ANÁLISE DA EVOLUÇÃO ESPAÇOTEMPORAL (1958 - 2012) DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUARIBAS, NORDESTE DO BRASIL

Analysis of the spatiotemporal evolution (1958-2012) of the natural systems of the rio Guaribas hydrographic basin in Northeastern Brazil

Francisco Otávio Landim Neto*
Adryane Gorayeb**
Wallason Farias de Souza***
Edson Vicente da Silva****

*Universidade Federal do Ceará - UFC / Município de Fortaleza
otaviotese@gmail.com

**Universidade Federal do Ceará - UFC / Município de Fortaleza
adryanegorayeb@yahoo.com.br

***Universidade Federal do Ceará - UFC / Município de Fortaleza
wallasonfarias@alu.ufc.br / Wallason.farias@gmail.com

****Universidade Federal do Ceará - UFC / Município de Fortaleza
cacauceara@gmail.com / cacau@ufc.br

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Guaribas localizada nos munícipios de São Gonçalo do Amarante e Caucaia, Ceará, apresenta uma paisagem composta pelos seguintes sistemas ambientais: campos de dunas fixas e móveis, recursos hídricos como planícies fluviais, fluviomarinhas e lacustres, além dos tabuleiros litorâneos. Neste contexto, pretende-se apresentar as alterações espaçotemporais do uso do solo nos sistemas ambientais da bacia hidrográfica ocorridas entre os anos de 1958 a 2012, levando-se em consideração as seguintes categorias: vegetação conservada, ocupação por residências urbanas e ocupação por empreendimentos industriais. Para tanto, fez-se necessário à integração de processamento de dados de sensoriamento remoto e a manipulação de dados espaciais, representando as principais transformações da paisagem. Os resultados apontaram que: i) no campo de dunas fixas houve uma diminuição quantitativa da vegetação, sendo possível destacar o aumento na ocupação urbana e industrial, ii) o campo de dunas móveis mostra aumento da ocupação por residências urbanas, iii) houve um aumento na ocupação das bordas dos recursos hídricos, por residências e instalações industriais, e iv) nos tabuleiros litorâneos, é possível verificar a redução da vegetação, ocasionada pela ocupação crescente de residências urbanas e construções industriais.

Palavras-chave: Evolução espaçotemporal. Transformações das Paisagens. Complexo Industrial Portuário do Pecém.

ABSTRACT

The hydrographic basin of the Guaribas River in the municipalities of São Gonçalo do Amarante and Caucaia, in the northeastern Brazilian state of Ceará, presents a complex landscape, composed of mobile and fixed dune fields, hydrological resources (lakes, floodplains, and coastal plains), and coastal plateaus. Alterations in the use of the soil within this landscape were evaluated between 1958 and 2012, considering the conservation of vegetation cover, urban development, and the expansion of industrial installations. This assessment was based on the integration of remote sensing data with spatial data, which represent the principal transformations of the landscape. The results of the analysis indicate that (i) there was a reduction in the vegetation cover on the fixed dunes, reflecting the expansion of urban and industrial development, (ii) the mobile dune field was affected by the expansion of urban development, (iii) there was an increase

in the occupation of the margins of hydrological resources by both urban development and industrial installations, and (iv) the vegetation of the coastal plateaus was also reduced by the ongoing expansion of urban and industrial development.

Keywords: Spatiotemporal evolution. Transformations in the landscape. Pecém Shipping and Industrial Complex.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda pela utilização dos recursos ambientais fomenta a reflexão sobre as formas de pensar e estabelecer um modelo de desenvolvimento que siga os pressupostos da sustentabilidade socioambiental. Nos últimos anos, estudos de Nascimento (2003), Botelho; Silva (2006), Rodriguez; Silva; Leal (2011), Landim Neto *et al* (2013); Guimarães *et al* (2011); Gorayeb *et al* (2011) voltados para as bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão ambiental, ganham importante papel em razão das suas peculiaridades ambientais, tendo sido consideravelmente enriquecidos ante a enorme demanda pelos recursos hídricos e sua ligação com as atividades humanas.

A bacia hidrográfica é compreendida enquanto unidade geográfica fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos sendo também utilizada para ações inerentes ao planejamento ambiental (GORAYEB; PEREIRA, 2014).

As discussões reunidas por Cavalcanti *et al*. (1997) e Santos (2004) são dirigidas ao gerenciamento dos recursos hídricos como forma de amenizar futuros impactos ambientais e indicam uma importante tarefa no intuito de seguir os propósitos da igualdade social, do crescimento econômico e da sustentabilidade ambiental.

Cunha; Guerra (2003) ainda alertam para as mudanças relacionadas ao uso e ocupação do solo que causam impactos e degradações, às vezes de caráter irreversível, como a degradação das vertentes e o aumento do escoamento superficial, fornecendo maior volume de sedimentos para a calha fluvial, resultando no assoreamento do leito e enchentes na planície de inundação.

A utilização da bacia hidrográfica como uma unidade de análise de sistemas ambientais, apresenta concepção mais adequada para se trabalhar com a proposta sistêmica, partindo da perspectiva do tripé formado pela dimensão ambiental, social e econômica (ALBUQUERQUE, 2015).

Nesse sentido, realizou-se a análise das transformações dos sistemas ambientais, campos de dunas móveis e fixas, recursos hídricos compreendidos como planícies fluviais, fluviomarinhas e lacustres e tabuleiros litorâneos presentes na bacia hidrográfica do rio Guaribas, levando-se em consideração as seguintes categorias: vegetação conservada, ocupação residencial e construções industriais. A bacia hidrográfica do rio Guaribas afigura-se como importante recurso hídrico do setor oeste do litoral cearense, Nordeste do Brasil, em especial por atender as demandas do Complexo Industrial Portuário do Pecém (CIPP), o terceiro maior porto brasileiro no *ranking* de exportações.

A tecnologia do Sistema de Informação Geográfica - SIG viabilizou a implementação da integração da informação com o fenômeno analisado, uma vez que o objetivo da análise não se restringiu à mera detecção ou identificação da mudança, realizando a caracterização das mudanças, a partir da integração dos sistemas ambientais com a dimensão temporal da análise. Destaca-se que a transformação de paisagens no tempo é um importante pré-requisito para entender os processos que estão ocorrendo e para estudos que estabeleçam cenários de tendências futuras.

Para a realização de estudos de evolução dos sistemas ambientais, as técnicas de Sensoriamento Remoto e geoprocessamento são uma importante ferramenta para a análise de fenômenos com expressão territorial, permitindo espacialização do território através da quantificação, qualificação e localização, bem como o relacionamento com outras variáveis espaciais (FLORENZANO, 2002). Assim, essas duas ferramentas têm sido amplamente aplicadas e reconhecidas como eficazes na detecção das alterações no uso e cobertura do solo (EHLERS et al., 1990; TREITZ et al., 1992).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A análise dos sistemas ambientais preconiza o entendimento das interações bióticas, abióticas e sociais existentes no ambiente A percepção do conjunto, afigura-se como importante requisito para a análise ambiental integrada, considerando a sua complexidade e heterogeneidade. Isso requer a adoção de metodologias e técnicas de pesquisa que propiciem à compreensão concomitante e integral dos elementos que representem condições potencialmente positivas ou limitativas para a utilização dos recursos ambientais.

Souza (2009) esclarece que sistemas ambientais são integrados por variados elementos que mantém relações mútuas e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e energia. Sendo que cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural. Verifica-se, comumente, um relacionamento entre seus componentes e estes são dotados de potencialidades e limitações próprias sob o ponto de vista de recursos ambientais, reagindo também de forma singular no que tange às condições de uso e ocupação.

Foram utilizados os seguintes materiais cartográficos e de sensoriamento remoto: (i) mapa básico do Município de São Gonçalo do Amarante adquirido no formato digital no IPECE (Instituto de Planejamento e Estratégia Econômica do Ceará), escala de 1:50.000 datado de 2010; (ii) Aerofotocartas do IPECE dos anos de 2007 e 2012, apresentando escala de 1:35.000; e (iii) Fotografias aéreas dos anos de 1958 e 1988, cobrindo o litoral de São Gonçalo do Amarante adquiridas na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), com escala de 1:50.000.

A interpretação das imagens foi realizada com o auxílio do software *Envi* 5.0 e *ArcGIS* 10.0. As fotografias foram digitalizadas com o auxílio de um aparelho *scanner*. Primeiramente, foi feito o georreferenciamento das fotografias aéreas da CPRM, utilizando-se o programa *Envi*, juntamente com uma imagem georreferenciada do satélite *Quickbird* 2009. Após o georreferenciamento, as imagens foram vetorizadas utilizando-se o programa *ArcGIS* 10.0.

O uso das imagens de satélite permitiu analisar de maneira especializada as formas de uso e ocupação da terra, evidenciando o grau de alteração do sistema ambiental focalizado, bem como da evolução urbana e ocupação em suas áreas de influência. Para isso, foram realizados levantamentos de informações referentes à bacia do rio Guaribas, procedeu-se a efetivação de trabalhos de campo sendo que percorreu-se a área para fazer uma comparação com os elementos presentes nas imagens. As ações em campo permitiram acrescentar mais informações quanto às ocupações da bacia hidrográfica e outros elementos por meio de diálogos com a população local.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

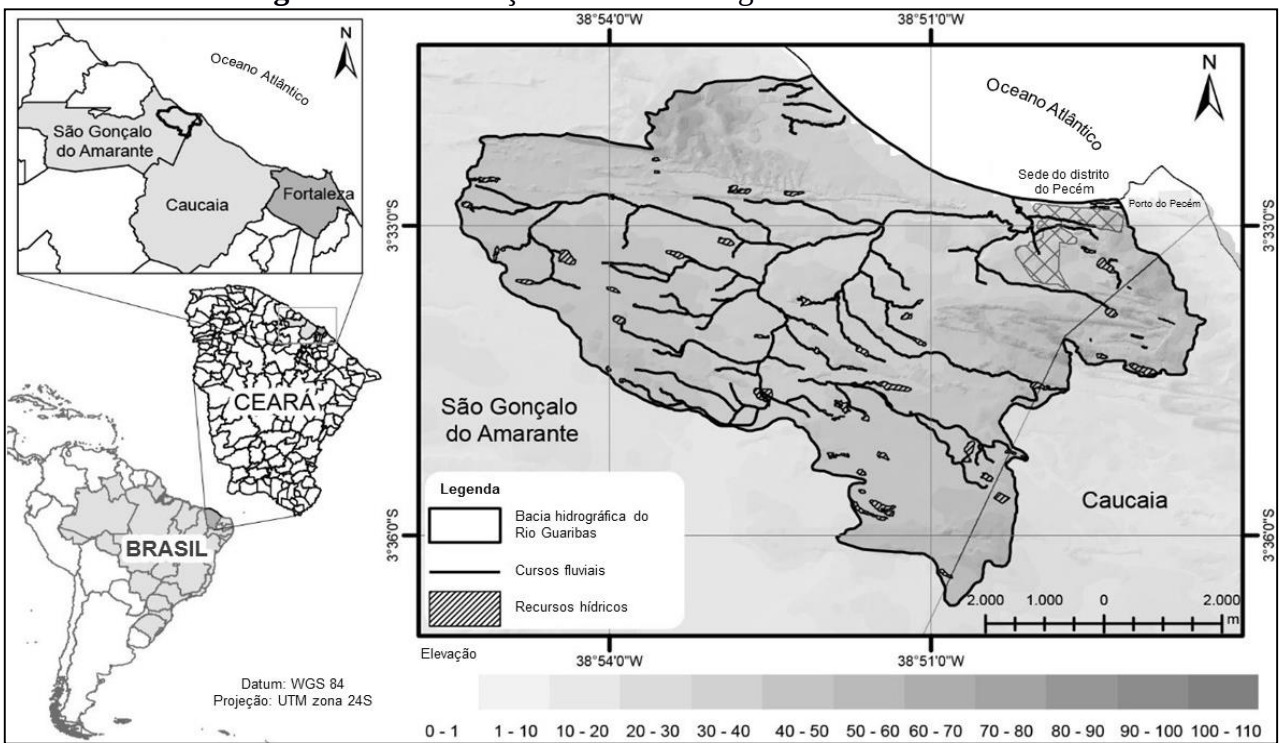
A bacia hidrográfica do rio Guaribas (Figura 1) possui 95% de área situada na porção nordeste do munícipio costeiro de São Gonçalo do Amarante, entre as coordenadas 3º36’40,75’’ S, 38º55’26.11’’ W e 3º31’32.37’’ S, 38º48’26.59’’ W, sendo que os demais 5% estão localizados a noroeste do município de Caucaia. A distância aproximada de Fortaleza, capital do Estado, é de 50 km, sendo as principais vias de acesso as rodovias estaduais CE – 085, que integra a área de estudo aos demais municípios litorâneos, e a CE – 422, principal acesso entre Fortaleza, e o Complexo Industrial Portuário do Pecém.

A bacia citada possui área corresponde a 60,101 km² e abrange três unidades de conservação: (i) a Área de Proteção Ambiental (APA) do Pecém, criada em 05 de junho de 1998, pelo Decreto Estadual nº 24.957, possui 1,2280 km². (ii) a Estação Ecológica do Pecém, criada pelo Decreto Estadual nº 30.895, de 20 de abril 2012, com área de 9,7309 km², e o (iii) Jardim Botânico instituído em 08 de março de 2003, pelo Decreto Municipal n° 799/03, possuindo área de 0,1980 km².

O rio Guaribas possui extensão linear de 11,596 km, tem suas nascentes inter-dunares localizadas no sítio Batateiras, e desagua no perímetro urbano da Sede do Distrito do Pecém, na praia

de Pecém. Seus principais afluentes são: Caraúbas, Prata e Gregório, que se ligam ao curso principal do rio citado.

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Guaribas



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

O baixo curso do rio é responsável por grande parte da drenagem hídrica da região, principalmente na zona urbana do Distrito de Pecém, sendo perenizado por efluentes que se encontram carregados de esgotos domésticos não tratados. Vale salientar que o regime do rio Guaribas é perene, e o aumento do aporte hídrico no leito está estreitamente relacionado ao início da quadra chuvosa que ocorre entre os meses de janeiro a abril.

A verificação das condições climáticas da área em que a bacia hidrográfica do rio Guaribas está inserida é importante, à medida que o clima reflete nos processos de formação geomorfológica, no regime dos rios, na disponibilidade dos recursos hídricos, na formação dos solos e na distribuição da cobertura vegetal.

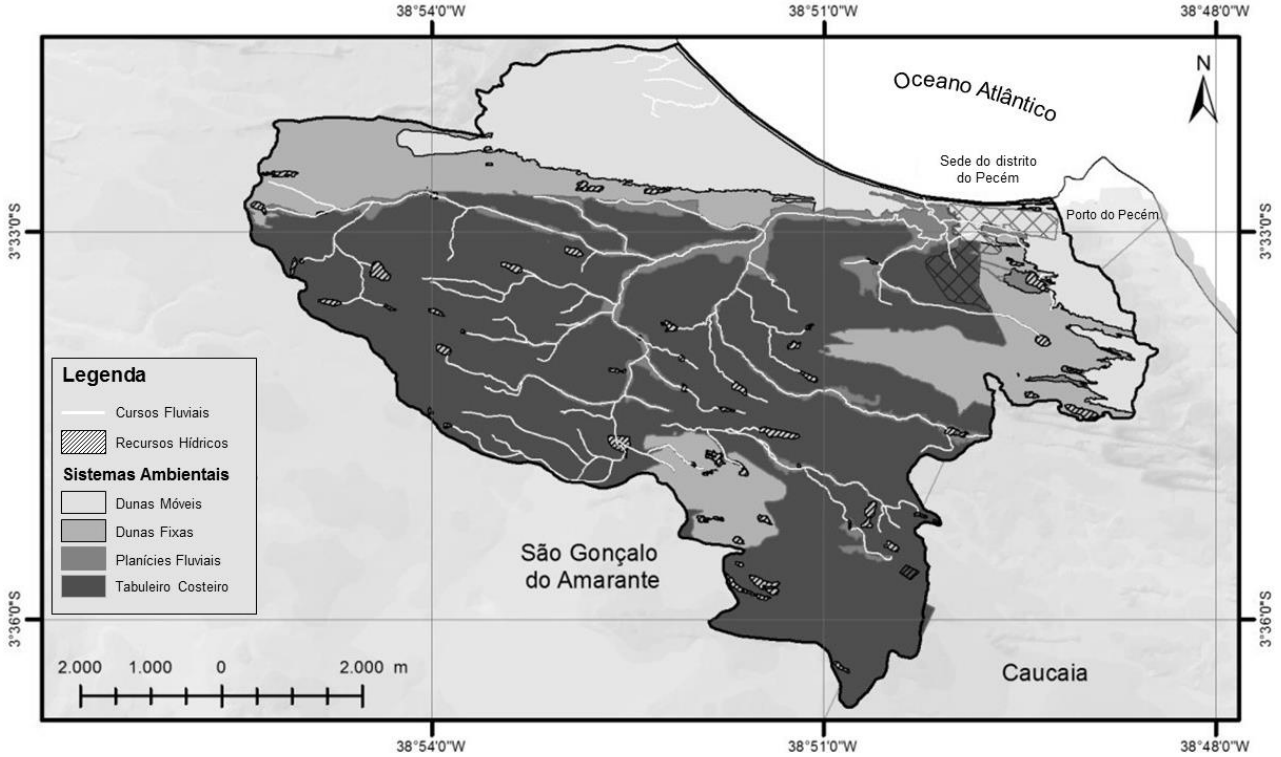
Conforme o IPECE (2012), a temperatura média do Município de São Gonçalo do Amarante corresponde a 28°C, com tempo de insolação de 269,4 dias/ano. Exprime período chuvoso entre os meses de janeiro e maio. A localização da área, próxima à linha do equador, favorece a intensa insolação durante grande parte do ano, caracterizando-a como uma área típica de clima quente. A atuação da Zona de Convergência Intertropical estabelece a sazonalidade da precipitação, enquanto a altitude e a proximidade do oceano influenciam as condições do clima local.

A identificação das unidades fitoecológicas na área da bacia do rio Guaribas foi descrita considerando sua interação com os demais componentes dos sistemas ambientais, associados à dinâmica das ações de processos físicos e biológicos que influenciam, sobretudo, na configuração das condições relacionadas à cobertura vegetal. As principais unidades fitoecológicas identificadas na área fazem parte do: complexo vegetacional litorâneo, localizado sobre os tabuleiros litorâneos do Grupo Barreiras, lagoas litorâneas, dunas fixas, semifixas e móveis, vegetação de pós-praia, várzeas de rios e lagoas (carnaubais) e manguezais.

Com base na compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Guaribas realizada por Landim Neto (2013), foi possível realizar a delimitação dos sistemas ambientais (Figura

2) com suporte em critério geomorfológico, tendo como referência Souza (2009). Nesse sentido, foram identificados na bacia do rio Guaribas os seguintes sistemas ambientais com suas respectivas áreas (Tabela 1).

Figura 2 – Sistemas ambientais presentes na bacia hidrográfica do rio Guaribas



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Tabela 1 – Sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas com as respectivas áreas

Sistemas Ambientais	Área (hectares - ha)
Campos de dunas móveis	767 ha
Campo de dunas fixas	1.746 ha
Recursos hídricos	712. 71 ha
Tabuleiros litorâneos	3.530 ha

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

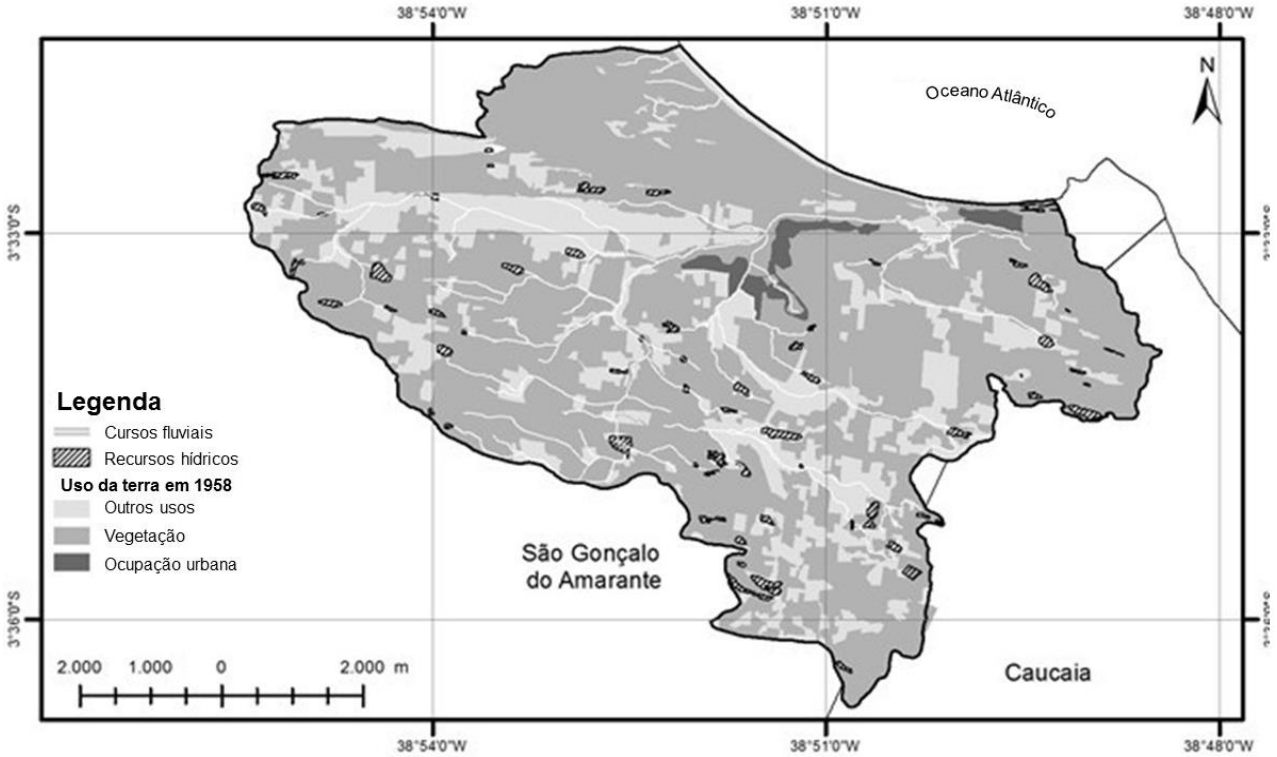
No final da década de 1950, foi possível verificar a existência da conservação dos recursos naturais utilizados pela população local. Naquele período, os campos de dunas eram bem elevados, a praia muito extensa, pois não havia construções de residências impedindo o percurso natural dos sedimentos. Conforme relatos de moradores, as lagoas eram utilizadas apenas para a lavagem de roupas e para a pesca. A água potável era oriunda de ressurgências conhecidas popularmente como "olhos d'água". No Pecém, havia muitas salinas e coqueiros. A economia local estava a orbita dessas atividades: extrativismo vegetal, agricultura de subsistência, pesca e extração de sal (LANDIM NETO, 2013). A tabela 2 apresenta dados relacionados à quantificação da ocupação dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas, por vegetação, residencial e industrial no ano de 1958. A Figura 3 expressa às condições dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas no ano de 1958.

Tabela 2 – Ocupação dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas no ano de 1958

1958	
Sistemas Ambientais	**Área ocupada em hectares (ha)**
Dunas Fixas	**1239,23**
Vegetação	953,24
Ocupação residencial	-
Ocupação Industrial	-
Dunas Móveis	**893,59**
Vegetação	837,57
Ocupação residencial	19,58
Ocupação Industrial	-
Recursos Hídricos	**501.512**
Vegetação	210.64
Ocupação residencial	-
Ocupação Industrial	-
Tabuleiro Litorâneo	**33.815,4**
Vegetação	22.591,7
Ocupação residencial	77,95
Ocupação Industrial	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Figura 3 – Sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas em 1958



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Nas décadas seguintes, as construções de residências que foram fixadas no centro do Pecém, foram se expandindo, inclusive, para a área de dunas. A ocupação ocorreu de forma desordenada, isso porque o município não dispunha de uma lei rígida, de uma boa fiscalização e de um bom planejamento quanto ao uso e ocupação do solo. Conforme Gomes (1999), na década de 1980, cresceu o número de segundas residências (casas utilizadas para práticas de lazer familiar em finais de semana e em período de férias) no Pecém e, com isso, observou-se um aumento na quantidade de casas de pescadores vendidas, muitas delas por valores irrisórios. No período de 1988, tem-se um aumento

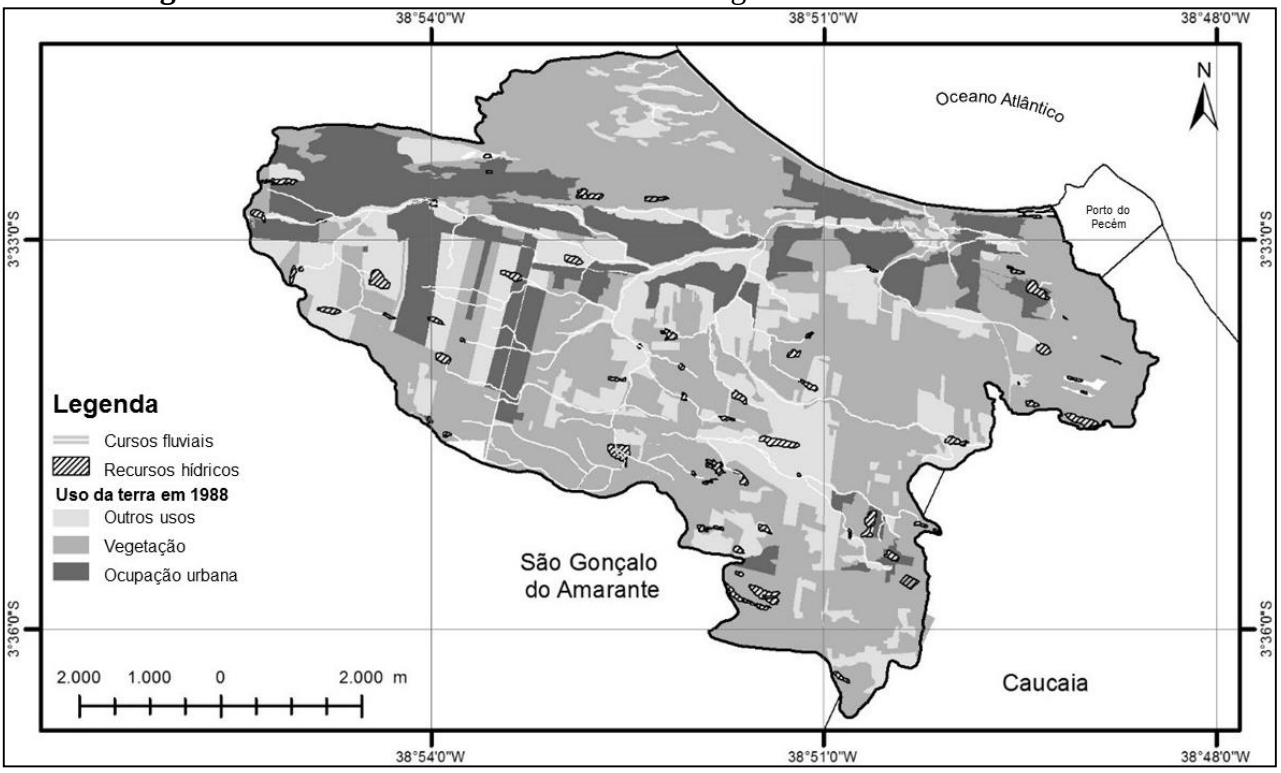
significativo na ocupação nos campos de dunas móveis e fixas presentes bacia em relação ao ano de 1958 como pode ser verificado na tabela 3. A Figura 4 apresenta a configuração espacial dos sistemas ambientais no ano de 1988.

Tabela 3 – Ocupação dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas no ano de 1988

1988	
Sistemas Ambientais	**Área ocupada em hectares (ha)**
Dunas Fixas	**1079,79**
Vegetação	690,11
Ocupação residencial	296,14
Ocupação Industrial	-
Dunas Móveis	**884,07**
Vegetação	820,53
Ocupação residencial	36,40
Ocupação Industrial	-
Recursos Hídricos	**630,19**
Vegetação	124,43
Ocupação residencial	74,38
Ocupação Industrial	2,03
Tabuleiro Litorâneo	**34.902,9**
Vegetação	1.800,16
Ocupação residencial	657,94
Ocupação Industrial	9,99

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Figura 4 – Sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas em 1988



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

A década de 1990 trouxe ao Pecém uma variedade de programas governamentais com atuação simultânea. O projeto do Complexo Industrial e Portuário do Pecém foi responsável por um

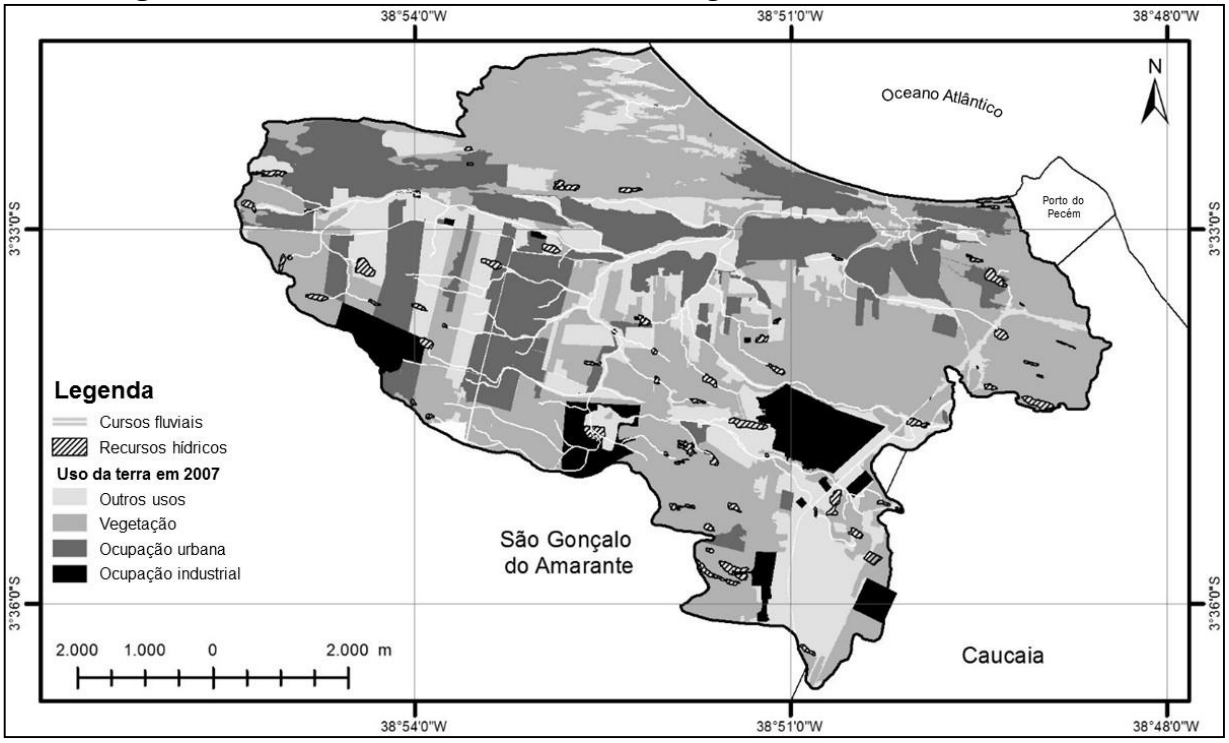
novo marco referencial na ocupação do solo da região. As construções do porto foram iniciadas em 1996 e este foi inaugurado em março de 2002, acarretando maior fluxo de pessoas que visavam trabalhar nas atividades portuárias e industriais. A esse respeito, Araújo (2002) ressalta que havia mais pessoas empregadas no porto em agosto de 2001, vindos de outras unidades da Federação, do que os residentes em Pecém ou procedentes do interior do estado e das vizinhanças. Nesse contexto, as mudanças na paisagem da bacia hidrográfica do rio Guaribas são rápidas e intensas em relação aos anos anteriores. A tabela 4 apresenta os usos da terra em hectares e a figura 5 espacializa a configuração dos sistemas ambientais da bacia do rio Guaribas no ano de 2007.

Tabela 4 – Ocupação dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas no ano de 2007

2007	
Sistemas Ambientais	**Área ocupada em hectares (ha)**
Dunas Fixas	**10.828**
Vegetação	729,48
Ocupação residencial	246,13
Ocupação Industrial	-
Dunas Móveis	**839,56**
Vegetação	755,47
Ocupação residencial	59,13
Ocupação Industrial	-
Recursos Hídricos	**703,60**
Vegetação	120,76
Ocupação residencial	84,74
Ocupação Industrial	2,44
Tabuleiro Litorâneo	**3.366,97**
Vegetação	1.287,59
Ocupação residencial	885,77
Ocupação Industrial	343,89

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Figura 5 – Sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas em 2007



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Conforme o discurso governamental explicitado em Rodrigues; Sousa Filho (2007), o CIPP corresponde a um programa de desenvolvimento regional com foco centrado no fortalecimento do parque industrial e da plataforma logística estadual, permitindo que a economia cearense ajunte valor a sua produção e incremente seu comércio exterior. O terminal está constituído por dois *piers* marítimos, sendo um para insumos e produtos siderúrgicos e carga geral e outro para granéis líquidos, em especial óleo cru e derivados de petróleo. Os *piers* são ligados ao continente por uma ponte rodoviária, que interliga o pátio de armazenagem às instalações de atracação de navios. Na sua concepção, se prevê nas instalações do terminal a movimentação de (i) matérias-primas siderúrgicas, tais como o minério de ferro, (ii) produtos siderúrgicos acabados, tais como chapas planas e bobinas, (iii) fertilizantes e cereais em granel, (iv) containers; e (v) graneis líquidos e gasosos. Nesse contexto a tabela 5 e a Figura 6 expressam o aumento da ocupação de atividades nos sistemas ambientais da área de estudo no ano de 2012.

Tabela 5 – Ocupação dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas no ano de 2012

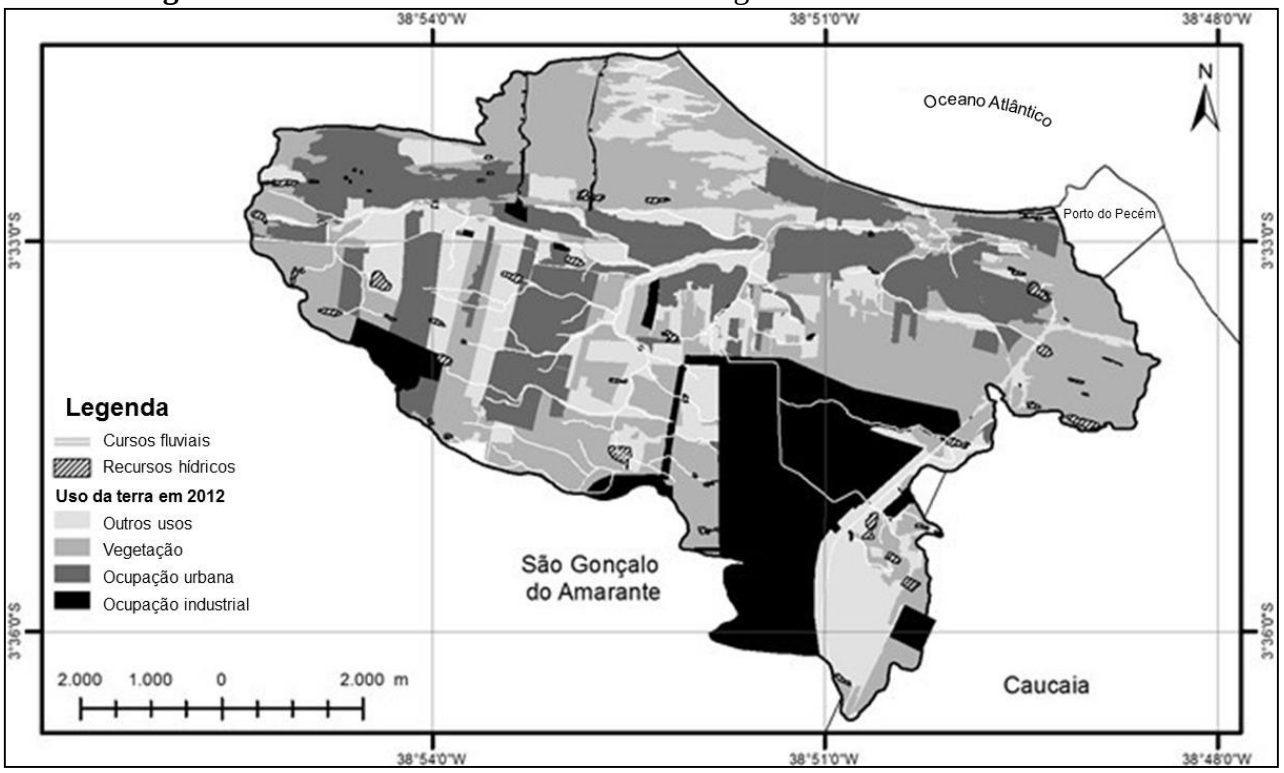
2012	
Sistemas Ambientais	**Área ocupada em hectares (ha)**
Dunas Fixas	**1.746,64**
Vegetação	581,95
Ocupação residencial	1.047,04
Ocupação Industrial	2,07
Dunas Móveis	**767,19**
Vegetação	663,97
Ocupação residencial	65,04
Ocupação Industrial	11,91
Recursos Hídricos	**712,71**
Vegetação	44,47
Ocupação residencial	98,61
Ocupação Industrial	22,50
Tabuleiro Litorâneo	**3.530,92**
Vegetação	933,89
Ocupação residencial	853,48
Ocupação Industrial	953,52

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Conforme os números apresentados sobre a cobertura vegetal, a ocupação urbana e as áreas utilizadas para as instalações industriais do CIPP nos anos de 1958, 1988, 2007 e 2012, pode-se inferir que, i) houve uma redução de 38,95% da cobertura vegetal dos campos de dunas fixas, relacionados à expansão de empreendimentos residenciais e industriais nessas áreas; ii) em 1958, bem preservada vegetação pioneira coberto 93,73% da área total do campo de dunas deslocando. Embora nos anos seguintes, o aumento do desenvolvimento urbano e industrial resultou em uma diminuição de 20,73% na área até 2012; iii) houve um aumento de 12 vezes na ocupação das margens de recursos hídricos por residências e instalações industriais durante o período do estudo 54 anos, e iv) nos tabuleiros litorâneos, foi possível confirmar uma redução de 33,19% da cobertura vegetal ao longo do período de estudo, provocada pela contínua expansão das instalações de desenvolvimento e indústria urbana.

Os processos de transição entre cobertura do solo afiguram-se com o resultado de interações complexas entre fatores físicos, biológicos, econômicos e sociais. Na maioria dos casos, esses fatores têm influência sobre a produção de processos erosivos, um aumento do escoamento superficial, alterações na biodiversidade (MAS et al, 2004). Nesse sentido, Van Vliet et al (2009) informa que o estudo voltado a dinâmica de uso da terra, deve ser baseado em mapas que refletem o status do uso da terra em diferentes épocas.

Figura 6 – Sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas em 2012



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Destaca-se que a junção entre modelos hidrológicos e o Sistema de Informação Geográfica - SIG se constitui em ferramenta que permite a integração entre componentes espaciais, permitindo simulações do comportamento hidrológico, a partir da manipulação das características físicas da bacia, para se avaliar as possíveis alterações do uso do solo. Nesse contexto podem-se citar os estudos de Maidment (1993), King et al. (1996), Saghafian et al. (2000), Pullar; Springer (2000), Semmens et al. (2001) que utilizaram a integração do SIG com modelagem hidrológica.

5 CONCLUSÕES

A acelerada utilização dos recursos ambientais compromete a qualidade de vida das atuais e futuras gerações, levando a sociedade a buscar modelos alternativos adequados ao desenvolvimento econômico com a conservação ambiental. Com efeito as bacias hidrográficas são adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem de planejamento ambiental. Considera-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo ocorre por dois fatores, sendo eles de ordem natural, responsáveis pela suscetibilidade do meio à degradação ambiental, e antropogênicos em que as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia.

A realidade existente na bacia hidrográfica do rio Guaribas exprime uma crescente deterioração dos ambientes naturais, manifestada por múltiplos usos. Esse fato implica alterações nos componentes da paisagem e na dinâmica natural dos processos predominantes, assim como põe em risco a disponibilidade dos recursos naturais. Este estudo foi pautado na análise das transformações das paisagens naturais, no período de 1958 a 2012, sendo que os sistemas ambientais foram relacionados com as seguintes categorias: conservação da vegetação, ocupação por residências e instalação de equipamentos industriais.

Conforme as análises realizadas é possível afirmar que ocorreram as seguintes transformações nos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Guaribas, i) no campo de dunas fixas houve uma diminuição quantitativa da vegetação, sendo possível destacar o aumento na

ocupação urbana e industrial, ii) o campo de dunas móveis mostra-se conservado no ano de 1958, mas nos anos seguintes tem-se o aumento da ocupação por residências urbanas, iii) houve um aumento na ocupação das margens dos recursos hídricos, por residências urbanas e instalações industriais, e iv) nos tabuleiros litorâneos, é possível verificar a redução da vegetação, ocasionada pela ocupação crescente de residências urbanas e construções industriais.

A apropriação dos espaços ocorre, sobretudo, em função das instalações do complexo portuário atraído pela política de desenvolvimento econômico estadual e municipal, que, ao entrar em conflito com as comunidades tradicionais, evidencia uma distribuição desigual das riquezas e dos usos no espaço litorâneo. A ocupação demográfica sem planejamento resultou em impactos negativos relevantes, associados ao desmonte de dunas para a construção de prédios de alvenaria, a inserção de barracas na faixa praial, o despejo de efluentes nos corpos hídricos e a ocupação indevida na bacia do rio Guaribas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. L. S. Avaliação das condições socioambientais em bacias hidrográficas costeiras: contribuição ao ordenamento territorial do setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. **Tese** (doutorado) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 258 p. 2015.

ARAÚJO, A. M. M. **Mobilidade da população no espaço metropolitano de Fortaleza:** o Caso Pecém. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Geografia. Universidade Estadual do Ceará – UECE. Fortaleza-CE, 2002, 129 p.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacias hidrográficas e qualidade ambiental. In: CAVALCANTI, A. P. B. **Métodos e técnicas da análise ambiental:** guia de estudos para estudos do meio ambiente. Teresina: UFPI, 2006. 111p.

CAVALCANTI, A. P.; SILVA, E. V; RUA, A.; RODRIGUES, J. M. **Desenvolvimento sustentável e planejamento:** bases teóricas e conceptuais. Teresina - PI: Editora da Universidade Federal de Piauí,1997. 251 p.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. **Degradação ambiental.** In GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. org. Geomorfologia e Meio Ambiente. 4. ed. Bertrand. Rio de Janeiro. Brasil. 242p. 2003.

EHLERS, M.; JADKOWSKI, M. A.; HOWARD, R. R.; BROSTUEN, D. E. **Application of SPOT data for regional growth analysis and local planning. Photogrametric Engineering and Remote Sensing**, v.56, p.175-180. 1990.

IPECE. Instituto de Planejamento e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal de São Gonçalo do Amarante.** Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2012/São_Goncalo_do_Amarante.pdf>. 18p. Acesso em: 02 jan. de 2012.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

GOMES, J. de A. O Pecém era assim: memória e reconstrução do passado. **Monografia** (Curso de Especialização em Saúde Trabalho e Meio Ambiente para o desenvolvimento Sustentável) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 1999. 107p.

GORAYEB, A; PEREIRA, L. C. C. **Análise integrada das paisagens de bacias hidrográficas na Amazônia Oriental**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 108p.

GORAYEB, A.; LOMBARDO, M. A.; PEREIRA, L. C. C. Natural Conditions and Environmental Impacts in a Coastal Hydrographic Basin in the Brazilian Amazon. **Journal of Coastal Research**. v. 1, p. 1340-1344, 2011.

GUIMARAES, D. O.; PEREIRA, L. C. C.; GORAYEB, A.; COSTA, R. M. Exploitation and management of natural resources by rural communities in the Caeté River Basin in northern Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 1, p. 1228-1232, 2011.

KING, K. W.; ARNOLD, J. G.; WILLIAMS, J. R.; SRINIVASAN, R. **Soil and water assessment tool:** SWAT. Temple: USDA, 1996. 450 p.

LANDIM NETO, F. O. Aplicação do modelo *DPSIR* na bacia hidrográfica do rio Guaribas, Ceará, Brasil: subsídios para a gestão ambiental local. **Dissertação de Mestrado.** Universidade Federal do Ceará. 2013. 174p.

LANDIM NETO, F. O.; GORAYEB, A; SILVA, E. V; MEIRELES, A. J. de A.; PEREIRA FILHO, N. S. Application of the DPSIR model for the diagnosis of an estuary of the Brazilian Northeast: a tool for local and regional management. **Journal of Coastal Research**, v. 65, p. 986-990, 2013.

MAIDMENT, D. R. Developing a spatially distributed unit hydrograph by using GIS. In: DOVAR, K.; NATCHNEBEL, H. P. Application of geographic information systems in hydrology and water resources. In: VIENNA CONFERENCE, 1993, Viena. **Proceedings** Viena: Int. Assoc. of Hydrological Sci., p. 181-192. 1993.

PULLAR, D.; SPRINGER, D. Towards integrating GIS and catchment models. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 15, n. 5, p. 451-459, 2000.

SAGHAFIAN, B.; VAN LIESHOUT A. M.; RAJAEIL, H. M. Distributed catchment simulation using a raster GIS. **Environmental Modeling and Software**, Canberra, v. 2, n. 3/4, p. 199-203, 2000.

SEMMENS, D. J.; MILLER, S. N.; HERNANDEZ, M.; BURNS, I. S.; MILLER, W. P.; GOODRICH, D. C. **Automated geospatial watershed assessment (AGWA) – a GIS based hydrologic modeling tool:** documentation and user manual. Tucson: USDAARS, 2001.

SOUZA, M. J. N.; MELENEU NETO, J.; SANTOS, J. de O. SOUZA FILHO, M. J. N. **Diagnóstico e Zoneamento Ambiental de Fortaleza:** subsídio à revisão do Plano Diretor Participativo de Fortaleza. Fortaleza, 172p, 2009.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V. da.; LEAL. A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E. V. da; RODRÍGUEZ, J. M. M; MEIRELES, A. J. A. **Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas** (org. - tomo 1). Fortaleza: Edições UFC, 2011. 149p.

RODRIGUES, M. S. C; SOUSA FILHO, L. M. **Pecém:** uma trajetória portuária. Fortaleza; Sebrae/ CE, 2007. 198p.

SANTOS, R. dos. **Planejamento Ambiental:** teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004. 184p.

TREITZ, P. M.; HOWARD, P. J; GONG, P. Application of satellite and GIS technologies for land-cover and land-use mapping at the rural-urban fringe: a case study. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,** v. 58, 439-448, 1992.

VAN VLIET, J.; WHITE, R.; DRAGICEVIC, S. Modeling urban growth using a variable grid cellular automaton. **Computers, Environment and Urban Systems**. v. 33, 35-43. 2009.

Data de submissão: 20.12.2015
Data de aceite: 25.01.2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.