

SISTEMAS AMBIENTAIS E CAPACIDADE DE SUPORTE

NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU-CEARÁ

Marcos José Nogueira de Souza *

Jader de Oliveira Santos **

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira ***

Resumo: tendo em vista a necessidade de estudos ambientais integrados, o presente artigo trata do planejamento da bacia hidrográfica do rio Curu, localizada na porção setentrional do Ceará. Nossa abordagem preocupa-se em estabelecer a correlação dos fatores físicos e bióticos com os condicionantes sociais sobre os diferentes sistemas. Para tanto, enfatiza a fundamentação metodológica dos estudos ambientais, contemplando as condições ecofisiográficas, de uso e de ocupação dos recursos. Assim, é possível estabelecer a capacidade de suporte dos ambientes face ao desenvolvimento das atividades humanas.

Palavras-Chave: análise geoambiental; bacia hidrográfica; planejamento ambiental; recursos naturais; Ceará.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS AND SUPPORT CAPABILITY IN THE HYDROGRAPHIC BASIN OF CURU RIVER-CEARÁ

Abstract: acknowledging the necessity of integrated environmental studies, the present article focus on the planning of the hydrographic basin of Curu river, located in the northern of Ceará.

Our approach intends to establish the correlation of physical and biotic factors with the social constraints over the different systems. For that matter, emphasizes on the methodological fundamentals of environmental studies, contemplating the ecophysiological conditions of use and resources occupation. Therefore, it is possible to establish the support capability of the geoenvironments facing the development of human activities.

Key Words: geoenvironmental analysis; hydrographic basin; environmental planning; natural resources; Ceará.

* Prof. Titular pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará – UECE.

** Prof. Departamento de Geociências – UFRRJ.

*** Profa. Departamento de Geografia UFC e Coordenadora do doutorado rede PRODEMA – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

SYSTEMES ENVIRONNEMENTAUX ET CAPACITE DE SUPPORT DANS LA BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA FLEUVE CURU-CEARA

Résumé: a partir de la nécessité des études environnementales intégrés, cet article se propose à faire l'aménagement de la bassin hydrographique de la fleuve Curu, située dans la partie septentrionale de l'État du Ceará. Notre démarche veut établir la corrélation des facteurs physiques et biotiques avec les éléments sociaux face aux différentes systèmes. Pour cela, on va realcer l'apport méthodologique des études environnementales pour apprendre les conditions ecophysiographiques et d'utilisation des ressources. Ce faisant c'est possible établir la capacité de support des milieux devant le développement des activités humaines.

Mots-clés: analyse environnementale; bassin hydrographique; aménagement environnementale; ressources naturelles; Ceará.

1. Introdução

O uso desordenado dos recursos naturais ocasiona fortes desequilíbrios nos sistemas ambientais, interferindo de maneira decisiva em sua estrutura e funcionamento. Essas consequências manifestam-se mais fortemente nos ambientes onde há um frágil equilíbrio nas condições do potencial ecológico e da exploração biológica, conduzindo, em muitos casos, à degradação generalizada dos recursos. Os problemas ambientais intensificam-se em regiões que apresentam limitações naturais, como é o caso do semi-árido brasileiro. Nestas condições, geralmente os solos são rasos ou pouco desenvolvidos, apresentando baixa disponibilidade hídrica e um recobrimento vegetal que exerce pouca proteção contra os efeitos da erosão, contribuindo para sistemas ambientais com evidentes restrições de uso e de exploração.

Não obstante a fragilidade desses sistemas, há de se verificar que, desde os primórdios da colonização, sobretudo a partir do século XVIII, ocorreu um processo de ocupação predatória que não considerou a capacidade de suporte de tais sistemas, desencadeando processos de degradação que, em alguns casos, exibem notórios traços de desertificação. É justamente nesse contexto que emerge a necessidade do

desenvolvimento de ações e programas com vistas à melhoria das condições socioambientais.

A bacia do rio Curu abrange a parte da porção centro-norte do Estado do Ceará. Inscreve-se quase que totalmente no território do semiárido cearense, ocupando uma área aproximada de 8.600 Km² onde há predominância de terrenos cristalinos. Contudo, no baixo vale verificam-se as coberturas sedimentares dos tabuleiros pré-litorâneos e os depósitos Holocênicos da planície costeira, além dos sedimentos aluviais que bordejam a calha fluvial do Curu e de seus tributários. A diversidade litológica, associada às variações do micro e do mesoclima, configuram um mosaico de diferentes sistemas ambientais, submetidos a profundas transformações decorrentes do processo histórico de uso e ocupação.

Os sistemas ambientais são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas entre si e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e de energia. Cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural onde se estabelecem relacionamentos entre seus componentes, configurando potencialidades e limitações específicas sob o ponto de vista dos recursos ambientais. Como tal, reagem também de forma singular no que tange às condições históricas de sua apropriação.

O estudo da bacia do rio Curu buscou identificar e caracterizar as principais variáveis relativas ao suporte (condições geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas), ao envoltório (clima e hidrologia de superfície) e à cobertura (solos e condições de biodiversidade). Para tanto, procedeu-se a um diagnóstico ambiental com base na aplicação da metodologia sistêmica, que considera as relações de interdependência existente entre os elementos abióticos, bióticas e os processos de exploração dos recursos. A partir dos pressupostos anteriormente mencionados, foram estabelecidos os sistemas ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Curu e a identificação dos impactos nele incidentes. A partir deste diagnóstico, foi possível estabelecer a capacidade de suporte de tais sistemas .

O artigo em tela apresenta os resultados dos estudos na bacia hidrográfica do Rio Curu, parte integrante do Projeto de Gestão Racional de Bacias Hidrográficas de Modo

a Manter o Uso Sustentável na Região das Caatingas (PRODETAB), desenvolvido através de parcerias entre EMBRAPA, UECE, UFC e CEFET e com financiamento do BIRD.

2. Princípios e concepções norteadoras – fundamentação metodológica

O diagnóstico para a caracterização das condições da bacia hidrográfica em questão envolveu uma série de estudos analíticos e sintéticos. Para sua realização, considerou três estratégias metodológicas fundamentais: (1) abordagem sistêmica; (2) valorização da multidisciplinaridade e (3) sistema de informação.

A abordagem sistêmica considera o sistema como o conjunto de unidades que têm propriedades comuns e estabelecem relações intrínsecas entre si. Acrescenta-se que os sistemas não atuam de modo isolado, ao contrário, estabelecem relações de conectividade, interdependência e fazem parte de um conjunto maior (MMA, 2006). Caracterizam-se por constantes fluxos de matérias e energias, parte de um todo indissociável.

Em virtude do amplo espectro de estudos e atividades que envolvem a gestão racional de bacias hidrográficas e dos recursos ambientais, a valorização da multidisciplinaridade é indispensável. Esses preceitos estão estabelecidos nas diretrizes metodológicas do Programa de Zoneamento Ecológico Econômico (PZEE). A compreensão do conjunto se dá mediante o conhecimento inter-relacionado das componentes ambientais e da sociedade numa perspectiva multidisciplinar.

A articulação dos diferentes módulos de coleta, armazenamento, tratamento e divulgação dos dados, de modo a promover a concentração das informações e a descentralização em seu acesso, ocorre através de um sistema de informações. Esse processo permite a integração entre os dados e as informações disponíveis e produzidas, proporcionando o estabelecimento da integração entre os elementos da natureza e as interferências decorrentes das atividades socioeconômicas.

Segundo Jurandir Ross, o conhecimento da realidade sócio-econômica pode ser obtido por intermédio da história econômico-social e do uso atual da terra e dos recursos

naturais (ROSS, 1995). Seguindo tal indicação, nossa investigação considerou a análise dos tipos de intervenções feitas pela sociedade nos sistemas ambientais e como os impactos ambientais decorrentes interferiram na funcionalidade sistêmica do meio.

Assim sendo, foram obtidas informações integradas em uma base geográfica, possibilitando a classificação dos ambientes de acordo com a sua capacidade de suporte face ao desenvolvimento das atividades produtivas e implantação de infraestrutura.

As análises temáticas são apresentadas de modo a demonstrar o estreito relacionamento entre os aspectos ambientais. Estas análises, que encerram a primeira etapa do diagnóstico, foram conduzidas de modo a definir as características das diversas variáveis que compõem o meio físico. Sequencialmente são apresentadas em forma de matriz as condições lito-estratigráficas e as características das feições morfogênicas; características hidroclimatológicas; distribuição dos solos, suas principais propriedades e os padrões de cobertura vegetal. Tal sequência apresenta uma cadeia de produtos parciais que expõe uma relação de dependência entre as variáveis geoambientais. Cada uma delas apóia-se nas anteriores e fundamenta as seguintes, evidenciando a funcionalidade e a interdependência dos componentes.

O diagnóstico do meio físico apresenta uma proposta de síntese da Compartimentação Geoambiental através de um quadro sinóptico. Essa proposta é apoiada na análise das variáveis anteriormente referidas e nas relações mútuas entre elas. Nessa etapa do diagnóstico é priorizada a visão da totalidade para a caracterização das unidades. Referidas unidades são delimitadas em função de combinações mútuas específicas entre as variáveis geoambientais.

Destacando-se as diversidades internas dos sistemas são delimitadas as unidades elementares (os subsistemas) contidas em um mesmo sistema de relações. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado para delimitar as subunidades, em função da exposição de padrões uniformes ou relativa homogeneidade (SOUZA, 2000). Segundo Grigoriev, as paisagens são manifestações de leis físico-geográficas associadas às características locais (GRIGORIEV, 1968), o que, para Ab'Saber, constitui

o suporte biofísico e ecológico modificado por uma infinidade de ações e obras derivadas das sociedades humanas (AB'SABER, 1994).

A síntese das unidades ambientais é apresentada mediante quadros que contêm informações sobre a denominação das unidades e sobre as características predominantes das condições geoambientais, tais como geologia, geomorfologia, hidroclimatologia, solos, vegetação, uso e ocupação.

No mapa da Compartimentação Geoambiental são destacadas as características dos principais atributos ambientais, que servem para indicar condições potenciais ou limitativas quanto às possibilidades de uso dos recursos e das reservas naturais.

Com o objetivo de avaliar a dinâmica ambiental e o estado de evolução dos sistemas ambientais, utilizamos os conceitos e os princípios da ecodinâmica definidos por Jean Tricart para determinar o grau de estabilidade/instabilidade do ambiente. O conceito de unidade ecodinâmica é integrado à ideia de ecossistemas, com base no instrumento lógico dos sistemas, onde são enfocadas as relações entre os diversos componentes da dinâmica ambiental e os fluxos de matéria e energia existentes no meio ambiente. Através da aferição do balanço entre morfogênese e pedogênese faz-se possível qualificar a ecodinâmica das paisagens (TRICART, 1977). Nesta perspectiva, são propostos três meios ecodinâmicos: estáveis, de transição (*intergrades*) e instáveis. Através do entendimento destes meios ecodinâmicos, é possível detectar o grau de vulnerabilidade do ambiente e sua sustentabilidade futura, tendencial e desejada (SOUZA, 2000).

Após o reconhecimento do contexto geoambiental da área, organizou-se a síntese dos sistemas ambientais contemplando, sequencialmente, os seguintes aspectos: (a) capacidade de suporte (potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade); (b) impactos e riscos de ocupação; (c) diretrizes ambientais. A organização do mapeamento foi feita com base na utilização de imagens de sensoriamento remoto, produtos cartográficos básicos e temáticos disponíveis e um rigoroso controle de campo.

Com base em contínuos níveis de sínteses por meio de relações interdisciplinares, considerando os fatores do potencial ecológico (geologia, geomorfologia, climatologia,

hidrologia), da exploração biológica (solos, cobertura vegetal, fauna) e das condições de ocupação e da exploração dos recursos naturais, são estabelecidas, delimitadas e hierarquizadas as unidades espaciais homogêneas, configurando, cartograficamente, a compartimentação geoambiental em escala compatível com os objetivos, interesses e aplicabilidades práticas do estudo.

Foram cumpridas as seguintes etapas do roteiro metodológico: levantamento do acervo bibliográfico e de informações disponíveis sobre o contexto geoambiental da bacia do rio Curu; análise dos temas de estudo; preparação da cartografia básica em um Sistema de Informações Geográficas (SIG); exame e utilização dos produtos de levantamentos sistemáticos de recursos naturais disponíveis sobre a área; apreciação e interpretação dos resultados do sensoriamento remoto, tendo em vista os estudos temáticos, integrações parciais e progressivas dos temas; por fim, levantamentos de campo para fins de reconhecimento.

O fluxograma metodológico apresentado na figura a seguir sintetiza os procedimentos adotados no estudo sob o ponto de vista geoambiental.

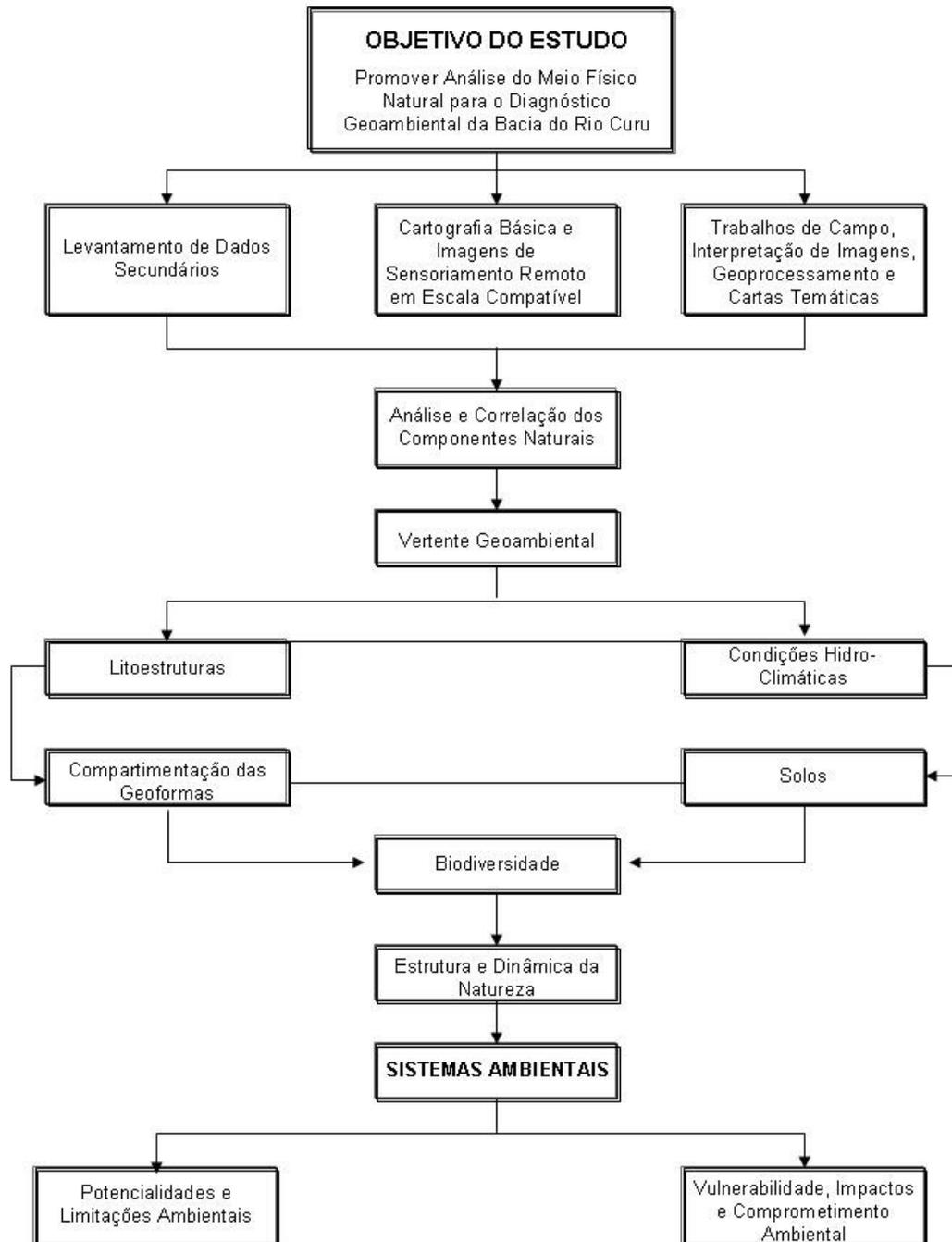


Figura 01. Fluxograma metodológico
Fonte: Souza (2000) e Souza et al. (2005)

3. Configuração geográfica da bacia do Rio Curu

A referida bacia pode ser localizada conforme as cartas abaixo. Nela, há uma predominância muito significativa dos terrenos cristalinos Pré-Cambrianos referentes ao Complexo Nordestino (BRASIL, 1981, 1981a) que inclui migmatitos, além de gnaisses variados com núcleos granitóides. Na região do baixo vale, o embasamento é recoberto em discordância por sedimentos Plio-Quaternários da Formação Barreiras e por depósitos Holocênicos próximos à linha de costa, além dos sedimentos aluviais que bordejam as calhas fluviais (SOUZA, 1988; SOUZA, 2000; e SOUZA et al., 2005).

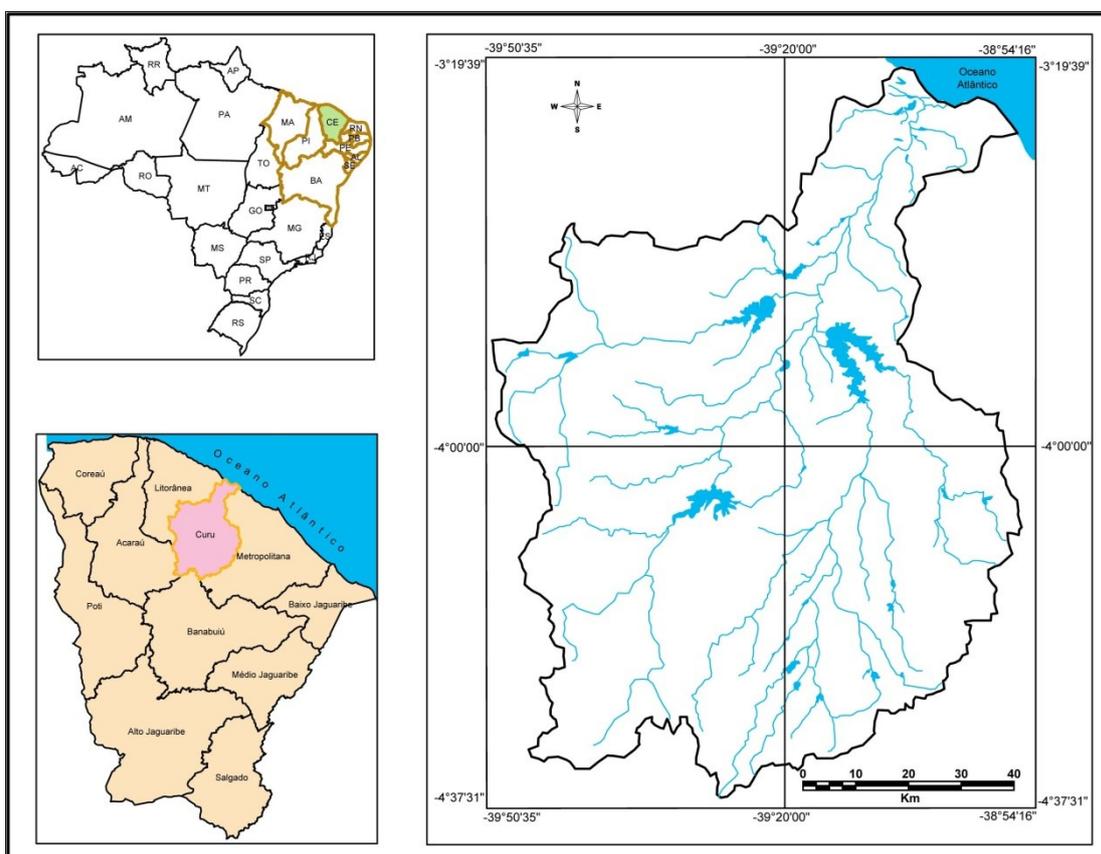


Figura 02 – Mapa de Localização

A quase totalidade da bacia hidrográfica do rio Curu é submetida aos efeitos das irregularidades pluviométricas do semi-árido e aos índices deficitários de balanço hídrico durante quase todo o ano. A rede de drenagem superficial é exoréica com

padrão dendrítico bastante denso, composta por rios de regimes intermitentes sazonais. Diante do evidente predomínio de terrenos cristalinos, o escoamento superficial é favorecido; logo, o potencial de águas subterrâneas é baixo. Os solos e as formações superficiais são predominantemente rasos, havendo significativa frequência de chãos pedregosos e exposições de afloramentos rochosos nos sertões do alto-médio Curu.

Em nascentes situadas no platô e na vertente setentrional da Serra do Machado, o Curu é também beneficiado por tributários da margem esquerda, oriundos da vertente leste da Serra de Uruburetama. Os afluentes da margem direita correm a partir da vertente oeste da Serra de Baturité, entalhando fortemente alguns setores do relevo cristalino. O sistema do rio Curu tem importantes reservatórios como os de General

“A quase totalidade da bacia hidrográfica do rio Curu é submetida aos efeitos das irregularidades pluviométricas do semi-árido e aos índices deficitários de balanço hídrico durante quase todo o ano”

Sampaio, Pentecoste e Caxitoré, desembocando no oceano Atlântico através de um estuário sinuoso no limite entre os municípios de Paraipaba e Paracuru.

Refletindo as relações de interdependência entre os diversos componentes geoambientais, há um recobrimento vegetal dominado por caatingas que exibem variados padrões fisionômicos e florísticos. De modo quase genérico, a vegetação apresenta-se descaracterizada em decorrência da ação contínua e da intensa exploração dos recursos. As atividades

produtivas, especialmente a pecuária e a agricultura, são praticadas através de sistemas tecnológicos muito rudimentares, que apresentam elevado potencial degradacional.

Sob o ponto de vista ambiental e em consonância com a macrocompartimentação geomorfológica, duas unidades se destacam e são representadas: (1) pelos níveis rebaixados das depressões sertanejas extensivamente recobertas pelas caatingas e (2) pelos níveis serranos dos maciços residuais.

Os níveis serranos dos maciços residuais abrangem as porções setentrionais da Serra do Machado, parte da vertente norte-oriental da Serra de Uruburetama e a vertente

ocidental da Serra de Baturité. Esses três conjuntos abrangem o alto e o médio vale do Curu. No baixo vale preponderam os relevos baixos dos tabuleiros pré-litorâneos e a planície costeira no entorno da área estuarina. Bordejando o curso do rio principal e dos maiores tributários como os rios Canindé e Caxitoré, desenvolvem-se largos setores de planícies aluviais que, em comparação com a depressão sertaneja, apresentam significativas melhorias do potencial geoambiental.

Os sistemas de produção são caracterizados pela pecuária extensiva, agroextrativismo e agropecuária diversificada. Localmente, desenvolvem-se sistemas de subsistência e perímetros irrigados, cujo destaque maior cabe ao perímetro do Curu-Paraipaba. Nos maciços residuais com vertentes úmidas, portanto mais propícios ao desenvolvimento das atividades agrícolas, a policultura é preponderante.

4. Sinopse da Compartimentação Geoambiental

A identificação e delimitação dos sistemas ambientais encerrou o resultado do agrupamento de áreas dotadas de condições específicas quanto às relações mútuas entre os fatores do potencial ecológico (fatores abióticos) e os da exploração biológica, compostos, essencialmente, pelo mosaico de solos e pela cobertura vegetal. O mapeamento foi organizado através da interpretação das imagens de sensoriamento remoto do TM LANDSAT 5, LANDSAT 7 ETM +, imagens de radar e análise do acervo cartográfico temático oriundo de levantamentos sistemáticos dos recursos naturais do Ceará, além de trabalhos de campo. Tal mapeamento fornece os requisitos considerados imprescindíveis para definir a qualidade dos atributos naturais em termos de potencialidades e de limitações, tendo em vista suas repercussões na qualidade ambiental.

Na preparação da legenda do mapa da Compartimentação Geoambiental, selecionaram-se as características dos principais atributos ambientais que serviram de base para indicar condições favoráveis ou limitantes para o uso e ocupação da bacia do rio Curu.

É nessa perspectiva que os fatores geoambientais e os padrões de uso e ocupação tendem a constituir dados instáveis, onde a acentuada variação têmporo-espacial das paisagens torna-se importante. Assim, via de regra, os sistemas são formados por paisagens diferentes e apenas os subsistemas apresentam maior uniformidade.

Para delimitação dos sistemas ambientais da bacia considerou-se a análise geomorfológica como elemento de fundamental relevância. Os limites do relevo e as feições do modelado são mais facilmente identificados e passíveis de delimitação mais rigorosa e precisa. Deve-se reconhecer, além disso, que a compartimentação geomorfológica deriva da herança da evolução geoambiental, pelo menos, Tércio-Quaternária. Como tal, cada compartimento tende a ter padrões de drenagem superficial, arranjos típicos dos solos e características singulares quanto aos aspectos fito-fisionômicos; por consequência, os padrões de ocupação também são influenciados.

Sob o aspecto do uso e da ocupação da terra, a bacia do Curu tem no setor primário da economia suporte fundamental, através de uma participação expressiva na formação da renda ou por representar a principal parcela do emprego regional. Esta situação, convém salientar, vem se mantendo inalterada ao longo dos anos. Neste particular, as limitações naturais têm papéis importantes para justificar um ritmo de crescimento que está longe de atingir o desejado.

A área dos sertões é, por excelência, o domínio do criatório extensivo, do agro-extrativismo e da pequena lavoura de subsistência. Esse complexo representa o mais importante sistema de produção regional. Evidenciam-se mudanças apenas no tocante à combinação de fatores, pois, às vezes, há primazia da pecuária; outras, da atividade agro-extrativista e de subsistência.

Na área da planície fluvial, em face da melhoria das condições hídricas e edáficas, estão instalados os dois principais perímetros irrigados da bacia: Curu-Pentecoste e Curu-Paraipaba. O primeiro tem uma área implantada com quase 1.000 ha, produzindo principalmente coco, banana e lavouras temporárias de subsistência. Já o perímetro Curu-Paraipaba possui área implantada de 3.357 ha, tendo como culturas

permanentes coco, cana-de-açúcar e fruticultura variada. As lavouras de subsistência são predominantes em apenas uma parcela dessas terras.

A figura 03 e o quadro 01 exibem de modo sinóptico a delimitação, a identificação e as características naturais e de uso/ocupação dominantes nos Sistemas Ambientais da Bacia hidrográfica do rio Curu.

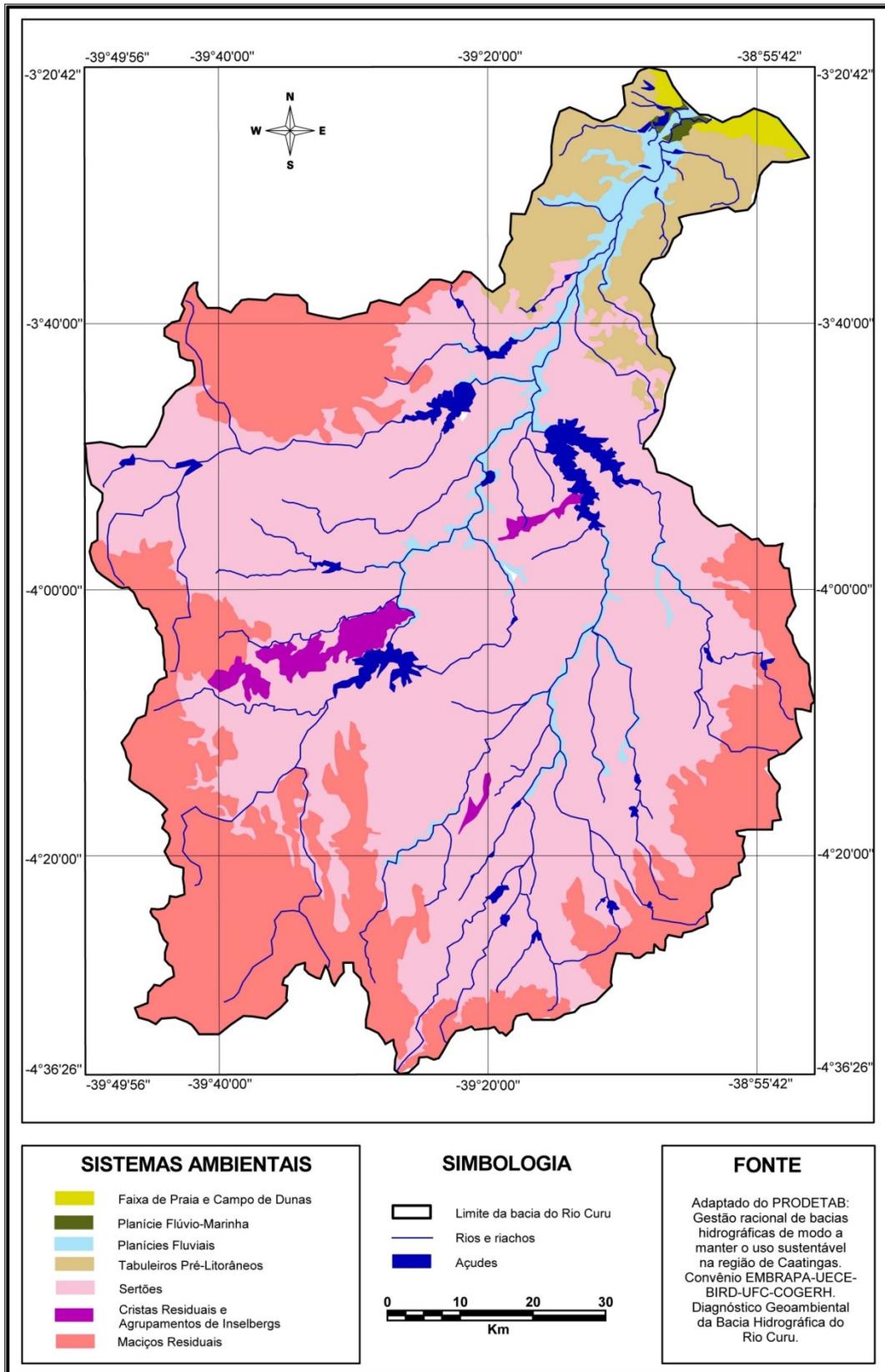


Figura 03 – Mapa de Sistemas Ambientais da Bacia Hidrográfica do rio Curu.

SISTEMAS AMBIENTAIS					
	CRONO-LITO- ESTRATIGRAFIA	GEOMORFOLOGIA	HIDROLOGIA DE SUPERFÍCIE	SOLOS E COBERTURA VEGETAL	USO E OCUPAÇÃO
Faixa de praia, campo de dunas	Sedimentos marinhos eólicos com areias finas e grosseiras, contendo níveis de minerais pesados e eventuais ocorrências de rochas de praia ("beach rocks") e afloramentos pontuais do cristalino.	Faixa praial com superfície arenosa de acumulação marinha, níveis escalonados de terraços, campos de dunas móveis e ocorrências de promontórios.	Escoamento difuso com ocorrência de lagoas freáticas.	Neossolos Quartzarênicos. Vegetação pioneira psamófila com espécies altamente especializadas.	Extrativismo vegetal e baixo índice de ocupação humana; atividades de lazer e recreação na faixa de praia e campo de dunas
Planície Flúvio-marinha	Sedimentos flúvio-marinhos argilo-arenosos, mal selecionados e ricos em matéria orgânica.	Área de acumulação complexa, periodicamente inundável, com depósitos continentais e sedimentos marinhos.	Estuários e drenagem com padrões anastomóticos e fluxo lento do escoamento fluvial, fortemente influenciado pela preamar.	Gleissolos ocupados por manguezais de porte variados.	Áreas legalmente protegidas; extrativismo; pesca artesanal; alguns setores ocupados por carcinicultura.
Tabuleiros Pré-litorâneos	Sedimentos areno-argilosos mal selecionados e de cores esbranquiçadas ou amarelo-avermelhadas da Formação Barreiras	Rampas de acumulação com caimento topográfico suave em direção ao litoral, dissecados em interflúvios tabuliformes.	Escoamento intermitente sazonal e rede de drenagem com padrão paralelo.	Neossolos Quartzarênicos e Argissolos Vermelho-amarelos revestidos por vegetação de tabuleiro.	Sítios de baixo adensamento com culturas comerciais, lavouras de subsistência e pastagens.
Planícies fluviais	Sedimentos aluviais com areias mal selecionadas incluindo siltes, argilas e cascalhos.	Áreas planas em faixas de aluviões recentes e baixadas inundáveis limitadas por níveis escalonados de terraços eventualmente mantidos por cascalheiros.	Escoamento intermitente sazonal em fluxo muito lento.	Neossolos Flúvicos, Planossolos e Vertissolos, revestidos por matas ciliares.	Mata ciliar degradada; extrativismo vegetal e mineral; agricultura irrigada.

Maciços residuais	Litotipos variados do complexo cristalino Pré-Cambriano deformados por tectonismo.	Superfícies Serranas ou encostas forte e medianamente dissecadas em feições de cristas, colinas lombadas, inter-caladas por vales em V.	Escoamento superficial com rios de padrões dendríticos e escoamento intermitente.	Associações de Argissolos nos topos e altas vertentes; Neossolos Litólicos nas vertentes íngremes e Neossolos Flúvicos nas planícies alveolares com matas secas e sub-úmidas.	Agroextrativismo; cultivos em vertentes íngremes; extrativismo mineral.
e Inselbergs.	Litotipos variados do complexo cristalino Pré-Cambriano deformados por tectonismo.	Cristas residuais com fortes declives e morros isolados em rochas do embasamento.	Escoamento difuso.	Neossolos Litólicos e Afloramentos rochosos.	Vegetação rupestre.
Sertões	Litotipos variados do complexo cristalino. Rochas do Complexo Nordeste, suites magmáticas deformadas por movimentos diastróficos pretéritos e truncadas por superfícies de aplainamento.	Superfície pediplanada truncando variados tipos de rochas, eventualmente dissecados em formas de topos convexos e tabulares, intercalados por vales de fundos planos recobertos por sedimentos aluviais das planícies fluviais.	Escoamento superficial com rios de padrões dendríticos e/ou dendríticos retangulares e escoamento intermitente sazonal.	Luvisolos (topos ligeiramente convexos e vertentes suaves); Planossolos (baixas vertentes e interflúvios tabulares); Neossolos Litólicos e Afloramentos rochosos (níveis residuais elevados). Solos revestidos originalmente por caatingas variadas.	Caatinga fortemente degradada; pecuária extensiva; uso da caatinga na matriz energética; agricultura de ciclo curto.

Quadro 01 – Características naturais e uso/ocupação dos sistemas ambientais.

5. Capacidade de suporte, impactos, riscos de ocupação e diretrizes

5.1 Faixa de praia, campo de dunas móveis e fixas, paleodunas e planícies flúvio-marinhas.

Áreas complexas do ponto de vista ambiental. Apresentam faixas de praias com larguras variadas e campos de dunas móveis, fixas e paleodunas, com ocorrência eventual de recobrimento por eolianitos, presença de rochas de praias (*beach rocks*) e afloramentos pontuais do cristalino. A planície flúvio-marinha é uma área permanentemente inundável, com sedimentos ricos em matéria orgânica de origem continental e acréscimos marinhos, apresentando Gleissolos revestidos por manguezais parcialmente degradados. São ambientes instáveis, com alta vulnerabilidade à ocupação.

Potencialidades e Limitações: dentre as potencialidades, podemos destacar o enorme patrimônio paisagístico, que fornece ambientes de grande beleza cênica — notadamente as praias e ilhas flúvio-lacustres, que favorecem atividades de lazer e de turismo, com ênfase no turismo ecológico. As atividades de pesquisa científica e educação ambiental também apresentam boas possibilidades. Verifica-se boa disponibilidade de recursos hídricos subterrâneos e superficiais com vários corpos d'água lacustres. O potencial de extrativismo vegetal e pesca artesanal de forma controlada é de médio a bom, assim como a carcinicultura⁵⁹, que pode ser desenvolvida fora das áreas de preservação permanente.

As limitações estão diretamente relacionadas às condições ecodinâmicas e às restrições impostas pela legislação ambiental. Os solos apresentam fortes limitações edáficas, favorecidos pela grande salinidade, inundabilidade, baixa fertilidade, impedimentos à mecanização, baixa coesão dos materiais que conferem baixo suporte para edificações, implantação viária, loteamentos e expansão urbana.

Impactos e Riscos de Ocupação: degradação dos manguezais; poluição dos recursos hídricos; erosão marinha e recuo da linha de costa; trânsito frequente de areias

⁵⁹ Criação de crustáceos com técnica específica.

aterrando mangues, estradas e áreas urbanas; especulação imobiliária e expulsão da população nativa; desestabilização dos campos de dunas e manguezal com riscos de deteriorização paisagística; perda de atrativos turísticos; implantação desordenada da carcinicultura. A ocupação desordenada do espaço pode provocar desequilíbrios no balanço sedimentológico do litoral e da produtividade biológica, com redução das espécies piscícolas.

Diretrizes Ambientais: uso controlado dos corpos d'água; preservação do patrimônio paisagístico; proteção das paleodunas, falésias, planície flúvio-marinha e remanescentes das matas à retaguarda das dunas; manejo ambiental da flora e fauna; controle de efluentes; recuperação funcional dos ambientes; controle da especulação imobiliária; atividades educativas; saneamento ambiental; monitoramento do ambiente litorâneo conforme preceitos concebidos pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO); obediência à legislação ambiental.

5.2 Tabuleiros arenosos e areno-argilosos do Baixo Curu

Superfície de deposição com suave caimento topográfico em direção à linha de costa. A drenagem tem padrão paralelo, com afluentes convergindo para o canal principal, com rios de regime intermitente sazonal. Os solos predominantes são do tipo Neossolos Quartzarênicos, Plintossolos e Argissolos Vermelho-Amarelos, revestidos por vegetação de tabuleiros fortemente descaracterizada pela atividade agrícola, pela pecuária e pelo agroextrativismo. Ambientes estáveis em condições de equilíbrio natural e com baixa vulnerabilidade à ocupação.

Potencialidades e Limitações: as potencialidades estão relacionadas ao desenvolvimento de atividades agro-extrativistas sobre as áreas dos tabuleiros. A estabilidade do terreno favorece o desenvolvimento da expansão urbano-industrial além da ampliação da malha viária. Os sedimentos friáveis dos tabuleiros pré-litorâneos favorecem a mineração controlada dos materiais de uso imediato na construção civil (areias). Através de melhorias no sistema de produção, a pecuária extensiva e intensiva pode ser desenvolvida. Devido à elevada permoporosidade do

terreno e à boa qualidade das águas subterrâneas, o potencial aquífero pode ser explorado. As limitações estão intimamente relacionadas às condições edafopedológicas, pois os solos têm baixa fertilidade natural e há deficiência hídrica durante a estiagem, o que não favorece o desenvolvimento de atividades agrícolas.

Impactos e Riscos de Ocupação: desencadeamento de processos erosivos em áreas degradadas, principalmente nos tabuleiros arenosos; riscos de poluição dos recursos hídricos e dos solos devido à elevada permoporosidade do material; mineração descontrolada de areias para utilização na construção civil; impermeabilização e compactação dos solos reduzindo a capacidade de infiltração, comprometendo a recarga hídrica.

Diretrizes Ambientais: práticas conservacionistas no uso e ocupação da terra; manutenção e recuperação da funcionalidade dos sistemas ambientais; manejo integrado de bacias hidrográficas; proteção de mananciais; implantação de sistema de saneamento urbano e periurbano.

5.3 Planícies fluviais dos Rios Curu, Canindé, Caxitoré e outros

Áreas cuja principal característica do relevo é o baixo gradiente topográfico. Têm sua gênese resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas. Os solos são do tipo Neossolos Flúvicos que, originalmente, eram revestidos por matas ciliares e, agora, encontram-se em elevado estágio de degradação — sobretudo para dar lugar à ocupação agrícola extensiva. Em alguns setores da planície do rio Curu encontram-se perímetros irrigados, como o Curu-Paraipaba.

Potencialidades e Limitações: são ambientes que apresentam boas reservas hídricas superficiais e, durante o período de estio, podem ser utilizados pela agricultura irrigada, para a dessedentação de animais e para o consumo humano. Pode-se destacar um bom potencial paisagístico para fins de lazer, recreação e turismo ecológico. Nos setores com problemas de assoreamento pode ser desenvolvida uma mineração controlada e, nas áreas mais abrigadas das cheias, a agricultura irrigada pode ser favorecida. Tais ambientes admitem restrições legais pois, em sua grande

maioria, são Áreas de Preservação Permanente (APP) definidas pela legislação ambiental (Código Florestal, Política Florestal do Ceará). São ambientes fortemente instáveis constantemente sujeitos às inundações periódicas. Em alguns setores, apresentam problemas de salinização dos solos com dificuldade de mecanização, além do baixo suporte para edificações.

Impactos e Riscos de Ocupação: degradação da mata ciliar; redução da biodiversidade; mineração descontrolada; despejo de efluentes, detritos e resíduos sólidos; poluição dos solos e dos recursos hídricos; salinização dos solos; ampliação de áreas inundáveis.

Diretrizes Ambientais: uso controlado dos corpos hídricos; preservação do patrimônio paisagístico; controle de efluentes, principalmente nas áreas urbanas; controle da especulação imobiliária; manutenção da funcionalidade dos ambientes ribeirinhos; saneamento ambiental localizado; práticas de educação ambiental.

5.4 Maciços residuais: platô e vertente norte-ocidental da Serra do Machado; vertente ocidental da Serra de Baturité; vertente setentrional da Serra de Uruburetama

Ambiente de transição tendendo à estabilidade quando em equilíbrio (platô da Serra do Machado) e à instabilidade nas vertentes mais íngremes e nas áreas mais degradadas (vertente norte ocidental da Serra do Machado e vertente ocidental da Serra de Baturité). A vulnerabilidade à ocupação é moderada nas áreas menos íngremes e onde os recursos naturais encontram-se preservados. Alta vulnerabilidade nas vertentes e nas áreas mais fortemente degradadas (vertentes mais íngremes de todos os compartimentos serranos e vertente setentrional da Serra de Uruburetama).

Potencialidades e Limitações: as potencialidades estão relacionadas às melhores condições de fertilidade natural dos solos, variando de média a alta. Nas planícies alveolares encontra-se boa disponibilidade de águas subsuperficiais. A mineração pode ser praticada em alguns setores, desde que não se comprometa o equilíbrio ambiental. Visando suprir a demanda nos períodos de estiagem e controlar o fluxo hídrico dos

canais, a construção de barragens pode ser uma alternativa para o armazenamento de água.

As principais limitações estão intimamente relacionadas às condições do relevo com altas declividades nas encostas, o que favorece sobremaneira a erosão e aos movimentos de massa. Os solos são rasos, com predomínio de Neossolos Litólicos e Argissolos. A irregularidade climática é fator limitante devido à ocorrência de longos períodos de estiagem.

Impactos e Riscos de Ocupação: erosão acelerada em função de desmatamentos desordenados e do uso de técnicas agrícolas rudimentares; descaracterização da paisagem serrana; processos erosivos ativos; empobrecimento da biodiversidade; desmatamento da vegetação remanescente e degradação das nascentes fluviais.

Diretrizes Ambientais: recuperação ambiental de áreas degradadas; manutenção funcional dos sistemas ambientais e proteção dos mananciais; controle da degradação da terra através da conservação dos solos e demais recursos naturais; obediência ao Código Florestal.

5.6 Cristas residuais e agrupamentos de *inselbergs*

Cristas residuais com fortes declives nas encostas e topos aguçados associados à resistência de rochas do embasamento cristalino, com solos rasos ou afloramentos rochosos revestidos por vegetação rupestre. São ambientes fortemente instáveis, com alta vulnerabilidade à ocupação.

Potencialidades e Limitações: tem potencialidades favoráveis à mineração de materiais de uso imediato na construção civil (britas e rochas ornamentais para revestimentos). O turismo ecológico e de pesquisa científica pode ser desenvolvido nos agrupamentos de *inselbergs* e nas vertentes mais íngremes das cristas residuais, com o desenvolvimento de esportes de aventura como escalada e rapel. As limitações estão relacionadas diretamente à ausência de solos produtivos, com vários afloramentos rochosos e pedregosidade, o que torna algumas áreas impraticáveis para ocupação produtiva — exceto a mineração.

Impactos e Riscos de Ocupação: agricultura em setores de alta declividade e solos pouco desenvolvidos; retirada da cobertura vegetal; erosão e remoção dos Neossolos Litólicos, causando danos ambientais irreversíveis.

Diretrizes Ambientais: áreas de uso muito restrito, devendo ser destinada à mineração em alguns setores. No entanto, o uso mais indicado aponta para a recuperação ambiental.

5.7 Sertões de Itapajé-Tejuçuoca; Canindé-Caridade; Apuiarés-Pentecoste-General Sampaio; e São Luiz do Curu-Umirim

Superfícies pediplanadas em rochas do embasamento cristalino, apresentando solos rasos a moderadamente profundos, recobertos originalmente por caatingas de padrões variados que atualmente encontram-se em elevado estágio de degradação, variando de moderada a fortemente degradadas. O uso predominante está relacionado ao desenvolvimento do agro-extrativismo e da pecuária extensiva, desenvolvidos com base em tecnologia bastante rudimentar. Possuem ambientes de transição com tendências à estabilidade quando em equilíbrio ambiental, e à instabilidade nas áreas degradadas, em função da retomada das ações morfogenéticas que acionam os processos de desertificação. Apresentam vulnerabilidade moderada à ocupação nas áreas com tendência à instabilidade e baixa vulnerabilidade nas áreas que tendem à estabilidade.

Potencialidades e Limitações: como potencialidade, destacamos o relevo como fator não-limitante ao desenvolvimento das atividades produtivas, apresentando-se como área propícia para a expansão da malha urbana e viária. Presta-se também para a mineração de rochas ornamentais e materiais de uso imediato para a construção civil. Todavia, admite fortes limitações nos aspectos hidroclimáticos, com pluviometria escassa e irregular. O potencial é muito limitado em águas superficiais e subterrâneas, com baixos índices de aproveitamento. Têm limitações edáficas devido à baixa fertilidade e profundidade dos solos, por vezes salinizados, o que não propicia o desenvolvimento de atividades agrícolas. Apresentam, além disso, chãos pedregosos,

com frequentes afloramentos de rocha e alta susceptibilidade à erosão devido à baixa proteção exercida pela cobertura vegetal, justificando a alta vulnerabilidade à desertificação

Impactos e Riscos de Ocupação: desencadeamento de processos erosivos acelerados em áreas fortemente degradadas; salinização de solos das baixadas; empobrecimento muito significativo da biodiversidade, promovendo a erosão e remoção dos solos, tornando-os, nas áreas mais degradadas, irreversivelmente improdutivos; extrativismo de argilas e areias aluvionares praticado de modo predatório; evidências muito nítidas dos processos de desertificação.

Diretrizes Ambientais: recuperação dos solos e da biodiversidade; elaboração de Plano Estadual de Controle da Desertificação; prevenção ou redução da degradação das terras; reabilitação de terras parcialmente degradadas; obediência aos preceitos estabelecidos pela agenda 21 para enfrentamento da desertificação; combate à degradação da terra através da conservação do solo e de atividades de florestamento e reflorestamento; incentivo e promoção popular da educação ambiental com ênfase no controle da desertificação e no gerenciamento dos efeitos das secas.

6. Considerações finais

Os sistemas ambientais aqui analisados foram classificados e hierarquizados conforme suas características de origem e de evolução, possibilitando conhecer os processos que configuraram e que configuram a realidade geoambiental da região. De posse deste conhecimento, foi possível identificar as potencialidades e as limitações dos sistemas, a fim de melhor avaliar a capacidade de suporte para o desenvolvimento das atividades produtivas e sociais. Os subsistemas ambientais foram delimitados através da identificação das unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações. Tal delimitação utilizou como base os padrões de paisagens uniformes ou que resguardam certo grau de homogeneidade. Desta forma, a delimitação resultou do agrupamento de áreas dotadas de condições específicas quanto às relações mútuas entre os fatores do potencial ecológico e da exploração biológica.

A grande diversidade de paisagens depende, essencialmente, das combinações entre os componentes geoambientais. As serras e as planícies são as áreas mais densamente povoadas, onde há maior intensidade das atividades agrárias. Nas faixas pré-litorâneas, onde há melhoria das condições climáticas, os solos têm, em grande parte, baixa fertilidade, o que dificulta a diversificação dos sistemas de produção. Os sertões, aparentemente mais homogêneos, possuem significativa diversificação geoambiental. A ocorrência de espaços diferenciados não chega, assim, a impor mudanças agudas quanto aos processos de utilização da terra. O que se nota de modo indistinto é a persistência de técnicas rudimentares incompatíveis com a capacidade de suporte dos ambientes. A homogeneidade do espaço estudado é, assim, vinculada à pobreza econômica e não propriamente às condições estritamente naturais. É certo, porém, que as limitações impostas pelas potencialidades geoambientais e ecológicas têm notório significado para justificar a debilidade e vulnerabilidade das atividades econômicas, muito dependentes da irregularidade pluviométrica do semi-árido.

Os resultados ora apresentados visam conduzir a um processo cujo objetivo primordial não é facilitar a incorporação de novas áreas ao processo produtivo, nem tampouco intensificar a exploração dos recursos naturais. Ao contrário, busca-se fornecer as bases para o uso adequado dos espaços e dos recursos naturais já explorados (GRIGORIEV, 1968). Desta forma, acreditamos ser possível propiciar melhorias nas condições de vida das populações que habitam regiões com graves problemas ambientais e socioeconômicos, como é o caso do semi-árido brasileiro onde se insere a bacia hidrográfica do rio Curu.

7. Referências bibliográficas

AB'SABER, A. N. "Bases conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos". In: MULLER-PLANTENBERG, G. e AB'SABER, A. N. (orgs.). *Previsão de Impactos: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha*. São Paulo: Edusp (1994).

BERTRAND, G. "Paisagem e geografia física global: esboço metodológico". *Caderno de Ciências da Terra*. São Paulo, v.13, p. 1-21 (1969).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. *Projeto RADAMBRASIL*. Folha SA-24 (Fortaleza). Rio de Janeiro v. 21 (1981).

_____. *Projeto RADAMBRASIL*. Folha SB-25 (Jaguaribe-Natal). Rio de Janeiro v. 23 (1981a).

GRIGORIEV, A. A. "The theoretical fundaments of modern physical geography". In: GRIGORIEV, A. A. *The Interaction of Science in the Study of the Earth*. Moscou: Progresso (1968).

MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil*. 3ª ed. Brasília: MMA (2006).

ROSS, Jurandyr L. Sanches. "Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental". *Revista do Departamento de Geografia da USP*. São Paulo. n.9, p.65-75 (1995).

SOUZA, Marcos J. Nogueira de. "Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará". In: *Revista de Geologia-UFC*. Fortaleza. V. 1. p. 73-91 (1988).

_____. "Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará". In: Souza, M.J.N. et. al. (Orgs.) *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*. Fortaleza: FUNECE, 2000. p.13-98.

SOUZA, Marcos. J. Nogueira de. et al. "Contexto Geoambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Acaraú, Curu e Baixo Jaguaribe – Estado do Ceará". *EMBRAPA Agroindústria Tropical: Documentos*. Fortaleza. n. 101 (2005).

TRICART, Jean. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE (1977).