e restingas também têm sido suprimidos para a expansão de empreendimentos de aqüicultura, sobretudo a carcinicultura.

Vale destacar que o município de Itaporanga d'Ajuda integra a Área de Proteção Ambiental (APA) do Litoral Sul de Sergipe, criada pelo Decreto Estadual nº 13.468/1993, alterado pelo Decreto nº 15.559/1995. A região estuarina do rio Vaza Barris é considerada Área de Proteção (Lei Estadual nº 2.795/1990). Este estuário abriga rica fauna e flora, sendo a vegetação de manguezal protegida por legislação específica, Lei Federal nº 4.771/95 e nº 6.938/81, pelo Decreto Federal nº 89.336/84 e pela Resolução CONAMA 312/2002.

Múltiplos Usos dos Recursos Hídricos

Foram identificados diversos usos consuntivos e não consuntivos, por vezes conflitantes entre si. Vale destacar que a maior parte dos usos atuais dos recursos hídricos na bacia costeira do rio Vaza Barris destinam-se a indústria, abastecimento público e irrigação estando situados nos afluentes e não no rio principal, em função do teor de salinidade do mesmo (Tabela 03).

Tabela 3 – Múltiplos usos na bacia costeira do rio Vaza Barris.

Usos	Não Consuntivos			Usos Consuntivos			
	Recreação	Manutenção da biodiversidade estuarina	Pesca esportiva	Abastecimento Público	Irrigação	Dessedentação Animal	Aqüicultura (Piscicultura e Carcinicultura)
Santa Maria e Vaza Barris	X	X	X				X
Paramopama				X	X	X	
Tejupeba				X	X	X	
Água Boa				X	X	X	
Paruí				X	X	X	

Fonte: Atividade de campo (2007, 2010); Carvalho (2004); Sergipe (2003)

Em termos de recursos hídricos subterrâneos, há necessidade de atualização dos análises. O último trabalho realizado pela CPRM data de 2002. De acordo com estas análises

hidrogeológicas, no município de Itaporanga d'Ajuda foram diagnosticados 109 pontos de captação de água, sendo que 93,5% dos poços são do tipo tubular e apenas 6,4%, fonte natural. A maior parte (70,6%) localiza-se em propriedade particular. Quanto ao estado de uso dos poços, 56,9% encontram-se em operação sendo que os demais estão paralisados, não instalados ou abandonados.

No município de São Cristóvão constata-se que de um total de 214 pontos de água, 94,4% são poços do tipo tubular e 5,6% do tipo natural. Quanto à propriedade dos terrenos onde os poços foram instalados, a sua maior parte é particular. Dentre estes poços, 58,9% estão em operação, enquanto que os inativos totalizam 40,5%.

Em ambos os municípios a principal finalidade está enquadrada como uso múltiplo, além do uso doméstico e dessedentação animal, evidenciando a importância dos recursos hídricos subterrâneos para as atividades humanas. Sobre os aspectos qualitativos destacam-se os poços que não possuem análise de parâmetros químicos e biológicos em ambos os municípios (em torno de 35%), ressaltando a necessidade de ações integradas de gestão ambiental, visando compatibilizar as potencialidades do aquífero com os múltiplos usos, bem como para diagnosticar o grau de interferência antrópica no referido ponto de captação.

5. TENSORES ANTRÓPICOS E LIMITAÇÕES NATURAIS NA BACIA COSTEIRA DO VAZA BARRIS

Os tensores antrópicos que alteram a paisagem natural ao longo de toda a bacia costeira foram diagnosticados durante as atividades de campo. O Quadro 01 apresenta de forma sintética alguns tensores antrópicos diagnosticados para a área em estudo, bem como seus impactos diretos e possíveis conseqüências.

QUADRO 1 – Tensores Antrópicos na bacia costeira do rio Vaza Barris.

Tensores	Impacto		Resposta
Empreendimentos de carcinicultura	Paisagem Biota	Supressão da vegetação de manguezal	Perda da biodiversidade - redução da fauna e flora; Mudança no padrão de circulação estuarina
	Coluna d'água Solo	Liberação de efluentes sem tratamento	Alterações dos componentes hidrobiológicos d'água
Loteamentos	Paisagem Biota Corpo d'água	Supressão da vegetação de manguezal / restinga / dunas	Perda da biodiversidade - redução da fauna e flora; Aumento dos resíduos sólidos e líquidos sem tratamento
Segundas residências	Paisagem Biota Corpo d'água	Supressão da vegetação de manguezal / restinga / dunas	Perda da biodiversidade - redução da fauna e flora; Aumento dos resíduos sólidos e líquidos sem tratamento adequado
Efluentes domésticos e industriais	Coluna d'água Biota Comunidade	Liberação de efluentes sem tratamento	Alteração na qualidade da água por contaminação com coliformes termotolerantes Contaminação por resíduos químicos
Supressão da mata ciliar	Paisagem Corpo d'água	Erosão e assoreamento	Desperenização de mananciais; Perdas socioeconômicas

Fonte: SERGIPE (2003); Atividades de Campo (2004/2007/2010). Adaptado de Paula (2006).

Uma das principais limitações naturais diagnosticadas no espaço em estudo refere-se ao potencial hídrico e ao tipo de solo. Segundo SERGIPE (2003), o rio Vaza Barris tem um potencial grande de recursos hídricos, mas devido à alta concentração de cloro em seu curso principal não pode ser utilizado para consumo humano, industrial e irrigação. A água deste rio é classificada como salobra e está diretamente relacionada com o tipo de solo que apresenta percentual de saturação de sódio trocável de moderado a baixo, além de solos facilmente susceptíveis a salinização quando mal manejados.

6. INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS E DE RECURSOS HÍDRICOS: MENSURANDO A VULNERABILIDADE NA BACIA COSTEIRA DO RIO VAZA BARRIS

A metodologia proposta por Magalhães Júnior (2011) utiliza como base indicadores socioambientais e de qualidade hídrica, a fim de fornecer um perfil sistêmico dos condicionantes sociais, ambientais e das pressões antrópicas, que se traduzem em riscos e vulnerabilidades no recorte em estudo. Para tal são mensurados e analisados em conjunto os seguintes indicadores: densidade demográfica, urbanização, grau de pobreza, índice de domicílios com instalações adequadas de água, índice de população cujos esgotos não são tratados, índice de domicílios com instalações adequadas de esgotos e índice de atendimento de coleta de lixo. Para os três últimos índices foram utilizados valores de referência (150 l/d/h; 80% do índice anterior; 500 g/d/h, respectivamente) em virtude da inexistência de dados municipais. Os demais foram levantados em publicações oficiais.

Todos estes indicadores foram sistematizados e/ou estimados para cada realidade municipal fornecendo a base para a estruturação das matrizes de Pressão/Impacto e Resposta. Com as matrizes concluídas, realizou-se o cálculo dos índices de desempenho de pressão/impacto e resposta mediante cálculo do somatório das notas de indicadores por município e dividindo o mesmo pelo somatório de notas máximas possíveis de todos os indicadores por município. O resultado que varia de 0 a 1 é classificado em Baixo, Médio e Alto de acordo com os patamares estabelecidos pela metodologia adaptada de Magalhães Júnior (2011), publicada também por Carvalho (2010) e Oliveira e Carvalho (2014).

Os resultados apontam que os principais riscos e vulnerabilidades, traduzidos aqui em maiores pressões e impactos sobre a qualidade ambiental e hídrica na bacia costeira do rio Vaza Barris, estão associados com o lançamento de esgotos não são tratados no ambiente, urbanização e produção de lixo (Tabelas 04 e 05). No computo geral desta análise de indicadores, os municípios mais urbanizados, Aracaju e São Cristóvão, apresentam médias pressões e o município de Itaporanga d'Ajuda baixa pressão.

No município de Aracaju as maiores pressões estão relacionadas com a elevada densidade demográfica e urbanização, bem como sobre a degradação da cobertura vegetal. Por ser considerada totalmente urbanizada o índice de áreas agrícolas foi contabilizado nesta análise. O índice de pobreza também é reduzido. Por outro lado, em função do contingente populacional, o índice de exploração hídrica (local e por transposição principalmente de outras bacias hidrográficas, a exemplo do São Francisco), de lançamento de esgotos em cursos d'água e produção de lixo são elevados, configurando-se como as maiores pressões e impactos locais, tornando-se gargalos da administração pública ainda sem solução eficaz e/ou duradoura.

O município de Itaporanga d'Ajuda foi classificado como de Baixa Pressão/Impacto, embora o Índice de Pobreza seja elevado e a degradação da cobertura vegetal nativa seja iminente em função das atividades agropecuárias.

Tabela 4 – Dados para a matriz de pressão/impacto da bacia costeira do rio Vaza Barris/SE

Municípios*	Indicadores de Pressões e Impactos								
	DD ² hab/ km ²	ID ³ %	IDC ⁴ %	IA ⁵ %	IP ⁶ %	IEH ⁷ m ³ /dia	ILE ⁸ m ³ /dia	IPE ⁹ %	PL ¹⁰ Ton/ dia
Aracaju	3.140,7	100	0,06	1	11,1	85.672	68.537	13,5	285, 5
Itaporanga D'Ajuda	41,1	39,2	4,04	24	42,2	4.562	3.649	79,9	15,2
São Cristóvão	180,5	84,5	15,36	41	22,9	11.830	9.464	64,1	39,4

Adaptado de Magalhães Júnior (2011), Carvalho (2010), Oliveira e Carvalho (2014).

Fonte: SEPLAG, 2013; IBGE, 2006; PNDU, 2013.

Tabela 5 – Matriz de pressão / impacto da bacia costeira do rio Vaza Barris/SE

Municípios	Classes de Pressões e Impactos										Índice de pressão / impacto**	
	DD hab/ km ²	ID %	IDC %	IA %	IP %	IEH m ³ / dia	ILE m ³ / dia	IP E %	PL ton	Tot al		
Aracaju	1	1	1	5	5	1	1	3	1	19	0,42	Mé di o
Itaporang a D'Ajuda	4	5	2	3	2	4	5	1	3	28	0,62	Baix o
São Cristóvão	2	2	5	1	3	3	4	1	2	23	0,51	Mé di o

**Quanto menor o total de pontos e o índice final, maiores serão as pressões e impactos.

Valores: 1 – Muito Intensos; 2 – Intensos; 3 – Médios; 4 – Fracos; 5 – Muito Fracos.

Índice de pressão/impacto: Baixo - > 0,59; Médio – 0,59-0,4; Alto < 0,4.

Fonte: Adaptado de Magalhães Júnior (2011), Carvalho (2010), Oliveira e Carvalho (2014).

São Cristóvão pertence à região de planeamento denominada de Grande Aracaju. Pela proximidade com a capital sergipana, vem ampliando a densidade demográfica e o grau de urbanização. Os indicadores de maior pressão neste município são as áreas destinadas para fins agrícolas e o índice de esgotos sem tratamento. Este por sinal é o indicador mais problemático nos três municípios.

²DD - Densidade demográfica

³ID - Índice de urbanização

⁴IDC - Índice de cobertura florestal natural

⁵IA - Índice de áreas agrícolas

⁶IP - Índice de pobreza

⁷IEH - Índice de exploração hídrica para abastecimento

⁸ILE - Índice de lançamento de esgotos em cursos d'água por habitante

⁹IPE - Índice de população cujos esgotos não são tratados

¹⁰PL - Produção de lixo

Para a matriz de respostas, utilizou-se como indicadores a qualidade serviços de abastecimento de água, instalações adequadas de esgoto, bem como atendimento de coleta de lixo (Tabelas 06 e 07).

Dentre os municípios analisados, Aracaju é quem apresenta o melhor percentual de famílias com instalações adequadas de água, seguido por São Cristóvão. Em Itaporanga ainda é elevado o abastecimento direto via poço ou nascente, bem como outras formas de abastecimento sem tratamento prévio o que pode deixar a população susceptível a doenças transmitidas pela água contaminada.

Tabela 6 – Dados de composição da matriz de resposta da bacia costeira do rio Vaza Barris/SE

Municípios	Índice de domicílios com instalações adequadas de água* (%)	Índice de domicílios com instalações adequadas de esgotos** (%)	Índice de atendimento de coleta de lixo** (%)
Aracaju	97,9	86,5	99
Itaporanga D'Ajuda	64,2	20,1	65,7
São Cristóvão	87,7	35,9	81,1

* Rede pública de abastecimento.

** Sistema público de coleta de esgoto e de lixo.

Fonte: Adaptado de Magalhães Júnior (2011); SEPLAG (2013), Carvalho (2010), Oliveira e Carvalho (2014).

Tabela 7 – Matriz de respostas para a bacia costeira do rio Vaza Barris/SE

Municípios	Índice de famílias com instalações adequadas de água (%)	Índice de famílias com instalações adequadas de esgotos (%)	Índice de atendimento de coleta de lixo (%)	Total*	Índice de resposta*	
Aracaju	1	2	1	4	0,26	Alto
Itaporanga d'Ajuda	4	5	3	12	0,8	Baixo
São Cristóvão	2	5	2	9	0,6	Baixo

**Quanto menor o total de pontos e o índice final, melhores são as respostas às pressões e aos impactos. Valores: 1 – Muito Intensos; 2 – Intensos; 3 – Médios; 4 – Fracos; 5 – Muito Fracos. Índice de resposta: Baixo - > 0,8; Médio - 0,79-0,5; Alto < 0,5.

Fonte: Adaptado de Magalhães Júnior (2011), Carvalho (2010), Oliveira e Carvalho (2014).

No que se refere ao índice de instalações adequadas de esgotos, apenas Aracaju apresenta melhor situação, enquanto que os demais municípios o número de fossas ou outras formas é elevado. Um problema sério de saneamento ambiental.

No tocante a coleta de lixo a capital sergipana apresenta os melhores resultados, no entanto, em todos os municípios existem problemas sérios de disposição final e tratamento dos mesmos, que geralmente são jogados em lixões a céu aberto.

Tais indicadores apontam para a necessidade de efetiva gestão ambiental para a bacia costeira, pois as pressões humanas refletem na qualidade hídrica e ambiental como um todo, expondo as potencialidades naturais locais a vários processos de degradação em função da poluição ambiental, como descrito no tópico sobre os tensores antrópicos. Analisar em conjunto potencialidades e vulnerabilidades ambientais e sociais torna-se premente para a realidade brasileira e em especial a sergipana.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apontados neste estudo alertam para a tendência atual de aumento populacional na bacia costeira do rio Vaza Barris. Neste recorte espacial, as características ambientais estão associadas ao clima de litorâneo apresentando vulnerabilidades associadas principalmente às pressões urbanas. O município de Itaporanga d'Ajuda ainda tem uma particularidade de ser tipicamente rural, diferentemente de São Cristóvão e Aracaju, tendo sido constatado elevado o índice de pobreza nos dois primeiros.

Em termos geológicos predominam na bacia costeira os sedimentos cenozóicos terciários e quaternários da Bacia Sergipe-Alagoas recobertos por vegetação típica de restinga e manguezais, altamente tensionados pela expansão da carcinicultura e expansão imobiliária, com elevadas taxas de supressão da vegetação do manguezal.

No tocante aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, foram identificados diversos usos consuntivos e não consuntivos, voltados para indústria, abastecimento público e irrigação, que ocorrem nos mananciais secundários e não no rio principal, que devido ao teor de sais é mais utilizado para fins de lazer e manutenção da biota.

Ao aplicar a metodologia adaptada de Magalhães Júnior (2011) utilizando indicadores socioambientais e de qualidade hídrica obteve-se um perfil sistêmico dos condicionantes sociais, ambientais e das pressões antrópicas no recorte em estudo, tendo sido considerada como uma ferramenta importante de apoio no processo de planejamento e gestão integrada da zona costeira.

Os resultados apontam que as maiores pressões e impactos sobre a qualidade ambiental e hídrica na bacia costeira do rio Vaza Barris, estão associados com o lançamento de esgotos não são tratados no ambiente, urbanização e produção de lixo. No cômputo geral, Aracaju e São Cristóvão, apresentam médias pressões e o município de Itaporanga d'Ajuda, baixa pressão. No tocante as respostas em termos de políticas públicas efetivas de gestão no tocante a instalações adequadas de água, esgoto e coleta de lixo, Aracaju, capital sergipana, apresentou melhor resultado, enquanto que os demais municípios o resultado foi insatisfatório.

Diante do exposto, emerge a necessidade de ações no tocante a gestão integrada do ambiente costeiro com as áreas interioranas, integrando o planejamento socioeconômico com a base física, com destaque especial para o fortalecimento das ações públicas referente aos serviços básicos de saneamento que, no recorte em estudo e com a metodologia de análise proposta, foram identificados com sendo os elementos de maior pressão e impacto sobre o ambiente litorâneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abers, Rebecca Neaera (Org.) (2010). *Água e Política*. São Paulo: Annablume.

Beck, U. (1998) *La sociedad del riesgos*. Madrid: Paidós.

Carrera-Fernandez, José; Garrido, Raymundo-José. (2002). *Economia dos recursos hídricos*. Salvador: EDUFBA, p. 458.

- Carvalho, M. E. S. (2004). *A Carcinicultura na Zona Costeira do Estado de Sergipe*. São Cristóvão: NPGEO/UFS. Dissertação de Mestrado.
- Carvalho, M.E.S. (2010). *A questão hídrica na bacia sergipana do rio Vaza Barris*. Tese de doutorado. São Cristóvão: NPGEO/UFS.
- Carvalho, M.E.S.; Oliveira, L. (2014). *Indicadores de Pressão/Estado/Resposta na Grande Aracaju*. Projeto de Iniciação Científica. São Cristóvão.
- Chagas, M.C.S. (2002). *A pluviosidade e a agricultura nas zonas climáticas da bacia do rio Vaza Barris*. São Cristóvão: NPGEO/UFS. Dissertação de Mestrado.
- Cofanlonieri, U.E.C. (2003). Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. *Terra Livre*, São Paulo, n.20, p.193-204.
- CPRM. (2002). *Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste*. Sergipe.
- Embrapa. (1975). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Levantamento exploratório – reconhecimento dos solos do estado de Sergipe*. Brasília: EMBRAPA.
- Fontes, Aracy Losano. (1988). O Cenozóico na bacia inferior do rio Vaza Barris (SE). In *Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia*, Belém: AGB, 1988.
- Gómez Orea, D. (2001). *Ordenación territorial*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Garcias, C. M.; Sanches, A. M. (2009). Vulnerabilidades socioambientais e as disponibilidades hídricas urbanas. *Revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo*. São Paulo: EESC-USP, p. 96-112.
- Hogan, D. J., et.al.(2001). *Urbanização e Vulnerabilidade socioambiental*. Campinas: UNICAMP, p. 397-418. Disponível em: <http://www.nepo.unicamp.br/>. Acesso em: 25/07/2011
- IBGE. *Censo Demográfico*. Sergipe, 1970, 2010.
- Leal. A.C. (2000). *Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema/SP*. Instituto de Geociências. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado.
- Magalhães Júnior, A.P. (2007). *Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa*. RJ: Bertrand Brasil, 2007.
- Marengo, Jose A. (2008). Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias Estratégicas*. n.27. Brasília, p. 149-176.
- Mendonça, F. (2000) Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. *RA'EGA*, Curitiba, n. 4, p. 85-99.
- Mendonça, F. e Leitão, S. (2008) Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos. *Geotextos*, vol. 4, n.1 e 2, p. 145-163.
- Mendonça, F. (2010). Riscos e Vulnerabilidades Sociambientais Urbanos a contingência climática, *Mercator*, vol. 9, núm. 1, 2010, pp. 153-163.
- Mendonça, F. (2011) Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica. *Revista da ANPEGE*, v.7, n.1, p. 111-118.
- Mendonça Filho, C. J. M. (1998). *Análise ambiental da planície costeira entre as desembocaduras dos rios Sergipe e Vaza Barris*. São Cristóvão: DGE/UFS.
- Nonn, Henri. (1987). *Geografia de los litorales*. Madrid: Akal.

- Ribeiro, W. C. (2008). *Geografia política da água*. São Paulo, SP: Annablume, p. 162.
- Paula, D.P.; et.al. (2006). Análise geoambiental do estuário do rio Jaguaribe-CE: tensores naturais e antrópicos. In *Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia*. Goiânia.
- Polette, Marcus; et.al. (2000). Gerenciamento costeiro integrado e gerenciamento de recursos hídricos: como compatibilizar tal desafio. In *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. 2.ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos.
- Reboucas, A. et.al. (2006). *Águas doces do Brasil*. 3.ed. São Paulo: Escrituras.
- SEPLAG. (2013). *Perfis Municipais*. Sergipe.
- Sergipe. (1997). *Mapeamento da mata atlântica em Sergipe*. Aracaju: CODISE.
- Sergipe. (2005). *R.A.S. da Ponte sobre o rio Vaza Barris*. Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de Sergipe/DER/SE. Aracaju: AMBIENTEC.
- SIAB. (2010). *Sistema de Informação de Atenção Básica*. Secretaria Estadual de Saúde/SE.
- Takahashi, Lucilene T.; TRINDADE NETO, Ismael Q. (1994). *Estudo ambiental do meio físico do estuário do rio Vaza Barris (SE)*. PETROBRÁS, ADEMA.
- Vilar, J. W. C. (2007). *(Des)Ordenamento Territorial de Ambientes Litorâneos*. Aracaju: NPGeo/CEFET.
- Vilar, J. W. C. e Araújo, Hélio M. de (2005). Iniciativas de ordenamento territorial do litoral sul de Sergipe. In *Anais do X Congresso da ABEQUA*, Guarapari.
- Veyret, Y. (2013). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. 2ed. São Paulo: Contexto.
- Wanderley, L. L. e Wanderley, M. L. (2003). Gestão ambiental e urbanização: o ZEE da zona de expansão de Aracaju. In *Anais do II Congresso sobre planejamento e gestão da zona costeira dos países de expressão portuguesa*. Recife.