

## ABORDAGEM GEOAMBIENTAL NA ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BANABUIÚ – CE.

*Luis Ricardo Fernandes da COSTA<sup>1</sup>  
Jader de Oliveira SANTOS<sup>2</sup>  
Vlândia Pinto Vidal de OLIVEIRA<sup>3</sup>*

### Resumo

O artigo trata da questão geoambiental aplicada a bacia hidrográfica do rio Banabuiú, com o objetivo de apresentar e caracterizar os componentes setoriais e os sistemas ambientais, além de evidenciar os principais problemas ambientais da área. As bases conceituais estão elencadas na concepção holística, orientada para uma visão integrativa dos elementos da paisagem. A metodologia do trabalho, pautada nos estudos integrados, procura estabelecer a relação de variáveis biofísicas e estabelecer o mosaico para o estudo dos sistemas ambientais (SOUZA, 2000 e SOUZA *et al.*, 2012). Os procedimentos metodológicos adotados foram baseados na proposta de Libault (1971) para a pesquisa em geografia. A abordagem procedida possibilitou, a partir de uma análise integrada, visualizar problemas complexos ligados as formas inadequadas de uso, ocupação e exploração dos recursos ambientais em bacia hidrográfica inserida no semiárido cearense.

**Palavras-chave:** Análise integrada. Sistemas ambientais. Compartimentação geoambiental.

### GEOENVIRONMENTAL APPROACH IN AMBIENTAL DEGRADATION ANALYSIS THE BASIN OF THE BANABUIÚ RIVER - CE

### Abstract

The article deals with the geoenvironmental issue applied to the basin of the Banabuiú river, with the purpose of presenting and characterizing the sectorial components and the environmental systems, besides evidencing the main environmental problems of the area. The conceptual bases are listed in the holistic conception, oriented towards an integrative vision of the elements of the landscape. The work methodology, based on the integrated studies, seeks to establish the relationship of biophysical variables and establish the mosaic for the study of environmental systems (SOUZA, 2000 and SOUZA *et al.*, 2012). The methodological procedures adopted were based on Libault (1971) proposal for geography research. Based on an integrated analysis, this approach enabled us to visualize complex problems related to the inadequate use, occupation and exploitation of environmental resources in a watershed located in the semi-arid region of Ceará.

**Keywords:** Integrated analysis. Environmental systems. Geoenvironmental compartmentation.

### INTRODUÇÃO

No âmbito da Geografia, a análise ambiental tem se constituído base precípua para a aplicação de estudos em Geografia Física, logo por se mostrar como caminho metodológico da visão holística.

A valorização, no âmbito da análise *per si* dos campos temáticos da Geografia, foram de todo fundamentais para a compreensão da realidade em diversas escalas de análise, mas

<sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: [ricardogeoufc@yahoo.com.br](mailto:ricardogeoufc@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: [jader.santos@gmail.com](mailto:jader.santos@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: [vladia.ufc@gmail.com](mailto:vladia.ufc@gmail.com)

incompatíveis com o esforço de se realizar estudos integrados e de cunho efetivo para a sociedade.

A integração, vista dessa maneira, acabou por ficar restrita ao campo das disciplinas específicas (geologia, geomorfologia, hidrologia, solos e cobertura vegetal), por vezes ignorando importantes aspectos da Geografia socioespacial.

O presente artigo trata da questão geoambiental na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, com ênfase nos sistemas ambientais e na degradação ambiental derivada das atividades antropogênicas. A referida bacia localiza-se no sertão central cearense, drenando aproximadamente 19.810 km<sup>2</sup>, com uma área equivalente a 13% do território cearense (CEARÁ, 2009).

A metodologia adotada procura compreender a relação de variáveis biofísicas e estabelecer o mosaico de sistemas ambientais constituintes, privilegiando-se o todo em detrimento do entendimento individualizado das partes. Os principais vetores de degradação ambiental também foram identificados na bacia, organizados por sistema e visualizados em quadros-síntese.

A proposta metodológica adotada foi a de Libault (1971), que sistematiza, de modo genérico, a pesquisa em geografia. De modo aplicável, o autor distingue os quatro níveis de pesquisa em: nível compilatório; nível correlatório; nível semântico e nível normativo, a partir dos quais faz-se possível proceder a identificação, espacialização e contextualização dos principais problemas ambientais com vistas a identificação de impactos de diversas naturezas.

## **ANÁLISE INTEGRADA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

A análise geoambiental têm desempenhado papel importante dentro das ciências da natureza, e a Geografia, nesse sentido, possui espaço singular e unificador nesse processo. Autores como Bertalanffy (1973), Bertrand (1971), Tricart (1962, 1977, 1981), Oliveira (1990), Ross (1994), Christofolletti (1999), Souza (2000), Souza e Oliveira (2011), Santos e Ross (2012), Souza et. al. (2012), Santos e Souza (2014) estabelecem as bases teóricas e metodológicas da presente investigação, ressaltando a análise integrada para os estudos de Geografia física aplicada.

Referidas análises partem do pressuposto que os componentes naturais têm uma funcionalidade que é intrínseca a cada sistema ambiental natural e/ou modificado pelas atividades antropogênicas. Não se pretende, contudo, negar a importância dos estudos setorializados, ao contrário, é a partir desses que se pode chegar a uma compreensão da totalidade (SOUZA 2000; ROSS, 2006; SANTOS e SOUZA, 2014). A abordagem sistêmica é necessária para compreender como as entidades ambientais físicas se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas (CHRISTOFOLETTI, 1999), conferindo uma organização própria com características inerentes a cada sistema ambiental.

Nesse sentido, Souza e Oliveira (2011) discutem a importância da interdisciplinaridade nos estudos ambientais. Para tanto, os autores enfatizam a necessidade de percepção do conjunto tido como requisito fundamental da interdisciplinaridade, que requer a consideração dos mecanismos que integram o ambiente, considerando a sua complexidade e heterogeneidade.

A análise geoambiental em tal contexto procura fundamentar-se como um instrumento para a análise sistêmica, pois esta busca a identificação e hierarquização dos sistemas ambientais de modo a definir a capacidade de suporte desses as diversas formas uso e ocupação. A esse respeito Santos e Souza (2014, p. 222-223) assim tratam

Os sistemas ambientais são identificados e hierarquizados conforme a inter-relação dos seus componentes geoambientais, suas dimensões e características de origem e evolução. Considerando a diversidade interna dos sistemas, são delimitadas as unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações que configura, espacialmente, os subsistemas. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado para a delimitação das subunidades, em decorrência da exposição de padrões fisionômicos uniformes ou de relativa homogeneidade (SANTOS e SOUZA, 2014, p. 222 e 223).

Nesse sentido, o estudo dos sistemas ambientais pode ser aplicado em diversas unidades de planejamento, tanto em bacias hidrográficas como unidades administrativas de variadas dimensões e escalas de análise. O importante na análise é procurar satisfazer os critérios de integração entre os elementos geobiofísicos em acordo com a unidade de análise, escala e dimensão territorial envolvida.

A bacia hidrográfica, enquanto unidade natural, pode ser concebida como célula básica de análise ambiental, que permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os

processos e interações que nela ocorrem, principalmente no se refere aos diversos fluxos de matéria e energia.

Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica pode ser considerada como uma área drenada por uma rede de canais fluviais, influenciados por diversas características topográficas, litológicas, tectônicas, de solos, de vegetação, além dos padrões de uso e ocupação. A bacia hidrográfica, nessa perspectiva, representa um complexo sistema integrado de inter-relações ambientais, socioeconômicas e políticas (MORAGAS, 2005).

Os problemas enfrentados no planejamento dos recursos hídricos têm incitado a utilização cada vez mais de abordagens integradas, e, como já foi dito anteriormente, a bacia de drenagem é uma dessas possibilidades.

Segundo Pires e Santos (1995), abordagens de planejamento e gerenciamento que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de trabalho têm evoluído em aspectos da gestão e do planejamento.

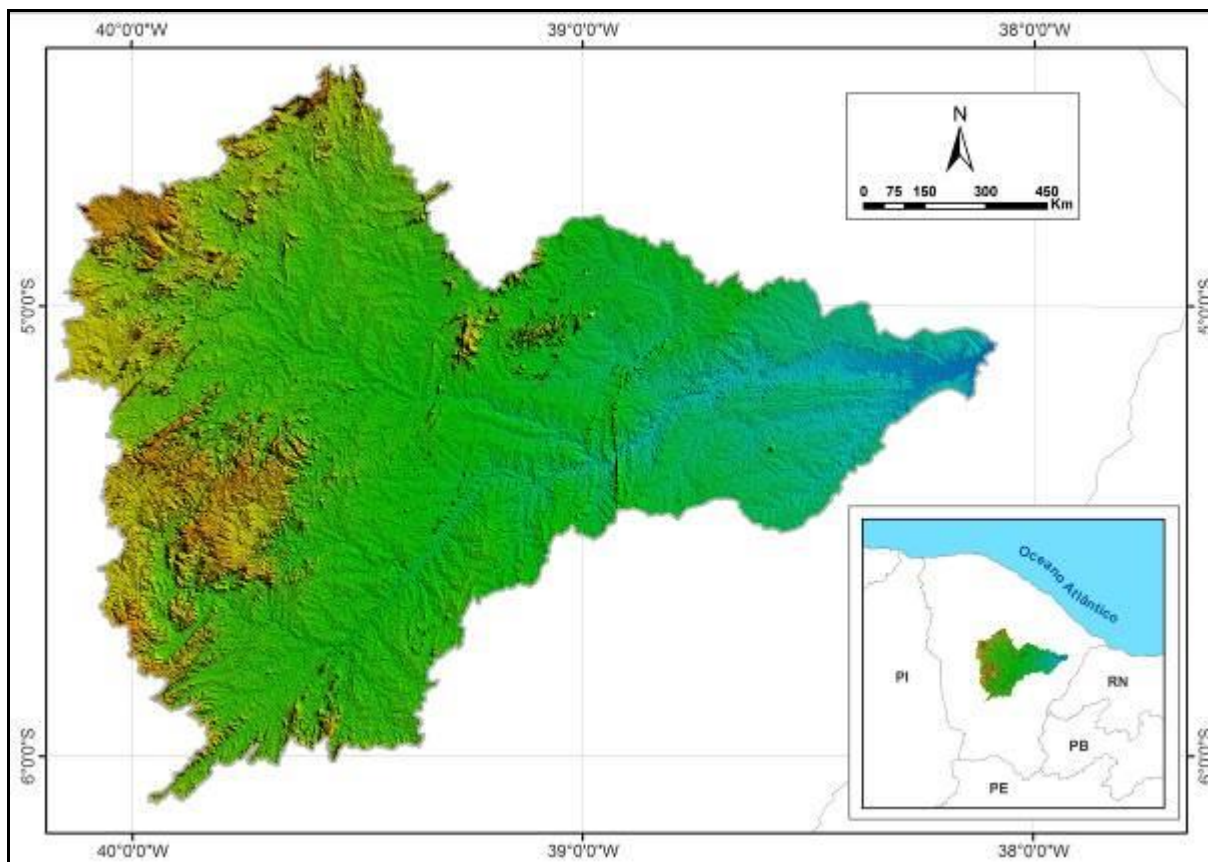
Segundo os autores as características biogeofísicas dessas bacias apresentam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos. No início, o processo de gerenciamento e planejamento de bacias hidrográficas visa basicamente à solução de problemas relacionados à água, prioridade para o controle de inundações, para a irrigação, navegação ou para o abastecimento público e industrial (PIRES e SANTOS, 1995). Em face das características apresentadas, a bacia hidrográfica configura-se como unidade de integração, e, por conseguinte, âncora para os estudos integrados voltados ao planejamento ambiental.

### **CONDICIONANTES NATURAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BANABUIÚ**

A bacia hidrográfica do rio Banabuiú (figura 1) constitui-se como uma sub-bacia do rio Jaguaribe, juntamente com as sub-bacias do Alto, Médio e Baixo Jaguaribe e sub-bacia do Salgado. A área da bacia compreende, essencialmente, os municípios localizados nos sertões centrais, limitando-se com quase todas as bacias do estado, com exceção das bacias do Coreaú, do litoral e a sub-bacia do salgado (CEARÁ, 2009).

O Banabuiú é o rio principal, cuja sub-bacia drena uma área aproximada de 19.810 km<sup>2</sup>, desenvolve-se no sentido oeste-leste e percorre um curso total de 314 km, até desaguar

no rio Jaguaribe nas proximidades com a cidade de Limoeiro do Norte, constituindo-se como uma das principais bacias hidrográficas do território cearense.



**Figura 1:** Localização da bacia hidrográfica do Rio Banabuiú

**Fonte:** Organizado por Costa, L. R. F.

Pela grande extensão territorial, a bacia hidrográfica do rio Banabuiú possui importantes afluentes que irão compor um conjunto de características geoambientais na área dos sertões centrais. Seus afluentes da margem esquerda são os rios Patu, Quixeramobim e Sitiá, e na margem direita apenas o Riacho Livramento (CEARÁ, 2009).

A sub-bacia hidrográfica do Banabuiú apresenta um padrão geológico com predomínio de rochas do embasamento cristalino (96,53%), representadas por gnaisses e migmatitos diversos, em sua maioria, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica (CEARÁ, 2009).

Sobre esse substrato, repousam os sedimentos (3,47%) Paleógenos e Neógenos do Grupo Barreiras (Formação Faceira), coberturas Cenozoicas, que afloram sob a forma de

manchas esparsas, ao longo da região, e coberturas aluviais, de idade Quaternária, encontradas ao longo das calhas fluviais (CPRM, 2003).

Ao apresentar as condições geomorfológicas da bacia do rio Banabuiú, Souza (1988) indica que essas são originárias de arranjos litoestruturais derivados de condições tectônicas pretéritas e por processos denudacionais comandados por condições de semiaridez, formando um vasto Pediplano, condicionado através dos pedimentos que se inclinam desde a base dos maciços residuais.

São terrenos aplainadas que na área de abrangência da bacia podem ser individualizados em dois níveis distintos. O primeiro nível, com altimetrias que variam entre 100 a 250 metros, e o segundo nível, entre 250 a 400 metros, alcançando a base dos maciços residuais. Ainda ocorrem feições predominantemente planas, com formas típicas de tabuleiros, provenientes de depósitos fluviais antigos, associadas à Formação Barreiras. Por sua vez, as planícies e terraços fluviais têm sua gênese nos sedimentos transportados pelos rios de maior potencial energético. O quadro 1 exemplifica as condições geológicas e as características geomorfológicas da bacia, evidenciando a pluralidade de feições encontradas na bacia.

**Quadro 1:** Síntese da relação das condições geológicas e geomorfológicas

ERA	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	TIPOS DE MODELADO
Cenozoico	Apf - Planícies e terraços fluviais	<b>Apf-</b> Áreas onde ocorre a predominância de processo de acumulação, por vezes com registro de antigos terraços fluviais, com destaque para as planícies dos rios Banabuiú e Quixeramobim. Nessas áreas os processos de agradação possibilitam a ocorrência de áreas propensas a dinâmica de canais fluviais anastomóticos, com regime intermitente sazonal.
	Ati - Tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais	<b>Ati-</b> Em decorrência da grande extensão dessas áreas na bacia, foram individualizadas como unidades a parte. São áreas planas, com predominância de formas tabulares e fraca incisão da rede de drenagem local, geralmente associada à antigos terraços fluviais.



<p><b>Pré-Cambriano</b> Neoproterozoico Paleoproterozoico Paleoneoarqueano</p>	<p>Da - Níveis residuais elevados dissecados em cristas</p>	<p><b>Da-</b> Constituem-se como as áreas mais elevadas da bacia, com ocorrência de cristas, com forte entalhamento da drenagem, associadas aos maciços residuais.</p>
	<p>Dc - Níveis residuais rebaixados dissecados em colinas</p>	<p><b>Dc-</b> Áreas predominantemente elevadas, mas em níveis mais baixos que a unidade anterior. O modelado pode variar de áreas suave onduladas á fortemente onduladas, com interflúvios dissecados e colinas rasas e eventualmente em cristas mais pronunciadas.</p>
	<p>Pd2 - Superfície Pediplanada parcialmente dissecada</p>	<p><b>Pd2-</b> Com níveis de dissecação mais acentuadas no nível da depressão sertaneja, é a unidade caracterizada pela ocorrência de pediplanos mais dissecados pela rede drenagem, com formação de planícies alveolares. Essa área é bem marcante área que corresponde aos municípios de Quixadá e Quixeramobim, onde percebe-se a nítida mudança nos níveis altimétricos e no modelado.</p>
	<p>Pd1 - Superfície pediplanada</p>	<p><b>Pd1-</b> Áreas aplainadas, caracterizadas pela depressão sertaneja. Na unidade predomina formas planas a suave-onduladas, com predominância da morfogênese mecânica, truncando litologias distintas. São áreas típicas do contato dos tabuleiros pré-litorâneos com a depressão sertaneja circunjacente, onde não há ruptura topográfica marcante.</p>
	<p>Egi - Agrupamentos de inselbergs e cristas residuais</p>	<p><b>Egi-</b> Formas residuais, associadas a depressão sertaneja. São associadas predominantemente as áreas onde a litologia oferece mais resistência aos processos intempéricos, por vezes com ligação na tectônica pretérita, favorecendo o estabelecimento de cristas residuais. Cabe destacar os campos de inselbergs de Quixadá e Quixeramobim.</p>

**Fonte:** Organizado por Costa (2015), com base nos dados geológicos da CPRM (2003) e compartimentação geomorfológica da bacia.

O clima regional, predominantemente semiárido, apresenta irregularidades pluviométricas temporo-espaciais. O regime pluviométrico é do tipo tropical com um curto período chuvoso e um prolongado período de estiagem.

A irregularidade pluviométrica atinge máximos de estiagem, ocorrendo secas calamitosas e também chuvas excepcionais que provocam cheias, primordialmente nas áreas adjacentes aos grandes vales fluviais, como por exemplo, o caso do rio Jaguaribe (SOUZA *et al.*, 2002).

Os solos da área são caracterizados pela ocorrência da associação de Planossolos Solódicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Luvisolos, Argissolos, Chernossolos, e outras associações de menor representatividade espacial. A vegetação é caracterizada pela ocorrência de vários estratos, variando desde a caatinga arbustiva a caatinga arbórea. Cabe destacar que historicamente são áreas bastante degradadas, principalmente se considerado os três séculos de intenso o uso e ocupação baseado no binômio gado-algodão.

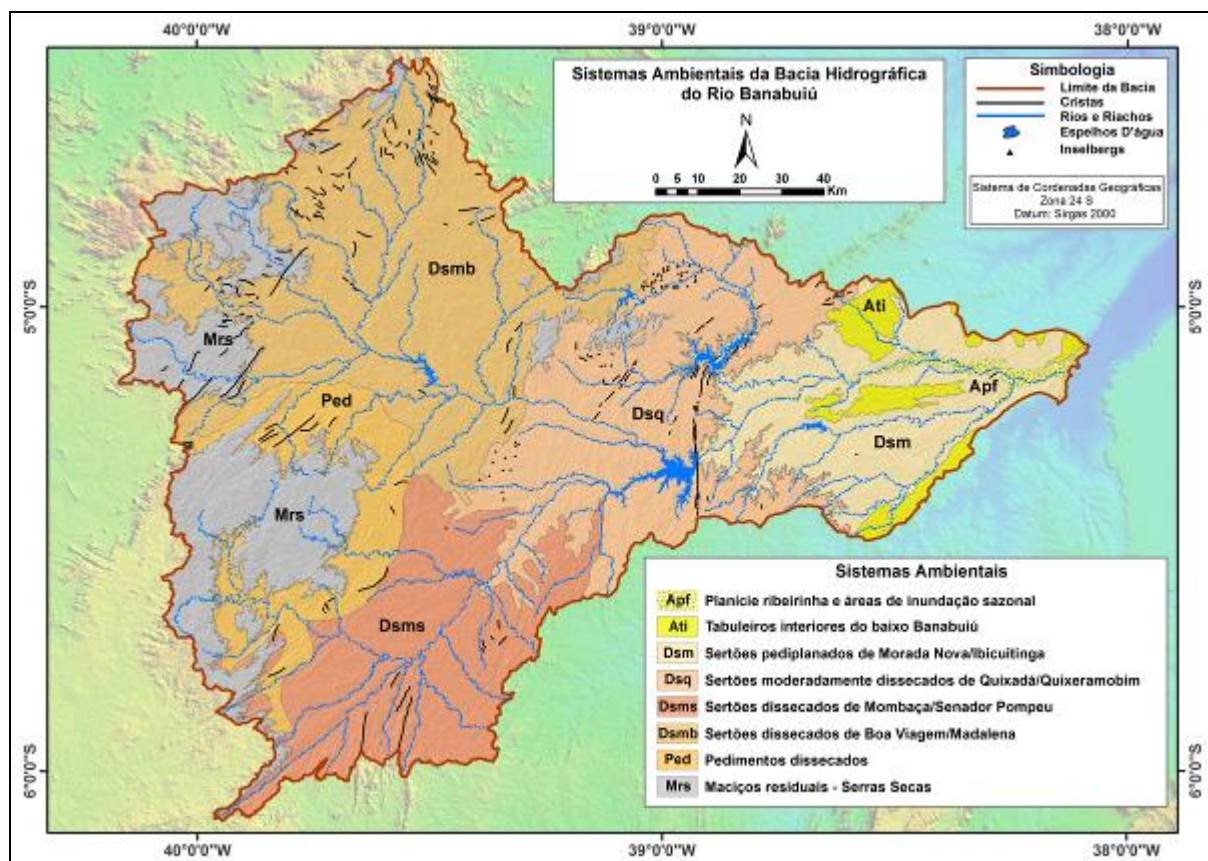
Decodificar essa paisagem, associando de forma sistêmica os variados elementos naturais e socioeconômicos de forma clara, objetiva e coerente, permite visualizar as potencialidades e fragilidades dos sistemas ambientais, e possibilita a elaboração de prognósticos mediante o estabelecimento de cenários tendenciais e desejáveis mediante as características genéticas e de evolução dos sistemas ambientais.

### **COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL**

Nessa seção é descrita a compartimentação geoambiental da bacia hidrográfica do rio Banabuiú, utilizando a geomorfologia como critério guia na discussão, além do mosaico de solos. A geomorfologia sempre se mostrou como um critério clássico para a delimitação de unidades geoambientais. Segundo Souza (2007), a geomorfologia é uma variável que sintetiza o conjunto dos componentes geoambientais.

Dessa forma, a depressão sertaneja foi individualizada em diferentes setores levando-se em consideração o grau de dissecação do relevo e o mosaico de solos predominantes, como apresentado no mapa de sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Banabuiú (figura 2).





**Figura 2:** Sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Banabuiú.

**Fonte:** Organizado por Costa, L. R. F.

### *Planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal*

Referem-se a áreas com topografia mais rebaixadas com baixo gradiente topográfico, com ação dos processos fluviais de caráter deposicional. Ao longo das calhas fluviais há ocorrência de aluviões quaternárias que se acumulam ao longo de toda a bacia, a destacar as áreas do baixo curso da bacia e as calhas dos rios banabuiú e quixeramobim.

De forma geral essa área apresenta melhores condições para o desenvolvimento de atividades agrícolas em relação aos demais sistemas verificados na bacia. Tal fato está associado à ocorrência de Neossolos Flúvicos que margeiam os canais fluviais. Essa característica associada a maior disponibilidade hídrica durante o período de estiagem acentua a maior fertilidade dos solos locais, possibilitando o cultivo de diversas variedades.

A cobertura vegetal é caracterizada pela ocorrência da vegetação de várzea, caracterizada pela mata ciliar de carnaúba associada a Neossolos Flúvicos e Planossolos,

localizadas em setores com deficiência de drenagem que ficam encharcados no período chuvoso.

A degradação ambiental em torno desse sistema é bastante intensificada, mediante que são áreas favoráveis para a instalação de atividades agropecuárias, além da agricultura irrigada bem caracterizada na região do baixo curso. O quadro 2 sintetiza os processos envolvidos na capacidade de suporte e de impactos e riscos de ocupação.

**Quadro 2:** Sistema ambiental: Planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal

Capacidade de suporte		Impactos e riscos de ocupação
Potencialidades	Limitações	
Agroextrativismo; agropecuária; recursos hídricos; mineração controlada; agricultura irrigada; atividades de lazer.	Restrições legais, com implicações para a preservação da mata ciliar; drenagem imperfeita dos solos; encharcamento sazonal; salinização dos solos e expansão urbana.	Degradação da mata ciliar de carnaúba, desencadeando processos erosivos e assoreamento do leito dos rios; poluição dos recursos hídricos; Inundações em períodos de cheias excepcionais.

Fonte: Organizado por Costa (2015). Adaptado de Souza *et al* (2002).

### **Tabuleiros interiores do baixo banabuiú**

Geologicamente é constituído por sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos Cenozoicos. O relevo é predominantemente plano, com características típicas de áreas tabulares. Os níveis altimétricos variam de 80 a 140 metros, sem grandes variações com a depressão sertaneja subsequente e as planícies fluviais que seccionam esse sistema.

Do ponto de vista dos solos predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos associados aos Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos. O padrão de drenagem é caracterizado por ser subdendrítico e paralelo, com rios intermitentes sazonais.

A cobertura vegetal é caracterizada pela ocorrência da vegetação subcaducifólia de tabuleiro. Esta unidade está intensamente alterada pelas atividades antropogênicas devido às suas condições mais favoráveis ao desenvolvimento das atividades produtivas. A vegetação nativa foi quase totalmente desmatada para dar lugar às pastagens, como pode ser observado no quadro síntese 3.

**Quadro 3:** Sistema ambiental: Tabuleiros interiores do baixo Banabuiú

Capacidade de suporte		Impactos e riscos de ocupação
Potencialidades	Limitações	
Agroextrativismo; expansão urbana; agropecuária; mineração controlada; agricultura irrigada; águas subterrâneas.	Baixa fertilidade dos solos; deficiência hídrica na estação seca.	Alta descaracterização da vegetação subcaducifólia de tabuleiro; riscos de poluição dos recursos hídricos; mineração descontrolada.

Fonte: Organizado por Costa (2015). Adaptado de Souza *et al* (2002).

### **Sertões pediplanados de Morada Nova/Ibicuitinga**

Área característica de Depressão Sertaneja, com predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Jaguaretama (ortognaisses migmatizados, paragnaisses e anfibolitos) e em menor grau rochas ígneas, essencialmente granitos e granodioritos (CPRM, 2003).

O relevo varia de plano a suave ondulado, típico de áreas de aplainadas com superfície pediplanada, caracterizando níveis de depressão sertaneja entre 100-250m. O padrão de drenagem característico é o dendrítico, com rios intermitentes sazonais.

Há ocorrência de associação de Planossolos e Neossolos Litólicos, com vegetação de caatinga arbustiva aberta. De forma geral, são áreas intensamente degradadas e descaracterizadas, principalmente quanto a vegetação nativa, a caatinga, que deu lugar as pastagens.

#### **Quadro 4: Sistema ambiental: Sertões pediplanados de Morada Nova/Ibicuitinga**

Capacidade de suporte		Impactos e riscos de ocupação
Potencialidades	Limitações	
Agropecuária; pecuária extensiva; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada com baixa intensificação ao solo.	Solos rasos a medianamente profundos; afloramentos rochosos frequentes; irregularidade pluviométrica; escassez de recursos hídricos; susceptibilidade a desertificação.	Áreas susceptíveis ao avanço da desertificação em decorrência dos condicionantes naturais e de uso e ocupação; riscos de processos erosivos em detrimento de técnicas rudimentares no trato do solo; degradação intensa dos solos e da cobertura vegetal.

Fonte: Organizado por Costa (2015). Adaptado de Souza *et al* (2002).

### **Sertões moderadamente dissecados de Quixadá/Quixeramobim**

Luis Ricardo Fernandes da COSTA; Jader de Oliveira SANTOS; Vlória Pinto Vidal de OLIVEIRA

Depressão Sertaneja, com predominância de rochas ígneas do Pré-Cambriano representadas pela suíte intrusiva Itaporanga (granitos e granodioritos) e rochas metamórficas da Unidade Acopiara (gnaisses, migmatitos e anfibolitos), o que acaba por influenciar o padrão de dissecação do relevo. Superfície moderadamente dissecada, caracterizando níveis de depressão sertaneja entre 100-250m.

Apresenta, de forma dispersa, campos de inselbergs e cristas residuais, que em conjunto com a depressão sertaneja, expressam os processos morfodinâmicos de áreas semiáridas.

Padrão de drenagem subdentrítico e dendrítico, com rios intermitentes sazonais que apresentam pequena capacidade de incisão linear. Há ocorrência de associação de Planossolos e Neossolos Litólicos, com transição de vegetação de caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva aberta.

A caatinga está altamente descaracterizada, com ocorrência de áreas propensas ao avanço da desertificação (quadro 5), principalmente em decorrência da agropecuária. Além disso, as áreas nas imediações dos corpos d'água apresentam alto grau de degradação, principalmente da cobertura vegetal.

**Quadro 5:** Sistema ambiental: Sertões moderadamente dissecados de Quixadá/Quixeramobim

Capacidade de suporte		Impactos e riscos de ocupação
Potencialidades	Limitações	
Agropecuária; pecuária extensiva; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada com baixa intensificação ao solo.	Solos rasos a medianamente profundos; afloramentos rochosos frequentes; irregularidade pluviométrica; escassez de recursos hídricos; susceptibilidade a desertificação.	Áreas susceptíveis ao avanço da desertificação em decorrência dos condicionantes naturais e de uso e ocupação; riscos de processos erosivos em detrimento de técnicas rudimentares no trato do solo; degradação intensa dos solos e da cobertura vegetal.

Fonte: Organizado por Costa (2015). Adaptado de Souza *et al* (2002).

### ***Sertões dissecados de Mombaça/Senador Pompeu***

Depressão Sertaneja, com predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Cruzeta (ortognaisses e migmatitos) e rochas metamórficas da

Unidade Acopiara composta por gnaisses, migmatitos e anfibolitos (CPRM, 2003). Superfície com dissecação mais pronunciada, caracterizando níveis de depressão sertaneja entre 250-400 metros de altitude.

Padrão de drenagem subdentrítico e dendrítico, com rios intermitentes sazonais. Há ocorrência de associação de Argissolos Vermelho-Amarelo, Luvisolos e Neossolos Litólicos, com ocorrência de vegetação de transição entre caatinga arbórea e caatinga arbustiva densa.

A caatinga está altamente descaracterizada, com ocorrência de áreas propensas ao avanço da desertificação (quadro 6), principalmente em decorrência da agropecuária.

**Quadro 6:** Sistema Ambiental: Sertões dissecados de Mombaça/Senador Pompeu

Capacidade de suporte		Impactos e riscos de ocupação
Potencialidades	Limitações	
Agropecuária; pecuária extensiva; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada com baixa intensificação ao solo.	Solos rasos a medianamente profundos; afloramentos rochosos frequentes; irregularidade pluviométrica; escassez de recursos hídricos; susceptibilidade a desertificação.	Áreas susceptíveis ao avanço da desertificação em decorrência dos condicionantes naturais e de uso e ocupação; riscos de processos erosivos em detrimento de técnicas rudimentares no trato do solo; degradação intensa dos solos e da cobertura vegetal.

Fonte: Organizado por Costa (2015). Adaptado de Souza *et al* (2002).

### ***Sertões dissecados de Boa Viagem/Madalena***

Depressão Sertaneja, com predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Cruzeta com ortognaisses cinzentos, paragnaisses e migmatitos e rochas metamórficas do Complexo Ceará (paragnaisses, micaxistos e metacalcários).

Superfície dissecada, caracterizando níveis de depressão sertaneja entre 250-400m. Assim como os demais sistemas da depressão sertaneja a drenagem assume padrão que varia de subdentrítico a dendrítico, com rios intermitentes associados a período chuvoso.

Ocorrem associações de Luvisolos, Argissolos Vermelho-Amarelo, Neossolos Litólicos e Vertissolos, com ocorrência de vegetação de caatinga arbustiva densa. A caatinga está fortemente descaracterizada, exercendo pouca proteção aos solos e favorecendo a com



ocorrência de áreas propensas ao avanço da desertificação (quadro 6), principalmente em decorrência da agropecuária.

**Quadro 7:** Sistema Ambiental: Sertões dissecados de Boa Viagem/Madalena

Capacidade de suporte		Impactos e riscos de ocupação
Potencialidades	Limitações	
Agropecuária; pecuária extensiva; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada com baixa intensificação ao solo.	Solos rasos a medianamente profundos; afloramentos rochosos frequentes; irregularidade pluviométrica; escassez de recursos hídricos; susceptibilidade a desertificação.	Áreas susceptíveis ao avanço da desertificação em decorrência dos condicionantes naturais e de uso e ocupação; riscos de processos erosivos em detrimento de técnicas rudimentares no trato do solo; degradação intensa dos solos e da cobertura vegetal.

Fonte: Organizado por Costa (2015). Adaptado de Souza *et al* (2002).

### ***Pedimentos dissecados***

Pedimentos dissecados, típicos das áreas de pé-de-serra dos maciços centrais, principalmente da serra da Pedra Branca. Predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Cruzeta (ortognaisses cinzentos, paragnaisses e migmatitos). Superfície predominantemente dissecada, com ação ativa dos processos morfogênicos, evidenciados pela ocorrência de sulcos de erosão nas áreas com maior declividade. A drenagem intermitente sazonal tem padrão subdentrítico e dendrítico com rios que apresentam baixa competência para escavar vales.

Há ocorrência de associação de Chernossolos, Luvisolos e Neossolos Litólicos com vegetação de transição entre caatinga arbórea e caatinga arbustiva densa. Por apresentar solos propícios a agricultura, acaba pode ser um dos sistemas mais descaracterizados, principalmente pela utilização do Chernossolos e Luvisolos, historicamente degradados em função do binômio gado-algodão. O quadro 8 sintetiza as variáveis da capacidade de suporte e impactos e riscos de ocupação no sistema.



**Quadro 8:** Sistema Ambiental: Pedimentos dissecados

Capacidade de suporte		Impactos e riscos de ocupação
<b>Potencialidades</b>	<b>Limitações</b>	Áreas susceptíveis ao avanço da desertificação em decorrência dos condicionantes naturais e de uso e ocupação; riscos de processos erosivos mais intensificados que nos sistemas ambientais anteriores; degradação intensa dos solos e da cobertura vegetal.
Agropecuária; pecuária extensiva; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada com baixa intensificação ao solo.	Solos rasos a medianamente profundos; afloramentos rochosos frequentes; irregularidade pluviométrica; escassez de recursos hídricos; susceptibilidade a desertificação.	

Fonte: Organizado por Costa (2015). Adaptado de Souza *et al* (2002).

### **Maciços residuais - serras seca**

Níveis residuais elevados, com ocorrência de setores mais elevados cujas altitudes podem variar de 550 a 1.125 metros e setores mais rebaixados cujas altitudes se concentram entre 400 e 550 metros. São áreas com predominância de rochas metamórficas do Complexo Cruzeta (ortognaisses cinzentos, paragnaisses e migmatitos), rochas metamórficas do Complexo Ceará (paragnaisses, micaxistos e metacalcários) e rochas ígneas na suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria (CPRM, 2003), ocorrendo principalmente na região da Serra da Pedra Branca, com formas de relevo dissecadas em cristas e em outras áreas em colinas rasas com drenagem dendrítica. Quanto a cobertura, verifica-se a ocorrência de Chernossolos, Argissolos e Neossolos Litólicos, com vegetação de transição da mata seca e caatinga arbórea.

Na região de Quixadá, contemplando os residuais como a Serra do Estevam, rochas metamórficas do Complexo Ceará (paragnaisses, micaxistos, quartzitos e metacalcários) e rochas ígneas (granitos e granodioritos), com feições aguçadas e ocorrência de Neossolos Litólicos associadas em alguns setores com os Argissolos.

Em decorrência do acesso ser restrito, principalmente por conta da declividade, são áreas que ainda apresentam padrões de vegetação mais estabilizados, seja de caatinga ou mata seca. Ainda assim apresenta fortes pressões quanto ao desmatamento para a agropecuária.

**Quadro 9:** Sistema Ambiental: Maciços residuais – Serras secas

Capacidade de suporte		Impactos e riscos de ocupação
Potencialidades	Limitações	
Agropecuária; pecuária extensiva; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada com baixa intensificação ao solo.	Solos rasos a medianamente profundos; afloramentos rochosos frequentes; irregularidade pluviométrica; escassez de recursos hídricos; susceptibilidade a desertificação.	Riscos de processos erosivos em detrimento de técnicas rudimentares no trato do solo; degradação intensa dos solos e da cobertura vegetal.

Fonte: Organizado por Costa (2015). Adaptado de Souza *et al* (2002).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem geoambiental aplicada a bacia hidrográfica do rio Banabuiú proporcionou visualizar não apenas as condições físicas da sub-bacia, mas principalmente perceber como as componentes ambientais e as atividades socioeconômicas e culturais interagem na estrutura e funcionamento dos sistemas ambientais.

A combinação de ambiente natural que enfrenta sérias restrições, face suas características genéticas e de evolução, com o desenvolvimento de atividades produtivas inadequadas, como a pecuária extensiva, propicia as condições favoráveis para o desenvolvimento dos processos degradacionais. Esses por sua vez podem evoluir para processo de desertificação, trazendo efeitos devastadores para o meio físico natural e principalmente para os grupos sociais que habitam esses territórios.

Utilizar-se dessa ferramenta de cunho sistêmico se mostra válido dentro da análise ambiental, pois, possibilitou a individualização de cinco sistemas ambientais identificados e delimitados a partir da correlação das componentes ambientais e suas transformações oriundas das atividades antropogênicas.

Diante dos resultados obtidos, é válido destacar a contribuição dos estudos geoambientais na análise da paisagem, com ênfase na percepção de como as componentes naturais como o relevo e os solos podem oferecer respostas diferenciadas, culminando na classificação e hierarquização dos sistemas ambientais. As atividades de degradação ambiental desenvolvidas na bacia envolvem desde a descaracterização da vegetação natural

em detrimento da agropecuária nas áreas dos sertões, até a poluição dos recursos hídricos superficiais nas planícies fluviais e principais fontes de abastecimento hídrico. Se esse quadro não for revertido, pode desencadear a completa descaracterização ambiental e levar ao comprometimento da funcionalidade desses sistemas mediante a intensificação dos processos de degradação ambiental e desertificação.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Formas de relevo**: texto básico. FUNBEC: São Paulo, 1975.
- AB'SABER, A. N. **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo**. Ed. Fac-Similar - 50 anos. São Paulo: Ed. Ateliê, 2007.
- BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de ciências da terra**, n.13, p- 1-27, 1971.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. (orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Bertrand Brasil, 2 ed. Rio de Janeiro, 2004.
- CASTILHO, C. J. M.. O Ambiente Urbano numa Perspectiva Interdisciplinar:Discussão de Conceitos que Tratam das Inter-Relações Sociedade-Natureza,a partir da Geografia do Recife. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 04, n. 05, 2011.
- CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. SANTANA, E.W. de (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009.
- CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Mapa geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM, 2003.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1999.
- GUERRA, A.T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de geomorfologia/**IBGE**, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009.

LORANDI, R; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. (editores). **Conceitos de Bacias Hidrográficas**. Ilhéus – BA: Editora da UESC, 2005.

MORAGAS, W. M. Análise do sistema ambiental do alto rio Claro - Sudoeste de Goiás: Contribuição ao planejamento e gestão. **Tese de Doutorado**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

OLIVEIRA, V.P.V. de. **Zoneamento geoambiental do sertão de Quixeramobim – CE**. Coleção Mossoroense, 1990.

PIRES, J. S. R; SANTOS, J. E. Bacias Hidrográficas: integração entre o meio ambiente e desenvolvimento. **Revista Ciência Hoje: Águas do Brasil: má utilização e falta de planejamento**, vol. 19, nº 110. SBPC, 1995. p. 40-45.

PROJETO RADAMBRASIL. **FOLHA SB.23/24 JAGUARIBE/NATAL**: geologia, geomorfologia. Rio de Janeiro, 1981.

ROCHA, A. A. **Sociedade e Natureza**: a produção do espaço urbano em bacias hidrográficas. Edições UESB: Vitória da Conquista, 2011.

SANTOS, J. O; ROSS, J. L. S. Fragilidade ambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 8, n. 10, p. 127-144, 2012.

SANTOS, J.O; SOUZA, M.J.N. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. In: **Boletim Goiano de Geografia**. v.34. n. 2, 2014.

SANTOS, J.O. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. **Revista Mercator**. v 14. n 2, 2015.

SOUZA, Marcelo Lopes. **ABC do Desenvolvimento Urbano**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil; 190 páginas, 2003.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a Cidade**: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos. 10ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

SOUZA, M. J. N. **Geomorfologia e condições ambientais dos vales do Acaraú/Coreaú – Ceará**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1981.

SOUZA, M.J.N. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. In: **Revista de Geologia**. Fortaleza: v.1, p.73-91. Edições Universidade Federal do Ceará, 1988.

SOUZA, M. J. N. Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C. (Org). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Funece, 2000.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V.P.V; GRANGEIRO, M.M.G. Análise Geoambiental. In: ELIAS, D. (Org.) **O novo espaço da produção globalizada** – o baixo Jaguaribe. Fortaleza: Funece, 2002.

SOUZA, M. J. N; SANTOS, J.O; OLIVEIRA, V.P.V. Sistemas ambientais e capacidade de suporte na bacia hidrográfica do rio Curu-Ceará: **Revista Continentes**. Ano 1. n.1, 2012.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V. P. V. **Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa**. 2011. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/viewArticle/168>>. Acesso em 25 de setembro de 2013.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**, v. 20, 2007.

TRICART, J. **Épiderme de la Terre**. Paris, 1962.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TRICART, J. **Paisagem e Ecologia**. Traduzido pelo Profº. Carlos A. F. Monteiro, SP: Instituto de Geografia; USP, 1981.

*Recebido em 26 de outubro de 2016  
Aceito em 14 de janeiro de 2017.*