

COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PALMEIRA-CEARÁ: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

RESUMO

O conhecimento das bases geomorfológicas fornece informações essenciais para o planejamento ambiental, pois identifica os tipos de uso/ocupação alinhados com as potencialidades e limitações. Com base nessa assertiva, o artigo apresenta a compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Palmeira, situada na porção norte-ocidental do Estado do Ceará, Brasil. A compartimentação foi realizada tendo como base teórico-metodológica a Geoecologia das Paisagens, apoiada em conceitos e temas como o planejamento ambiental em bacias hidrográficas. Como resultados é possível destacar a confecção de um mapa de compartimentação ambiental, onde foram definidas quatro unidades e seis feições do modelado. Foram destacados também as potencialidades, limitações e aspectos do uso/ocupação em cada unidade/feição. Assim, a compartimentação geomorfológica em bacias surge como uma ferramenta importante que auxilia as ações de planejamento ambiental voltadas para a conservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Planejamento ambiental, Compartimentação.

RESUMEN

El conocimiento de las bases geomorfológicas fornecen informaciones esenciales para la planificación ambiental, identifica los tipos de uso/ocupación alineados con las potencialidades y limitaciones. Basado en esta afirmación, el artículo presenta una compartimentación geomorfológica de la cuenca hidrográfica del río Palmeira, que se encuentra en la parte norte-occidental del Estado de Ceará, Brasil. La compartimentación se realizó con base teórica y metodológica de Geoecología del Paisaje, soportado por conceptos y temas como la planificación del medio ambiente y la gestión de cuencas hidrográficas. Como resultado se puede destacar la elaboración de un mapa de compartimentación ambiental, donde se establecieron cuatro unidades y seis características del modelado. También fueron destacados, potencialidades, limitaciones y aspectos del uso/ocupación en cada unidad/fisonomía. Por lo tanto, la compartimentación geomorfológica en cuencas surge como una herramienta importante que ayuda a las acciones de planificación ambiental para la conservación de los recursos naturales.

Palavras-clave: Cuenca, Planificación ambiental, Compartimentación.

ABSTRACT

The knowledge of geomorphological bases provides essential information for environmental planning, because it identifies the types of use / occupation aligned with the potential and limitations. Based on this assertion, the article presents a geomorphological subdivision of hydrographic basin Palmeira is situated in the north-western portion of the State of Ceará, Brazil. The compartmentalization was done with theoretical and methodological basis the Geoecology of the Landscapes, based on concepts and themes such as environmental planning in hydrographic basins. As result is possible emphasize the preparation of an environmental compartmentalization map, which were set four units and six features of the modeled. Were highlighted the potentials, limitations and aspects of using / occupation in each unit / feature. Thus, the geomorphological compartmentation in basins emerges as an important tool that helps environmental planning actions for the conservation of natural resources.

Keywords: Hydrographic basins, Environmental planning, Compartmentalization.

Juliana Felipe Farias

Doutora em Geografia
Pós-Doc na Universidade Federal do
Ceará

julianafelipefarias@yahoo.com.br

Edson Vicente da Silva

Professor Titular do Departamento de
Geografia
Universidade Federal do Ceará
cacaueara@gmail.com

INTRODUÇÃO

As necessidades humanas por recursos naturais vêm se demonstrado inversamente proporcional à capacidade de resiliência dos mesmos, em função das demandas sociais e econômicas que crescem cotidianamente. As inovações tecnológicas e o intenso processo de urbanização ocasionaram alterações no meio ambiente, as quais vão se acumulando ao longo dos anos e desencadeando problemas ambientais de magnitudes diferenciadas.

Nesse contexto, os recursos naturais, em específico a água, vêm sofrendo no decorrer da história das civilizações grandes conflitos e pressões, sendo explorados com intensidades que variam de acordo com o contexto histórico, econômico e tecnológico. Isso resultou, na maioria dos casos, na deterioração das condições ambientais e na perda gradual da produtividade destes espaços, cada vez mais incapazes de sustentar o estilo de vida que se apresenta na contemporaneidade (HASDENTEUFEL *et al.*, 2008).

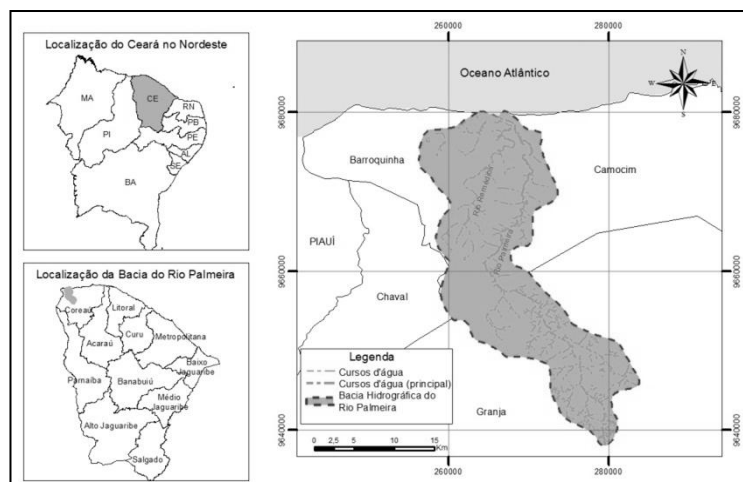
Considerando os seus usos múltiplos, a água se enquadra como um dos recursos naturais mais importantes para garantir a sobrevivência dos seres vivos e o desenvolvimento de inúmeras atividades. Frente a esse caráter vital, se destaca a importância de ações voltadas para os aspectos quantitativos e qualitativos, subsidiadas com base na adoção da bacia hidrográfica como uma unidade geográfica fundamental para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, representando um dos recortes geográficos mais utilizados em estudos de cunho ambiental para enfoques socioambientais (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na Geografia Física desde o final da década de 1960 (BOTELHO, 2001; BOTELHO; SILVA, 2011). De acordo com Santos (2004) esta permite conceber de maneira clara as estreitas relações existentes entre a água, os demais recursos naturais e as atividades humanas, de modo dinâmico e integrado.

Tomando como recorte de planejamento as bacias hidrográficas, a compartimentação é uma das ferramentas mais eficazes para propor medidas de uso compatíveis com a capacidade dos recursos naturais encontrados na bacia, considerando não apenas a água, mas também os demais recursos.

Tendo em vista a importância da compartimentação geomorfológica para o planejamento ambiental, acredita-se que a mesma pode ser eficaz para a preservação dos recursos naturais. Assim, o trabalho foi realizado a partir da compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Palmeira, localizada na porção norte-ocidental do estado do Ceará, na divisa entre os municípios de Barroquinha e Camocim (figura 01). A bacia possui uma área de 476.87 km², é do tipo exorréica e com drenagem dendrítica, drenando parcialmente os municípios de Granja, Barroquinha e Camocim.

Figura 01: Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Palmeira.
Fonte: elaborado pelos autores.



A bacia hidrográfica do rio Palmeira agrega diferentes feições geomorfológicas que são incompatíveis com algumas atividades econômicas desenvolvidas, o que ocasiona impactos ambientais de magnitudes diferenciadas. A compartimentação e definição das unidades geomorfológicas auxiliou no planejamento local, uma vez que foi possível elaborar propostas compatíveis com as potencialidades e limitações dos recursos naturais.

A partir dos fundamentos teóricos e metodológicos da Geoecologia das Paisagens, a bacia foi compartimentada com o objetivo de se obter um conhecimento detalhado das bases que compõem a paisagem para subsidiar o planejamento da mesma, levando em consideração a dinâmica dos sistemas ambientais locais.

GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS E PLANEJAMENTO AMBIENTAL APLICADOS AOS ESTUDOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

As bacias hidrográficas podem ser caracterizadas como unidades territoriais quando configuram uma apropriação de partes do espaço para um determinado fim, seja voltado para a gestão territorial ou ambiental (LAMONICA, 2004), tendo como objetivo principal a utilização desse recorte para fins de planejamento do uso dos recursos naturais.

As diferentes definições de bacias hidrográficas seguem variadas linhas podendo, grosso modo, serem identificadas duas: as de cunho mais técnico e físico, que descrevem o funcionamento da bacia considerando apenas os aspectos atuando na sua formação e funcionamento; e as de caráter mais integrado, onde é possível identificar uma inter-relação entre os diversos aspectos aliados com outras variáveis que compõem as bacias – aspectos físico-ambientais e socioeconômicos.

Na perspectiva de Tucci (1997), a bacia hidrográfica é caracterizada como uma área de captação natural da água de precipitação, que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, apresentando um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Priego e Cotler (2006) destacam que as bacias hidrográficas proporcionam um enquadramento adequado para a análise dos processos ambientais e requerem uma investigação detalhada considerando aspectos como solo, água e vegetação, os quais devem ser abordados por meio de ferramentas e conceitos integrativos.

É possível considerar uma bacia hidrográfica como um sistema que resguarda uma série de relações mútuas entre seus elementos, as quais possibilitam uma análise integrada do ambiente, auxiliando uma acurada avaliação dos aspectos físicos, econômicos e sociais, e por esse fato deve ser entendida como um sistema variado que inclui a água e os elementos do potencial geoecológico sobrepostos, dialeticamente, por aspectos sócio-políticos e econômicos (NASCIMENTO, 2012).

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de análise para estudos de planejamento justifica-se não só pela importância dos recursos hídricos, mas também pela riqueza de variáveis que a mesma agrega. A abordagem das bacias como recortes de planejamento e gestão, surgiu como uma forma holística e abrangente de realizar trabalhos, viabilizando a tomada de decisões (VOINOV; COSTANZA, 1999).

O planejamento ambiental elaborado com base na escala de análise da bacia hidrográfica deve, além de classificar as unidades espaciais, verificar os principais usos e ocupação nos diferentes setores e identificar os problemas e estado ambiental da mesma, para elaborar propostas compatíveis com as potencialidades e limitações da área. Nascimento (2013) destaca que a delimitação de bacias como unidades de análise se justifica pelo reconhecimento da importância dos recursos hídricos e pela riqueza de variáveis a serem destacadas – relevo, solo, vegetação, interferência humana, dentre outras.

Assim, a Geoecologia das Paisagens e o Planejamento Ambiental fornecem subsídios fundamentais para o desenvolvimento de trabalhos relacionados à dinâmica dos sistemas ambientais, mais especificamente voltados para o estudo de bacias hidrográficas, pois é necessário pensar a bacia como um sistema ambiental que deve ser analisado por uma concepção articuladora e integradora dos momentos fundamentais de sua formação e organização (RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2011).

Tendo em vista que as bacias hidrográficas se caracterizam como sistemas complexos que integram os mais diversos componentes sociais, econômicos, culturais e ambientais, se destaca a necessidade de pensar e trabalhar as mesmas e suas diferentes feições com base em fundamentos teórico-metodológicos que considerem a ação/atuação desses componentes.

Nesse contexto, a Geoecologia das Paisagens é capaz de fornecer os subsídios essenciais para uma análise integrada, uma vez que sua visão sistêmica e complexa considera esses aspectos e os seus desdobramentos na área de influência da bacia.

Para Rodriguez, Silva e Leal (2011) a análise da bacia hidrográfica a partir de uma perspectiva sistêmica é válida, porque no caso dos recursos hídricos, a tarefa consiste em compreender e considerar as relações do arranjo espaço-temporal do papel da água como recurso indispensável no funcionamento da biosfera, surgida e limitada dentro do complexo da geosfera ou esfera geográfica.

O Planejamento Ambiental e a Geoecologia são instrumentos que subsidiam a gestão e o ordenamento das bacias hidrográficas, viabilizando a adoção de estratégias que convergem para um aproveitamento sustentável dos recursos naturais de maneira compatível com a sua capacidade de suporte. Nos últimos anos, se observa que a gestão dos recursos hídricos adquiriu um caráter mais integrado na tentativa de coordenar e gerir o uso da água com melhor aproveitamento (JUSTO, 2005).

A aplicação da Geoecologia em pesquisas que tem como recorte de análise a bacia hidrográfica é cada vez mais recorrente, o que demonstra a eficácia de aplicação e

elaboração de propostas da mesma, contribuindo também para sua consolidação enquanto método de pesquisa para as análises ambientais. A abordagem geoecológica focaliza a investigação e interpretação que ocorre nas relações funcionais e genéticas, na medida em que estas podem explicar o estado presente (KLINK, 1981), tornando-a uma abordagem cada vez mais utilizada para o estabelecimento de cenários futuros.

A Geoecologia propõe algumas escalas de aplicação que podem ser utilizadas em bacias hidrográficas, as quais contemplam diferentes níveis que se adéquam de acordo com a dimensão da área: federal (país e grupo de países); regional (agrupamentos de municípios); local (municípios); e executiva (distritos), destacadas por Rodriguez e Silva (2013).

Para trabalhos em bacias com escala de detalhe o nível local é o mais adequado, pois possibilita a elaboração de medidas para melhorar o funcionamento ambiental através de ações concretas; a realização de um diagnóstico ambiental elencando as competências, problemas, estado e intensidade de uso dos recursos naturais na bacia (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

METODOLOGIA

As discussões teóricas realizadas aliadas com os procedimentos metodológicos forneceram o embasamento necessário para a execução do trabalho. Na visão de Ross (2010), é a metodologia que norteia a pesquisa, enquanto a instrumentalização e as técnicas operacionais funcionam como apoio, enfatizando que o tratamento metodológico de uma pesquisa é subproduto direto da teoria.

Klink (1981) destaca que uma análise geoecológica começa com uma investigação preliminar da área em questão, buscando a documentação existente, inspecionando o terreno e fazendo uso de mapas.

Os procedimentos metodológicos adotados foram os propostos por Rodriguez et al. (2013) e Rodriguez e Silva (2013), distribuídos por fases: organização e inventário, análise, diagnóstico e propositiva.

Grosso modo, a aplicação da Geoecologia na bacia seguiu as seguintes etapas: 1. levantamento dos condicionantes ambientais; 2. caracterização dos aspectos socioeconômicos; 3. compartimentação ambiental; 4. identificação de impactos ambientais; 5. caracterização do estado ambiental; e 6. proposições de planejamento.

As técnicas de apoio utilizadas para a operacionalização do trabalho foram as ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG) que permitem um maior conhecimento da área de estudo e a elaboração de materiais que subsidiam possíveis intervenções.

Para Rosa (2005), os SIG são um conjunto de ferramentas computacionais que integram uma série de informações que tornam possíveis a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informações georreferenciadas que auxiliam no monitoramento, planejamento e tomada de decisões relativas ao espaço geográfico.

Os procedimentos metodológicos são resultados de uma investigação sistemática e da coleta e interpretação de uma série de materiais bibliográficos e cartográficos, objetivando atingir os objetivos inicialmente propostos. A seguir são destacados os aspectos mais relevantes em cada etapa.

FASE DE ORGANIZAÇÃO E INVENTÁRIO

Nessa fase foram reunidos e organizados os materiais bibliográficos e cartográficos dos diferentes temas abordados no trabalho. Os órgãos do âmbito federal,

estadual e municipal também forneceram informações importantes referentes ao quadro socioeconômico e ambiental dos municípios, o que permitiu fazer uma inter-relação e elaborar um panorama para a bacia.

As imagens de satélite foram obtidas no Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), são oriundas de um mapeamento com um elevado nível de detalhamento, na escala de 1:20.000. No site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (U.S Geological Survey), foi capturada em meio digital uma imagem de satélite Landsat 8 datada de 25/08/2013. Na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) foram obtidas as imagens digitais Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

Nessa fase da pesquisa foram realizados os primeiros trabalhos de campo na bacia, direcionados a um reconhecimento preliminar da área para registrar aspectos socioeconômicos e ambientais.

FASE DE ANÁLISES

Essa fase compreende a compilação de todo material levantado e organizado anteriormente, o qual viabilizou a contextualização das temáticas teóricas, biofísicas e socioeconômicas. Caracteriza-se também como o período de elaboração dos mapas a partir das bases e imagens de satélite. A manipulação desse material cartográfico foi realizada com o apoio do ArcGis 9.2, sendo utilizados também outros equipamentos e softwares livres para auxiliar na coleta dos dados e para registrar aspectos relevantes que ocorreram durante a realização dos levantamentos de campo.

Os trabalhos de campos, as técnicas de mapeamento e geoprocessamento, interpretação de imagens de satélite e ortofotocartas, permitiram a elaboração do mapa de compartimentação geomorfológica, a partir do mapeamento elaborado por Souza (2000), que culminou na Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará.

Com base na vetorização desse mapa proposto por Souza (2000), foi possível sobrepor à delimitação da bacia e capturar as unidades previamente estabelecidas pelo autor, porém, em função da escala, algumas unidades foram inseridas a partir das investigações de campo, adicionando-se dados hipsométricos e geológicos.

FASE DE DIAGNÓSTICO E PROPOSITIVO

A fase de diagnóstico objetivou interpretar o material produzido na fase anterior (textual e cartográfico) e descrever os principais problemas, potencialidades e limitações da bacia, tendo como base o uso e ocupação do solo e dos recursos naturais com auxílio do mapa de compartimentação.

Essa fase é caracterizada como um período complexo do trabalho, pois se utiliza da observação, percepção, interpretação e sistematização dos mais variados processos sociais e naturais identificados na área, que requerem um conhecimento interdisciplinar para sua compreensão e solução (LEAL, 1995).

Nascimento (2011) enfatiza que para o diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas, as condições climáticas, a natureza dos terrenos, os aspectos morfopedológicos, os geobotânicos e os de uso/ocupação do solo, influenciam diretamente os recursos hídricos, sendo essenciais para as ações de planejamento, onde a ocorrência de algumas mudanças significativas nesses atributos podem ocasionar efeitos ou impactos ao longo da bacia.

Na fase propositiva foram elaboradas propostas de planejamento ambiental para a bacia a partir da Geoecologia, tendo como base a interpretação e espacialização dos

dados físico-ambientais, socioeconômicos, compartimentação e definição do estado ambiental, os quais possibilitaram um conhecimento detalhado do funcionamento e dinâmicas atuantes.

COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PALMEIRA

As diferentes feições de relevo são resultantes da ação simultânea e desigual das atividades climáticas e da estrutura da litosfera. Esses fatores por sua vez, determinam formas diferenciadas de relevo e a existência e dinâmica do meio biótico e abiótico da superfície terrestre (ROSS, 2001).

No caso específico de unidades geomorfológicas em bacias hidrográficas, se destaca o potencial modelador da água, onde a bacia pode ser considerada como um sistema hidrogeomorfológico na qual os cursos d'água se destacam como importantes modeladores da paisagem, exercendo influência direta sobre a formação e evolução do relevo (NETTO, 2001).

Na bacia hidrográfica do rio Palmeira foram identificadas com base no mapa geomorfológico elaborado pelo projeto RADAM BRASIL, na compartimentação geoambiental do Ceará proposta por Souza (2000) e interpretação da imagem de satélite Landsat 8, as seguintes unidades geomorfológicas: planície litorânea, glaci de deposição pré-litorâneo, planície de acumulação e superfície de aplainamento; e as feições do modelado: faixa de praia e pós-praia, planície flúviomarinha, dunas móveis, tabuleiros pré-litorâneos, planície fluvial e sertões de Acaraú e Coreau, as quais serão descritas a seguir.

FAIXA DE PRAIA E PÓS-PRAIA

A faixa de praia e pós-praia segundo Brandão *et al.* (1995), forma um grande depósito contínuo alongado, que se estende por toda a costa, desde a linha de maré mais baixa até a base das dunas móveis. Ocupa 2,40 km² (0,50 %) da bacia estando localizado no baixo curso, se apresentando como um ambiente dinâmico com a atuação do fluxo eólico e da deriva litorânea modelando a paisagem.

No setor estuarino os sedimentos que compõem essa unidade são de origem continental, os quais foram carregados até o litoral pela drenagem fluvial e depositados na linha de costa (SILVA, 1998).

Destaca-se ainda na unidade a presença de recifes de arenito, os quais são constituídos por um ou mais bancos de areia consolidada a custa de sedimentação com carbonato de cálcio ou óxido de ferro (CORREIA; SOVIERZOSKI, 2005). Segundo Mendes (2012) essa formação fica submersa em marés altas e exposta em marés baixas, e a visualização se dá principalmente em marés de sizígia, quando a maré alta tem um nível mais elevado e a maré baixa um nível mais rebaixado.

PLANÍCIE FLÚVIOMARINHA

A planície flúviomarinha é caracterizada como um ambiente submetido às influências de processos marinhos (oscilações de marés) e fluviais, formados por processos de deposição de sedimentos com textura argilosa e elevada concentração de matéria orgânica em decomposição, sendo característica dessas áreas uma vegetação altamente especializada, o mangue (Souza *et al.* 2009). Ocupa 18,68 km² (3,92%) com

atuação constante dos fluxos de matéria e energia característicos das áreas estuarinas, abrigando uma grande variedade de espécies importantes da fauna e flora.

Apresenta solos lamacentos e profundos, com alto teor de salinidade e matéria orgânica, submetido às oscilações de maré. Tais características viabilizam a formação de manguezais que se estendem desde a foz até onde o rio recebe a influência das marés, pois cria condições necessárias e adaptáveis ao desenvolvimento da vegetação do tipo manguezal.

DUNAS MÓVEIS

As dunas móveis são caracterizadas por Souza *et al.* (2009) como feições constituídas por material semelhante ao da faixa praial, apresentando sedimentos areno-quartzosos holocênicos, de granulometria fina a média, submetidos a ação eólica e sobrepostos a uma litologia mais antiga. Estão situadas em um pequeno setor no baixo curso com abrangência espacial de 3,8 km² (0,80 %). Apresentam ausência de cobertura vegetal em decorrência da ação eólica que promove a mobilização lenta, porém quase constante de sedimentos.

No campo de dunas é possível destacar a presença de alguns eolianitos, conhecido pelos moradores locais como “cascudo”. São caracterizados como dunas cimentadas por carbonato de cálcio, se constituindo em um tipo de dunas inativas (BEZERRA, 2009), sendo permanentemente imobilizado e composto essencialmente por quartzo (GOLDSMITH, 1978), tendo como característica marcante a ausência de vegetação devido a sua camada sólida (SILVA, 1998).

O conjunto de dunas móveis situadas na bacia, que integra o cordão de dunas que se estende ao longo do litoral cearense, atua como controlador dos processos geodinâmicos na linha de costa, seguindo um padrão de comportamento e dependência relacionado com a evolução morfogenética das zonas de *bypass* de sedimentos (MEIRELES *et al.*, 2006).

TABULEIRO PRÉ-LITORÂNEO

O tabuleiro pré-litorâneo está situado após o cordão de dunas sem ruptura topográfica, constituído por sedimentos mais antigos pertencentes à Formação Barreiras, se apresentando paralelo a linha de costa e à retaguarda dos sedimentos eólicos, marinhos e fluviomarinhos que compõem a planície litorânea (SOUZA *et al.*, 2009).

Caracteriza-se como a unidade geomorfológica com maior abrangência espacial na bacia (344,95 km²/72,33%), encontrada em todos os setores. Possui um aspecto litológico com predominância de sedimentos areno-argilosos de tons esbranquiçados, vermelho-amareladas e cremes, com características vegetacionais não homogêneas, principalmente sob o ponto de vista fisionômico (SOUZA, 2000).

PLANÍCIE FLUVIAL

A planície fluvial é destacada por Souza (2000) como a forma mais característica de acumulação decorrente da ação fluvial, classificadas como áreas de diferenciação por abrigarem melhores condições de solos e disponibilidade hídrica. Possuem um domínio de 10,46 km² na bacia (2,20%), se estendendo por todos os setores e se apresentando mais ramificada no alto curso, em função do baixo potencial de infiltração em decorrência da predominância do embasamento geológico cristalino.

No médio e baixo curso, a capacidade de alimentação do lençol freático se eleva em função da ocorrência do tabuleiro, fazendo com que a rede de drenagem seja menos ramificada, porém com o potencial de acumulação de água subterrânea bem mais elevado.

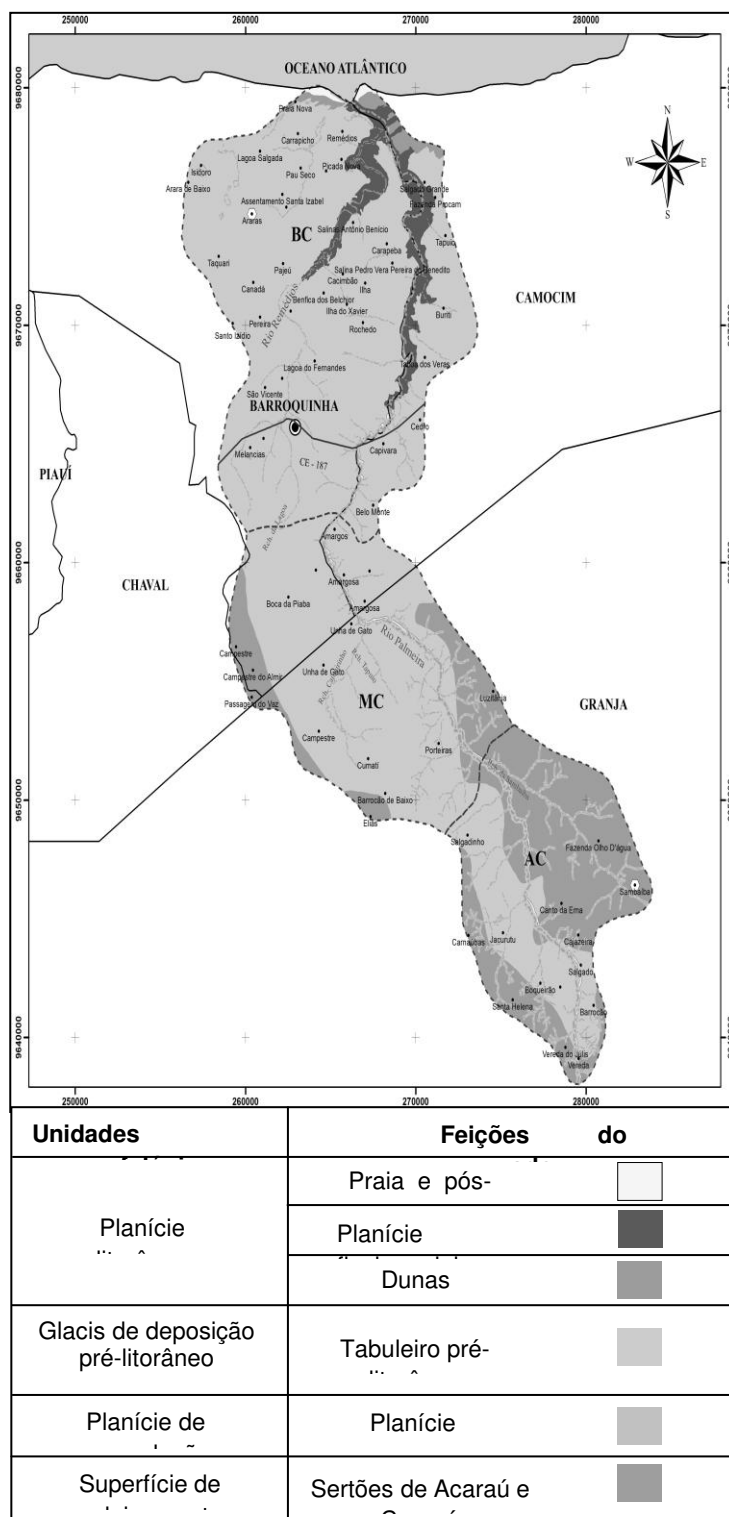
SERTÕES DE ACARAÚ E COREAÚ

Os sertões de Acaraú e Coreaú correspondem aos setores da depressão sertaneja em transição com as áreas de tabuleiros. Identificados no alto e médio curso da bacia ocupam 96,58 km² (20,25%), apresentando uma dinâmica ambiental diferenciada do restante da área, em função da existência do embasamento cristalino, que condiciona o potencial hidrogeológico e as características da vegetação.

No médio curso, onde a transição entre os sertões e o tabuleiro é mais evidente, se observa uma mudança no padrão vegetacional e na rede de drenagem, alterando de maneira significativa as feições da paisagem e o modelado do relevo, que vai se apresentando cada vez mais suave.

A figura 02 traz a espacialização das unidades e feições delimitadas representadas no mapa de compartimentação geomorfológica da bacia.

Figura 02: Mapa de compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Palmeira
Fonte: elaborado pelos autores



POTENCIALIDADES, LIMITAÇÕES E ASPECTOS DO USO/OCUPAÇÃO NAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PALMEIRA

As unidades geomorfológicas destacadas apresentam usos diferenciados, os quais variam em função das potencialidades e limitações locais. As atividades desenvolvidas, por vezes, não são compatíveis com a capacidade de suporte do ambiente, ocasionando impactos ambientais de magnitudes diferenciadas.

A praia e pós-praia, feições do modelado inseridas na unidade geomorfológica denominada de planície litorânea, possui uma baixa densidade em termos populacionais.

Quanto ao uso se verifica a pesca artesanal e coleta de mariscos nos recifes de arenito situados na unidade, atividades de grande importância para a população, pois são as principais fonte de renda de muitas famílias. É utilizada também para lazer por moradores das localidades e do município de Barroquinha, porém sem nenhuma infraestrutura de restaurantes, pousadas ou barracas para atender essa demanda.

As atividades destacadas apresentam baixo ou nenhum potencial de degradação, uma vez que as mesmas são praticadas em pequena escala, basicamente para a subsistência.

Na planície fluviomarinha que integra a unidade geomorfológica planície litorânea, se destaca a presença das salinas e da carcinicultura (criação de camarão em cativeiro). Na planície fluviomarinha do rio Remédios, sub-bacia do rio Palmeira, é mais expressiva a atividade salineira, ocupando cerca de 0,43 km² na margem direita do mesmo. As fazendas de camarão situam-se na margem esquerda do rio, totalizando uma área de 0,22 km². Uma das salinas de maior porte é a do Teófilo, em funcionamento há mais de 60 anos. A produção de cerca de 2.000 toneladas/ano é destinada ao Norte do país, para o Estado do Pará.

A planície fluviomarinha apresenta um estágio de degradação bem mais avançado em função das atividades desenvolvidas, as quais comprometem a qualidade e disponibilidade dos recursos naturais na bacia.

O desenvolvimento da carcinicultura ocasionou uma série de impactos na área, dentre os quais se destacam: extinção de áreas pertencentes ao domínio das marés e desmatamento do manguezal, mata ciliar e carnaubal; interceptação dos fluxos de matéria e energia atuantes nas áreas de manguezais; extinção de setores de apicum, contaminação da água por efluentes dos viveiros, redução e desaparecimento de habitats de inúmeras espécies e extinção de áreas de mariscagem, captura de caranguejos e pesca, dentre outros.

As dunas móveis, ainda pertencentes à planície litorânea, também possui uma ocupação restrita dificultada pelos intensos processos que atuam na migração das mesmas.

As práticas desenvolvidas estão restritas a pesca artesanal praticada pelos moradores da Praia Nova. Destaca-se ainda a tradicional regata de canoas, realizada em festejos religiosos, mais especificamente no sábado de aleluia. O evento atrai visitantes de povoados circunvizinhos e da sede municipal de Barroquinha. As atividades citadas não acarretam danos ambientais, pois são desenvolvidas em pequena escala.

As demais unidades e feições do modelado – Glacis de deposição pré-litorâneo/tabuleiro pré-litorâneo; Planície de acumulação/planícies fluviais; e Superfície de aplainamento/sertões de Acaraú e Coreaú –, serão discutidas tomando como base também a setorização da bacia em alto, médio e baixo curso, pois as mesmas ocupam diferentes setores apresentando usos diferenciados.

O tabuleiro pré-litorâneo está situado nos três setores da bacia. No alto curso apresenta a menor ocorrência em toda a bacia, com apenas 33,54 km², sendo apenas uma mancha contornada pela superfície de aplainamento. O setor onde está situado apresenta melhores reservas hídricas, fazendo com que as localidades possuam diferentes condições físicas e ambientais.

As atividades exercidas nesse recorte do tabuleiro estão ligadas a agropecuária, com culturas de subsistência como milho, feijão e mandioca, ocorrendo também a extração de palha da carnaúba.

No médio curso o tabuleiro apresenta 116,19 km². Apesar de agregar as mesmas características do setor anterior, nesse recorte a presença do tabuleiro aumenta as disponibilidades hídricas principalmente em água subterrânea, possuindo uma rede de drenagem menos ramificada. Possibilita uma diversificação de lavouras de ciclo curto e apresenta melhores condições para a pecuária.

O tabuleiro no baixo curso é o mais representativo em toda a bacia com 206,01 km². Possui o maior número de núcleos populacionais se comparado com os demais setores.

Agrega uma expressiva diversidade em termos de atividades econômicas, uma vez reúne todas as que são exercidas nos demais setores e incorpora outras como plantações de cajueiros com a comercialização da castanha, e algumas casas de farinhas próximas as plantações de mandioca, com comercialização na sede municipal e alguns municípios vizinhos.

De maneira geral, as atividades exercidas possuem impactos de magnitude média, oriundos de técnicas de manejo do solo inadequadas e a ocupação desordenada sem infra-estrutura de saneamento básico. Os impactos identificados nos setores de alto e médio curso foram o desencadeamento de processos erosivos e a degradação da mata ciliar. No baixo curso são verificados esses impactos, aliados também a poluição dos solos e recursos hídricos em função da deposição de resíduos sólidos e efluentes domésticos, principalmente nas localidades afastadas da sede municipal.

As planícies fluviais no alto curso se apresentam mais numerosas que nos demais setores, em função da predominância do embasamento cristalino que reduz a capacidade de infiltração no solo e aumenta o escoamento superficial. Nesse recorte se situa a nascente do rio Palmeira, o distrito de Sambaíba e algumas localidades, correspondendo ao município de Granja.

Quanto ao uso se verifica a utilização das áreas de várzea para a plantação de culturas de subsistência, a fabricação de tijolos em cerâmicas artesanais, pecuária extensiva e a extração de palha da carnaúba, considerando que esse setor abriga o Parque Estadual das Carnaúbas.

No médio curso as planícies fluviais se apresentam menos ramificadas, pois o embasamento geológico predominante é o tabuleiro pré-litorâneo, que apresenta uma capacidade de infiltração do solo mais elevada, propiciando também a formação de reservas subterrâneas.

Verifica-se também a existência de barramentos e poços profundos, agora bem mais numerosos em função das reservas subterrâneas da área de tabuleiro. Apresenta os usos descritos nas planícies do alto curso, porém é agregada a esse setor a piscicultura que se desenvolve no açude dos Campestres.

As planícies fluviais no baixo curso também são mais reduzidas em função da ocorrência do tabuleiro pré-litorâneo. Assim as reservas de água subterrânea são bem mais expressivas, o que justifica o maior número de poços profundos.

Embora as atividades mais desenvolvidas sejam a carcinicultura e a produção de sal na planície fluviomarinha, se verifica também em alguns trechos da planície fluvial

pequenas plantações de gêneros da agricultura de subsistência, com destaque para o cultivo da mandioca, e as demais atividades citadas nos setores descritos anteriormente.

O desenvolvimento dessas atividades nas planícies fluviais, considerando o alto, médio e baixo curso, acarretam danos de impactos ambientais de escala que pode ser considerada média, com destaque para a retirada de material do leito dos rios para a construção civil e abastecimento de cerâmicas, e a degradação das matas ciliares.

Os sertões de Acaraú e Coreaú são identificados nos setores de alto e médio curso da bacia. No alto curso tem um domínio espacial de 71,61 km², se encontra dividida em dois setores em função da ocorrência do tabuleiro pré-litorâneo nesse recorte, apresentando assim 54,76 km² a partir da margem esquerda do rio Palmeira e 18,85 km² na margem direita do mesmo, intercalado por uma mancha de 33,54 km² que corresponde à subunidade geoecológica de tabuleiro pré-litorâneo do alto curso.

O uso desse setor é voltado para as práticas da agricultura de subsistência, as quais são exercidas por meio de técnicas de manejo rudimentares que ocasionam a degradação ambiental, perda da fertilidade natural dos solos, desencadeamento de ações erosivas em áreas degradadas e empobrecimento da biodiversidade.

No médio curso ocupa setores ainda correspondentes ao município de Granja e um pequeno trecho em Barroquinha, localizados as margens direita e esquerda do rio Palmeira, mais especificamente nas bordas da bacia, totalizando áreas de 14,44 km² e 9,47 km² em Granja nas margens direita e esquerda do rio, e 2 km² em Barroquinha na margem direita do mesmo.

Assim como na superfície de aplainamento do alto curso, no médio as práticas agropecuárias acarretam alguns danos ambientais como o desmatamento indiscriminado, processos erosivos acelerados e assoreamento dos fundos de vales.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Palmeira permitiu o conhecimento detalhado da dinâmica ambiental da mesma, pois além dos aspectos físico-ambientais foram levantados e analisados dados referentes ao uso e ocupação de cada unidade delimitada.

A partir desses levantamentos foi possível destacar as potencialidades e limitações da bacia, e assim diagnosticar os principais impactos ambientais originados da incompatibilidade de determinadas atividades, assim como também elaborar propostas de planejamento ambiental para um uso mais racional e compatível com a capacidade de suporte dos recursos naturais na bacia.

Assim, em termos de ocupação populacional, a bacia não apresenta problemas relacionados com ocupação desordenada em função dos modestos núcleos urbanos situados na área de drenagem da mesma.

Quanto às atividades econômicas o quadro se apresenta diferenciado. Existe um predomínio da agropecuária que, em alguns setores, desencadeia processos erosivos com a perda da fertilidade natural, compactação e empobrecimento dos solos. Para esses setores, é necessário um planejamento voltado para um manejo mais adequado do solo, com a diversificação de culturas e revitalização de setores em elevado estágio de degradação.

Porém, as atividades mais impactantes e que se encontram em processo de expansão na bacia, são a carcinicultura e as salinas. Os setores ocupados por essas atividades possuem um estado de degradação elevado, ocorrendo à perda da biodiversidade e a extinção de práticas tradicionais da população local. Concentradas especificamente no estuário da bacia, as atividades, com destaque para a carcinicultura,

destroem o ecossistema manguezal e interferem no fluxo de matéria e energia nesse setor, comprometendo a dinâmica ambiental.

Ações de recuperação ambiental e retirada dessas atividades devem ser implantadas em caráter de urgência, uma vez que a regeneração do ecossistema manguezal dá-se de maneira lenta e progressiva, assim como também a retomada de toda a dinâmica de fluxos de matéria e energia.

Com base nesse quadro de uso/ocupação, percebe-se que as atividades se desenvolvem prioritariamente com base nas limitações e fragilidades das unidades que compõem a bacia. Assim, as potencialidades considerando uma relação ponderada entre desenvolvimento econômico e conservação são pouco exploradas.

Dessa maneira, é possível concluir que a compartimentação geomorfológica em bacias hidrográficas, considerando aspectos como potencialidades, limitações e uso/ocupação, fornece elementos importantes que podem subsidiar ações de planejamento ambiental em diferentes escalas de trabalho.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, L. J. C. *Caracterização dos tabuleiros pré-litorâneos do estado do Ceará*. 132f. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, Fortaleza, 2009.
- BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. et al. (orgs). *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). *Reflexões sobre a geografia física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- BRANDÃO, R. L. et al. *Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da região metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza: CPRM, 1995.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blucher, 2ed.1980.
- CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. *Ecossistemas marinhos: recifes, praias e manguezais*. Maceió: EDUFAL, 2005.
- GOLDSMITH, V. Coastal dunes. In: Davis, R. A. (Ed.). *Coastal sedimentary environments*. New York: Springer -Verlag, 1978. p171-235.
- HASDENTEUFEL, P.; MATEO, J. M.; BAUME, O.; TORRES, R. J. La Geoecología como herramienta para la gestión ambiental. Estudio de caso de la cuenca hidrográfica superficial del río Quibú, Provincia Ciudad de La Habana, Cuba. *Revista Universitaria de Geografía. Bahía Blanca*. vol. 17, n. 1, 2008.
- JUSTO, R. A. *Propuesta de un modelo de ordenamiento ambiental para la cuenca hidrográfica del río Quibú*. Tesis de Maestría. Universidad de La Habana. Facultad de Geografía, 2005.
- KLINK, H. J. *Geoecologia e Regionalização Natural*. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. Boletim 17 – Biogeografia, 1981.
- LAMONICA, M. N. A Bacia Hidrográfica – De unidade ambiental a territorial. In: 6º *Congresso Brasileiro de Geógrafos*. Goiânia: AGB, 2004.
- LEAL, A. C. *Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca – Campinas/SP*, Dissertação de Mestrado, UNESP/IGCE. Rio Claro, 1995.
- MEIRELES, A. J. A.; SILVA, E. V.; THIERS, P. Os campos de dunas móveis: fundamentos dinâmicos para um modelo integrado de planejamento e gestão da zona costeira. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 20, p.101 - 119, 2006.

MENDES, J. S. *Dinâmica das paisagens da APA do estuário do rio Mundaú: evolução espaço temporal e potencialidades ambientais*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Ceará. 2012.

NASCIMENTO, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais: cenários e desafios. In: MEDEIROS, C. N. *et al.* (orgs.). *Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades*. Fortaleza: IPECE, 2011.

NASCIMENTO, F. R. Os recursos hídricos e o trópico semiárido no Brasil. *GEOgraphia*, vol. 15, n. 29, p. 63-81, 2012.

NASCIMENTO, F. R. *O fenômeno da desertificação*. Goiânia: Editora UFG, 2013.

NETTO, A. L. C. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

PRIEGO, A.; COTLER, H. El análisis Del paisaje como base para El manejo integrado de cuencas: El caso de La cuenca Lerma-CH. Consultado em: <http://www.agua.org.mx>, 2006.

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. (org.). *Diálogos em geografia física*. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTE, A. P. B. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. *Planejamento e gestão ambiental: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica*. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

ROSS, J. L. S. (Org.) *Geografia do Brasil*. 4 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 2010.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 16, p. 81-90, 2005.

SANTOS, R. F. dos. *Planejamento ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SILVA, E. V. *Geoecologia da Paisagem do litoral cearense: uma abordagem a nível de escala regional e tipológica*. 2006. 281p. Tese. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: SOUZA, M. J. N.; MORAES, J. O.; LIMA, L. C. *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*, Parte I. Fortaleza: FUNECE, 2000.

SOUZA, M. J. N.; NETO, J. M.; SANTOS, J. O.; GONDIM, M. S. *Diagnóstico geoambiental do município de Fortaleza: Subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo*. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009.

VAINOV, A.; CONSTANZA, R. Watershed management and the Web. *Journal of Environmental Management*, 56, 231–245, 1999.