REVISTA FLUMINENSE DE GEOGRAFIA 2

REVISTA ELETRÔNICA DA ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS - SEÇÃO NITERÓI
ANO 1 - JUL/DEZ DE 2005
ISSN 1980-9018

Bacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento e Gestão Geoambiental: Uma Proposta Metodológica

River Basin as an Unity of Planning and Environment Management: a methodological proposal

---

Dada a essencialidade à vida, ao poder de resiliência dos corpos hídricos em seus variados estados, frente às crescentes demandas por água, os recursos hídricos são estratégicos nas mais variadas etiologias da relação sociedade x natureza. Sendo assim, esses recursos devem ser avaliados em um contexto sócio-espacial amplo, superando uma visão exclusivamente limnológica. A concretude e as possibilidades analíticas do conceito de Bacia Hidrográfica dão subsídios científicos aos estudos socioambientais sobre esta questão. Todavia, sob quais pressupostos teórico-metodológicos? Qual seria a abordagem dos estudos básicos? Essas questões serão objeto de investigação ao longo do presente trabalho.

Amplitude e escopo do problema

Os últimos vinte anos acumularam evidências sem precedente de alterações no planeta, tanto em escala quanto em magnitude. Muitas destas mudanças ocorrem em escala global — a degradação das águas (oceanos, bacias hidrográficas etc) e dos solos, as chuvas ácidas, a poluição do ar, os acidentes termonucleares. Ainda para citar exemplos de deseconomias ambientais, aponte-se o efeito estufa, os processos de desertificação, a redução da biodiversidade, a mortandade de cadeias de corais, a disseminação de endemias e epidemias, a exaustão de mananciais e secas, fatos decorrentes da sinergia entre o desenvolvimento tecnológico e as atividades socioeconômicas, em nível global. Adicionalmente, a explosão demográfica associada à concentração de renda, e estas à necessidade de alimento e abrigo, se revertem na principal causa da degradação ambiental — a tão propalada poluição da pobreza.

O planeta hoje sobre-habitado e globalmente interligado enfrenta problemas sistêmicos e interdependentes. Estes fatos derivam da crise ambiental, social, econômica, de governança, produção de alimentos, de crescimento populacional e da demanda por energia, isto é, do conjunto de variáveis que compõem a mesma equação. Esta, sem dúvida, pode ser denominada como a primeira crise de modernidade, assentada no atual modelo de estado-nação, na razão instrumental e, sobretudo, no mercado.

É nesse contexto que as bacias hidrográficas estão sendo sobremaneira afetadas por problemas socioambientais de toda etiologia. Historicamente, suas áreas de drenagem foram rotineiramente procuradas pelos colonizadores no processo de ocupação do atual território brasileiro. Sua ocupação, ao longo do caminhar da carruagem, vem ocorrendo de forma

Os Autores

Flávio Rodrigues
Doutor em Geografia e Professor da Universidade Estadual do Ceará

Osires Carvalho
Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará

Resumo
Este artigo aborda a Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento geoambiental, calcada na gestão dos recursos hídricos, como fator de melhoria da qualidade ambiental e de vida das populações residentes e contíguas as suas áreas de drenagens. A análise geossistêmica ou geoambiental integrada foi concebida como norte metodológico, com a perspectiva de se avaliar as questões socioambientais evidenciadas na relação Sociedade x Natureza.

Palavras-Chave
Gestão ambiental, Geografia Física e planejamento de bacia hidrográfica.

Abstract
The environmental concern is a variable inherent to every step of

ambientalmente agressora. Enquanto unidades naturais, as bacias hidrográficas apresentam alterações paisagísticas decorrentes da diversidade registrada na ocupação e manejo da terra. A especulação imobiliária, o desenvolvimento do turismo, o crescimento desordenado de núcleos populacionais e a incorporação de terras para fins agrícolas, procedimento generalizado nos últimos anos em escala global, vêm provocando fortes impactos socioambientais ao meio, artificializando paisagens naturais, provocando perdas na higidez ambiental e influindo nos desequilíbrios ecológicos. O resultado de tudo isto se traduz em piora na qualidade de vida de boa parte da população.

Assim, a conservação da natureza, proteção ambiental, ordenamento do espaço regional, ação política, monitoramento e gestão ambiental são áreas estratégicas para o alcance do Desenvolvimento Sustentável. É inquestionável a reconhecida fragilidade geoambiental no que tange aos seus domínios paisagísticos. Além da defesa contra as conseqüências da seca, recuperação e ampliação da biodiversidade, conservação dos solos, exploração dos recursos naturais e educação ambiental, o ponto central para a sustentabilidade do desenvolvimento eqüitativo continua sendo os recursos hídricos, dada a sua essencialidade à vida.

Há necessidade imediata de ampliação das pesquisas no domínio da análise ambiental, esta voltada para avaliação do potencial natural das bacias de drenagem, via diagnósticos integrados que forneçam informações concretas ao planejamento ambiental. O estudo da insustentabilidade socioambiental e, conseqüentemente, dos bens sociais disponibilizados à população, contribui para a formatação de programas a partir de uma nova ética, na qual os seres humanos são identificados como parte do ecossistema global e enquanto coadjuvantes capazes de desestabilizar funções inerentes à manutenção da qualidade ambiental. Neste contexto, está incluída a produtividade e habitabilidade da população humana, além da percepção dos recursos naturais na sua dimensão econômica, desta feita voltada à promoção de uma forma sustentada de desenvolvimento.

A conservação da natureza por meio da manutenção da capacidade produtiva dos geossistemas e da qualidade ambiental, concebida na observância da bacia hidrográfica como referencial geográfico para a promoção do planejamento, este centrado nos recursos hídricos, requer avaliação conforme os ditames preconizados. Segundo algumas linhas de ação na Geografia Física, este papel é objeto de especial realce. Somente a partir desta compreensão, uma abordagem metodológica sobre bacias de drenagem se insere nos princípios do Desenvolvimento Sustentável, neste caso extrapolando a idéia técnica e polarizada do termo. Unidades desta natureza devem ser analisadas numa perspectiva múltipla e diversificada, destacando-se sua essencialidade e dependência das necessidades humanas frente aos seus diversos usos. Assim, muitas vezes, estas podem gerar efeitos derramamentos – deseconomias externas - sobre o meio ambiente.

Sob o prisma de fornecer subsídios à ordenação territorial, com destaque na avaliação geoambiental e estudos interdisciplinares, faz-se necessário perquirir os recursos hídricos como fator básico de melhoria da qualidade ambiental, face ao Desenvolvimento Sustentável, no momento percebendo a unidade geoambiental como um elemento de gestão para fins de manejo na vertente da conservação.

Para que as indicações até o presente enumeradas possam ser minimamente consideradas, torna-se imprescindível discutir um referencial teórico que norteie os procedimentos técnicos e metodológicos no trato a que se propõe este artigo – senão vejamos a partir do tópico seguinte.

Fundamentos Teóricos e Metodológicos na Abordagem das Bacias Hidrográficas

A bacia hidrográfica é considerada como a unidade natural na qual o elemento integrador é representado pelos canais fluviais ou de drenagem

a pla nning process either at a regional or a State level. The present paper deals with the theoretical and methodological tools available to approach the environment and its all natural components and variables. Actually, by means of the ecosystem and physical geography theories it is made an attempt to highlight the set of natural resources an its potential in terms of providing a higher standard of living without disturbing the sustainability paradigm. The theoretical approach is centered on producing an efficient and balanced management of river basins in general. There is an assortment of procedures to be followed whenever approaching the water utilization of a certain river basin for any purpose. All the predictable steps are pointed out within the document along with the every intrinsic limitation. That’s what this study is all about: to provide a guideline to move toward river basins environment for planning purposes.

Keywords
Environment management - physical geography - river basin planning.

natural, cujo referencial é a água. Todavia, uma bacia hidrográfica, embora constituída de um sistema natural complexo, não é um sistema ambiental único. Por isto, é necessário considerar as questões socioeconômicas regionais que, na maioria dos casos, não respeitam os limites dos divisores de água. (Ross & Prette, 1998, p.93).

Uma bacia hidrográfica é um meio natural espacialmente definido, no qual seus elementos mantêm relações dinâmicas entre os componentes físicos, biológicos e socioeconômicos. Pela sua distribuição espacial, apresentam, na maioria dos casos, diferentes paisagens que, em geral, representam diferentes estágios de sua evolução em termos de geossistemas e geofácies.

Enquanto unidade espacial de gestão, calcada na questão dos recursos hídricos em um contexto amplo de planejamento ambiental, uma bacia hidrográfica deve ser estudada através de uma metodologia sistêmica e holística, baseada na interdisciplinaridade, e que permita a investigação de suas paisagens, identificando os impactos ambientais resultantes das ações sócio-espaciais. Na caracterização de um sistema, é necessário que sejam explicitados os objetivos, propósitos ou finalidades do mesmo, assim como sua função. Neste trabalho, o objeto em pauta é a bacia hidrográfica ou sua pluralidade. Para sua análise, além de se estudar o corpo d'água, é preciso considerar os intervenientes que modificam a qualidade ambiental - incluindo, portanto, aspectos socioeconômicos conseqüentes do uso e ocupação do solo a montante e a jusante de cada bacia.

Segundo Gondolo (2000:88), o essencial nesta análise é não simplesmente identificar os

"fatores que contribuem para a degradação do manancial e quem são os culpados", mas saber "a que processos de degradação está submetido o manancial e que estruturas o mantêm ou colaboram para que estes processos perdurem".

A idéia central é a de que as bacias hidrográficas são sistemas complexos que incluem diversas variáveis interconectadas através de ciclos de transformação, auto-ajuste, dissipação e novamente auto-organização com produção de entropia.

Procedimentos técnico-metodológicos baseados em referenciais experimentados nos estudos interdisciplinares e geoambientais integrados da natureza, abrangendo aspectos relativos à competência das ciências naturais e sociais - básicas e aplicadas -, estão referenciados na Teoria Geral dos Sistemas (Bertalanffy, 1975) e dão suporte aos estudos aqui destacados.

Seguindo de perto a Teoria Geossistêmica de Bertrand (1971) e suas interações, pode-se analisar as combinações e as diversas relações entre os fatores de Exploração Biológica, Potencial Ecológico e suas relações com as ações e resultantes sócio-espaciais, a fim de delimitar as unidades geoambientais das bacias e sub-bacias. Assim, a análise geomorfogenética e pedogenética possibilita, ainda, o diagnóstico das limitações ambientais do meio. Mostra-se como idéia consensual o fato de que, ao se considerar a ecodinâmica das paisagens, subsidiando-a no levantamento das condições de estabilidade e/ou instabilidade do meio, classifica-se a área em pesquisa de acordo com seu grau de suporte, com vista à sua utilização.

A Análise Geoambiental preconiza o estudo integrado da paisagem através do entendimento das inter-relações e interdependências inerentes às suas partes, diferenciadas entre si pelas funções específicas que cada uma desempenha no conjunto global da paisagem, enfatizando sua morfologia, dinâmica e exploração biológica.

Este método considera as atividades socioeconômicas como modificadoras das paisagens, através de uma visão abrangente do conceito de proteção ambiental, estabelecendo diretrizes para (re)orientar ações preventivas e corretivas de combate à degradação ambiental e ordenação territorial para a

sustentabilidade do desenvolvimento. Este deve ser planejado considerando suas dimensões biofísica, socioeconômica e político-cultural. Isto feito, a sustentabilidade é contemplada nos estudos morfodinâmicos, em que são mostradas as diversas formas e temporalidade do uso e ocupação da terra.
A Agenda 21 brasileira selecionou áreas estratégicas de intervenção que, na ótica do Governo Federal, induzem a proposição do desenvolvimento sustentável. Neste particular aspecto, merece destaque o eixo gestão dos recursos naturais - principalmente, a gestão dos recursos hídricos. Este documento considera a adoção das bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão ambiental, em consonância com a Lei Nacional dos Recursos hídricos, de janeiro de 1997.
Nada obstante, a gestão do meio natural deve partir destas interações calcadas na análise geossistêmica, considerando que os fluxos verticais e horizontais de troca de matéria, energia e informação na natureza se dão através de relações de equilíbrio dinâmico, numa perspectiva de alcance da sustentabilidade, preferencialmente a ecossocial, como parafraseou SACHS (1986) em crescer sem destruir.
Dicotomias à parte, o objeto de estudo da Geografia Física é a dinâmica e a organização espacial dos geossistemas, os quais funcionam através da interação dos fluxos de matéria, energia e informação entre seus componentes. Para a Geografia, os princípios fundamentais nos sistemas são o seu funcionamento e complexidade estrutural. Os sistemas abertos são os mais importantes porque perdem e ganham matéria, energia e informação, e buscam o equilíbrio dinâmico (steady state).
Observe-se que, na focalização do universo de um geossistema, uma das maiores dificuldades é identificar seus elementos, atributos e relações intrínsecas, para ordenar com clareza a extensão envolvida pelo sistema em foco. CEOTMA (1984:267) afirmou que, ao se analisar a categoria bacia hidrográfica, os problemas da delimitação do conjunto maior do sistema são minimizados, pois:

“A utilização das bacias como unidades espaciais apresenta uma vantagem inicial com respeito a outras classificações, já que não necessitam de nenhuma elaboração para ‘territorializar’ as informações obtidas do inventário; entretanto, neste caso, a informação primária, a ‘unidade bacia’ não resulta tanto independentemente de outros elementos (clima, litologia, paisagem...) como a simples localização das formas de água”.

A teoria Geossistêmica entende a paisagem como um “todo”, o qual deve ser conhecido e apreendido integralmente dentro de suas componentes, estudando os seguintes aspectos: a morfologia, a dinâmica, a exploração biológica, o sistema de evolução, o estágio em relação ao clímax e o sentido geral da dinâmica (progressiva, regressiva ou estável).

“Aprofundando a questão, o estudo dos geossistemas pressupõe um método que trate as esferas geográficas (física/ambiental e a socioeconômica) de modo isonômico, privilegiando as suas inter-relações” (Sant’anna, 1998:21).

Em uma classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica, deve-se observar a característica poliestrutural, incluindo a geoestrutura morfolitogênica, biopedogênica e hidroclimatogênica (Rodriguez e Silva, 2002, p. 104). Os geossistemas em uma bacia hidrográfica abrangem uma articulação hierárquica de vários níveis e ordens destes condicionantes em um conjunto através de escalas.
A hierarquização e a classificação das paisagens em Unidades Superiores - Zona, Domínio e Região Natural – estas influenciadas por fatores climáticos e estruturais, e ainda em Unidades Inferiores (Geossistema, Geofácie e Geótopo), melhor identificadas por aspectos biogeográficos e

antrópicos, estão relacionadas à evolução dos solos e à cobertura vegetal. Ainda, estão alinhadas às condições de gênese do relevo e a seus processos adjuntos.

Um geossistema é um conceito territorial, uma unidade espacial que pode ser delimitada e analisada em determinada escala, acentuando o complexo geográfico, a dinâmica de conjunto e uma forte unidade ecobiológica. Nesta unidade se desenvolvem os fenômenos e combinações dialéticas entre os componentes da paisagem, numa escala socioeconômica mais importante ao geógrafo. Desta forma, a compreensão do mosaico da paisagem é facilitada, pois são apreendidas as mútuas relações entre os elementos que formam as unidades da paisagem e as formas de uso e ocupação da terra contidos numa dada bacia hidrográfica.

Assim, o estudo da paisagem só é viável a partir de uma visão de Geografia Física Global, conforme critérios taxonômicos. Os geossistemas acentuam o complexo geoambiental e sua dinâmica, tendo importância vital no mapeamento. Em suas relações dialéticas, promovem a paisagem enquanto conjunto singular indissociável e em constante evolução. Isto ratifica, em geral, a heterogeneidade dos geossistemas. Apenas os geofácies, como suas unidades inferiores, são fisionomicamente mais homogêneos.

Os geossistemas/geofácies se caracterizam por uma funcionalidade nos processos de troca de matéria e energia, típicos de sistemas abertos, por meio do equilíbrio dinâmico, constituindo os chamados ambientes estáveis, mas não estáticos, com máxima entropia. Sob interferências sociais, o equilíbrio é ameaçado, aproximando-se da categoria de ambientes de transição ou mesmo instáveis (Tricart, 1977).

Há uma diferença entre geossistema e ecossistema, conforme estabeleceu Sotchava nos anos 60. Sua classificação deu-se a partir de fatores biogeográficos - perspectiva tempo-espacial - em homogêneos e diferenciados, considerando três níveis: planetário, regional e topológico. Para este autor, um geossistema abrange complexos biológicos, possui uma organização de sistemas mais complicada e, em comparação com os ecossistemas, apresenta capacidade de integração vertical consideravelmente mais ampla. Mesmo quando este ou aquele ecossistema coincide espacialmente com um geossistema, as abordagens geográficas e ecológicas não necessariamente serão coincidentes. Em geral, a primeira apresenta uma característica mais generalista, enquanto a segunda exibe um maior grau de especificidade.

Independente da presença e da ação humana, a natureza físico-biológica do sistema terrestre se organiza ao nível dos ecossistemas e geossistemas. Uma abordagem desta natureza considera as atividades humanas em termos de mudanças dos fluxos energéticos de matéria, promovendo modificações do estado de cada unidade ambiental considerada.

Na verdade, todo geossistema engloba um ecossistema, a recíproca, contudo, não se mostra verdadeira Ambos podem ser usados, uma vez que se completam num alinhamento hierárquico da estrutura sistêmica. Existem subsistemas dos mais simples aos mais complexos integrando os geossistemas. Neste particular, a fauna e a flora mostram-se como um bom exemplo, além, é claro, do próprio ecossistema.

O geossistema por ser tido como um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, sendo considerado como um sistema que contém e reproduz recursos. Funciona ainda como um meio de suporte à vida e à atividade humana, tal um laboratório natural operando como fonte de percepções estéticas. Quando em um geossistema há o desenvolvimento de atividades agropastoris, desenvolve-se o subsistema agrário ou agroecossistema. Os agroecossistemas resultam da transformação mais importante do meio, através de campos cultivados. Estes, diferentemente das formações naturais, tendem a se tornar monespecíficos, aumentando a vulnerabilidade ambiental.

Como exposto, além da categoria geossistema, são comuns as categorias

meio ambiente e ecossistema - passíveis de aplicação em estudos geoambientais sobre bacia de drenagem. Para que se evite redundâncias, estes critérios serão explicitados.
Meio ambiente foi entendido como meio global, imbricando três elementos básicos, segundo Rodriguez & Silva (2001, p. 99):

"O entorno natural, os objetos e artefatos das civilizações humanas, e o conjunto de todos os fenômenos sociais e culturais que configuram e transformam os indivíduos e os grupos humanos."

Um ecossistema é uma unidade ambiental sem dimensão – supra-real - que congrega bases biocêntricas formadas pelos seres vivos, e os meios físicos e químicos, atuando em mútua relação entre si.
Portanto, o aporte teórico-metodológico exposto até o presente auxilia na concretização da investigação geoambiental sobre bacias hidrográficas, ao tempo em que subsidia a gestão integrada dos recursos hídricos, auxiliando na

"junção de ações que permitam o desenvolvimento produtivo e ambiental, englobando as variáveis físicas e socioeconômicas da bacia, o que irá permitir uma otimização entre oferta e demanda, bem como o estreitamento em nível de legislação e planejamento do gerenciamento dos corpos d´água superficiais, subterrâneos e costeiros" (Frota, 2002:3).

Material e Procedimentos Técnico-Metodológicos
A linha teórico-metodológica aqui destacada fundamenta-se na abordagem sistêmica e visão holística, pois proporciona trabalhos ambientais integrados, através de um melhor entendimento das interdependências entre os sistemas natural e socioeconômico a nível geossistêmico, bem como em análises e mapeamentos previamente procedidos.
A visão holística reúne todos os fatores e processos integrantes do sistema, em detrimento dos estudos setoriais. Eliminadas as barreiras formais entre os temas, desconsideradas as dualidades e se privilegiando a abordagem sintética, forma-se o esboço da unidade em consideração, a bacia hidrográfica. Mais que sua complexidade teórica, o caráter interdisciplinar está relacionado à constatação da necessidade de sintonizar o trabalho humano com o trabalho da natureza, ou seja, de uma redefinição das possibilidades humanas na "construção ambiental".
Os procedimentos adotados são fundamentais para atingir os objetivos e finalidades almejadas na pesquisa. Os procedimentos de abordagem geossistêmica, conforme teorizações acerca do tema, incluem as etapas analítica, sintética e dialética. Para este trabalho, tais etapas foram concebidas da forma a seguir.
a) Analítica: diagnóstico geoambiental da região em seus aspectos geoecológicos e socioeconômicos;
b) Sintética: caracterização dos sistemas espaciais de uso e ocupação do solo através da caracterização dos agentes de pressão sobre o espaço regional;
c) Dialética: confrontação das potencialidades e limitações das unidades geombientais, com as organizações impostas pela sociedade e os problemas emergentes em face da ocupação e apropriação dos recursos naturais - preferencialmente, os renováveis, numa perspectiva de elaboração de um zoneamento geoambiental.
Em termos, o material a ser utilizado pode ser inventariado a partir do aporte de gabinete e instrumentos de campo.
Em gabinete, pode-se analisar o material bibliográfico - sobretudo a respeito da fundamentação metodológica, qual seja: teoria geossistêmica; técnicas integrativas, ecodinâmica, ecologia, bacias hidrográficas, recursos hídricos, paisagem. Alia-se a bibliografia referente aos recursos naturais e

ambientais, àquela referente à economia ecológica, aspectos históricos, socioeconômicos, demográficos e de infra-estrutura, só para citar as mais importantes.

Após revisão bibliográfica, aconselha-se realizar:

Consulta aos levantamentos sistemáticos de recursos naturais, com destaque ao Projeto RADAMBRASIL e aos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano dos municípios estudados;

Análise visual das imagens de sensoriamento remoto;

Verificação do quadro hidroclimático com as respectivas construção e análise de suas tabelas e gráficos;

Efetivação de transectos (cortes) transversais e longitudinais, integrando os componentes naturais;

Confecção do mapeamento temático: geologia-geomorfologia; recursos hídricos; solos e vegetação; uso e ocupação do solo e impactos ambientais; zoneamento geoambiental e ecodinâmica da paisagem.

Para o armazenamento de dados, podem ser utilizados programas que permitem manutenção, manuseio, editoração e sistematização: Microsoft Word 2000; Auto Cad Map 2000- Aided Design -; Microstation; Coreldraw 8; e Microsoft Excess, dentre outros.

Por sua vez, os equipamentos e instrumentos de campo fornecem dados básicos à análise geoambiental, auxiliando no mapeamento, localização de áreas e georreferenciamento de dados, além de possibilitarem melhor apreensão da realidade ambiental ao pesquisador através do conhecimento da realidade terrestre. Quais sejam: câmera fotográfica, Sistema de Posicionamento por Satélite – GPS.

Com vistas ao diagnóstico do potencial geoambiental, é mister analisar circunstanciadamente os componentes geoambientais: geomorfológico, geológico, hidroclimático, pedológico fitoecológico e faunístico, considerando suas inter-relações nas configurações de geossistemas e suas possíveis feições, baseados nas relações mútuas entre o potencial ecológico, exploração biológica e os aspectos socioeconômicos.

As análises temáticas são desenvolvidas com o fim de se mostrar a interdependência entre os componentes geoambientais. Elas servirão de base para a proposição de um esboço de zoneamento geoambiental. No processo sistemático, a avaliação dos recursos naturais dar-se-á em termos de relação-integração a partir de uma concepção global do meio ambiente, baseado no conjunto dos componentes geoambientais.

Os trabalhos de sensoriamento remoto fornecerão requisitos imprescindíveis para qualificar os atributos naturais em termos de potencialidades e limitações para a ordenação do espaço geográfico, identificando e delimitando as unidades da paisagem em nível de unidade geoambiental. A partir daí, prepariam-se as legendas dos mapas temáticos. Depois, seria elaborado o mapa das unidades geoambientais, indicando os agrupamentos de áreas específicas quanto às mútuas relações do potencial geoecológico e os fatores de ocupação e exploração dos recursos naturais.

A interpretação das informações de imagens de satélite proporcionaria melhores resultados ao entendimento holístico do meio ambiente. As categorias de sustentabilidade deveriam ser estabelecidas a partir das características físico-ambientais preponderantes nas relações dialéticas dos geossistemas. Na dinâmica geoambiental, seriam estabelecidas as categorias descritas por Tricart (op. cit) para a ecodinâmica de cada território trabalhado, sob condições de sustentabilidade e vulnerabilidade ambiental.

Em abordagens neste diapasão, os recursos ecológicos estão em pauta e a ótica dinâmica deve ser o ponto de partida da avaliação, criando a classificação dos meios no nível taxonômico mais elevado. Assim, as principais limitações de uso e estado de conservação dos recursos naturais devem ser enfocadas qualitativamente seguindo quatro categorias de

sustentabilidade sobre as áreas. Senão vejamos:
Sustentabilidade Muito Baixa – capacidade produtiva dos recursos naturais mínima; degradação ambiental praticamente irreversível;
Sustentabilidade Baixa – sérios problemas quanto à capacidade produtiva dos recursos naturais renováveis, apresentando: baixo potencial de recursos hídricos; irregularidade climática; deficiência hídrica anual; solos rasos, muito erodidos, com afloramentos rochosos e baixa fertilidade natural;
Sustentabilidade Moderada – razoável capacidade produtiva dos recursos naturais, incluindo-se condições satisfatórias dos recursos hídricos e possibilidades de uso das reservas paisagísticas. Clima subúmido a semi-árido. Chuvas moderadas e distribuição tempo-espacial regular. Moderado potencial edafoclimático, bom estado de conservação pela vegetação primária ou pela sucessão ecológica com tendência a fitoestabilização/clímax;
Sustentabilidade Alta – boa capacidade produtiva dos recursos naturais e com limitações mitigáveis com o uso de técnicas simples. Potencial hídrico satisfatório considerando o escoamento fluvial; potencial hídrico superficial e subterrâneo com boa quantidade de água acumulada. Clima úmido; chuvas bem distribuídas. Solos moderadamente profundos com média a alta fertilidade natural, poucos susceptíveis à erosão, isto devido à conservação vegetal.
Neste caso, é preciso privilegiar o potencial atual dos recursos naturais em suas principais limitações de uso, nos respectivos estados de conservação, vulnerabilidade às secas e à vulnerabilidade futura, estabelecendo as seguintes categorias de vulnerabilidade, conforme Souza (2000):
Vulnerabilidade Baixa - Áreas com características relacionadas nos setores de Sustentabilidade Alta;
Vulnerabilidade Moderada – Áreas que apresentam características contidas nos ambientes com Sustentabilidade Moderada;
Vulnerabilidade Alta –Áreas com condições de sustentabilidade enquadradas nas categorias de Sustentabilidade Baixa e Muito Baixa.
Para melhor caracterização dos geossistemas, é importante a elaboração de uma matriz na qual serão definidos os seguintes aspectos: (1) Unidade Geoambiental; (2) Potencial geoambiental e limitações de uso dos recursos naturais; (3) Condições Ecodinâmicas e Vulnerabilidade à ocupação; (4) Zonas propostas conforme uso Compatível e Sustentabilidade.

Sistemática operacional

A elaboração de material geocartográfico básico deve amparar-se, preferencialmente, em compilação de cartas planialtimétricas em escalas de detalhe. A atualização do produto cartografado ficará por conta das atividades de campo, com a utilização de equipamento GPS. A partir da conversão das cartas analógicas para digital, através de vetorização em programas de CAD com georreferenciamento, poderão ser acrescentadas as informações para a elaboração dos mapas temáticos, depois de feitas sobreposições com “overlay” para posterior digitalização dos dados - inicialmente os de Geologia/Geomorfologia. Consecutivo, os de Solos e Unidades Fitoecológicas, Uso e Ocupação e impactos socioambientais, ou demais mapas temáticos, conforme cada demanda de estudo.
A outra forma de atualização dos mapas, parte da análise de imagens analógicas - composição colorida em transparência de sensor TM-LANDSAT-7 – ou de sensores equivalentes, com a melhor resolução possível, bem como em aerofotografias coloridas escala em escalas, pelo menos compatíveis com as propostas de trabalho.
No mapa de Zoneamento, devem ser observadas as informações dispostas pelos mapas temáticos, confeccionados como fontes de cruzamento das informações para definição das unidades geoambientais. Finalizada a interpretação preliminar dos produtos de sensoriamento remoto, serão

escolhidos os trajetos percorridos em função das dúvidas das interpretações posteriormente procedidas e de pontos-chave eleitos para a checagem de campo.
Durante as checagens sistemáticas da verdade terrestre, pode-se escolher informantes para registro de entrevistas e posterior decodificação das mesmas e, em gabinete, serão feitos seus estudos e análises. Para melhor integração das informações, identificação e delimitação das unidades geossistêmicas, os resultados obtidos precisam ser avaliados em conjunto. A figura 2 mostra o roteiro que guia a elaboração dos mapas.
As informações básicas sobre as características e propriedades do potencial geoecológico, do uso e ocupação do solo e aspectos socioeconômicos podem assim ser definidos:

Figura 1 - Roteiro de elaboração da cartografia básica e temática

Fonte: Adaptado de Bias (2001).

Para as condições geológicas e geomorfológicas, serão analisados os principais litotipos, agrupando-os em depósitos e identificando as unidades cronolitoestratigráficas que compõem a bacia em estudo; a compartimentação regional das formas de relevo; estrutura superficial da paisagem, características morfogenéticas e determinação dos principais processos morfodinâmicos atuantes e suas implicações ecodinâmicas.
Nas condições hidroclimáticas, aconselha-se destacar os principais sistemas atmosféricos causadores de precipitação, as condições termo-pluviométricas e o balanço hídrico. Para os recursos hídricos, apurar os potenciais de águas superficiais e subterrâneas, o padrão de drenagem e identificadas as coleções hídricas.
A pedologia pode ser genericamente caracterizada por classes dominantes e associações de solos, identificando a sua distribuição nas unidades geoambientais discutindo sua exploração agrícola e limitações. Na perspectiva de conhecer melhor a biodiversidade regional nos estudos da flora, pode-se identificar as principais unidades fitoecológicas, sob critérios fisionômicos e florísticos, abordando suas características gerais. As principais espécies faunísticas podem, inclusive, ser reconhecidas com auxílio de informantes locais. Posteriormente, far-se-á a catalogação sistemática, através de bibliografia específica das informações coletadas.
O estudo dos ecossistemas que compõem a bacia permite caracterizar as interações geoambientais. O seu grau de conservação possibilita determinar o Estado Geoambiental das unidades da paisagem em termos de conservação, preservação e degradação face aos impactos socioambientais.
A análise do uso e ocupação do solo guia-se pela identificação dos estágios atuais de exploração dos recursos naturais e pelas atividades socioeconômicas desenvolvidas em cada unidade geoambiental, fazendo ver os principais impactos. Questões sobre economia ecológica - externalidades ambientais, análise custo/benefício e sustentabilidade – podem ser consideradas na tentativa de compreender a importância dos recursos naturais no processo de desenvolvimento econômico.

Abordagem dos estudos básicos
Compartimentação e dinâmica geoambiental

Os geoambientes são formados pela integração dos fatores clima, litologia, estrutura, relevo, vegetação e dos recursos hídricos interagindo de forma variada, configurando paisagens específicas para cada combinação, que são os aspectos visíveis para o sensoriamento remoto, ou seja, os geossistemas e geofácies.
A caracterização e delimitação das unidades geossistêmicas correspondem às unidades geoambientais. A técnica de interpretação visual de imagens orbitais é decisiva para compartimentação geoambiental. Neste caso, privilegia-se a subcompartimentação geomorfológica, pois é a mais facilmente identificada, delimitada e interpretada, além de resultar da

evolução dialética dos geoambientes, pelo menos Tércio-Quaternária, com cada compartimento denotando padrões próprios de drenagem superficial, tipos de solos, características peculiares de fitofisionomia. Conseqüentemente, os padrões de ocupação são também influenciados (Souza, 2000, p.9).

Ademais, a geomorfologia conduz a uma condição parcial de integração, por meio das condições morfoestruturais, morfopedológicas, morfoclimáticas e hidromorfológicas.O cruzamento dos "overlay" de geologia x geomorfologia, recursos hídricos x solos x cobertura vegetal proporcionam, ainda, melhor individualização das unidades geossistêmicas.

Faz-se necessária a delimitação dos geoambientes que apresentam consonância entre a exploração biológica e potencial ecológico, confeccionado o mapa de unidades geoambientais. Em meio às diversidades internas nos geossistemas, são delimitados subsistemas fisionomicamente homogêneos, ou seja, os geofácies.

A confecção de transectos (seções) transversais e o estudo cartográfico auxiliarão no diagnóstico das potencialidades e limitações geoambientais.

No que tange às potencialidades e limitações, o diagnóstico dos potenciais geoambientais, levantando os problemas das áreas vulneráveis, apresentando suas limitações e visando recuperá-los ou conservá-los, é condição básica.

Cada geossistema/geofácie é identificado a partir de seus principais atributos inerentes, compondo a legenda do mapa das unidades geoambientais. O roteiro seguinte mostra como se pode processar a compartimentação e dinâmica geoambiental.

Diagnóstico socioambiental

Inicialmente, verifica-se o nível de aproveitamento dos recursos naturais e a qualidade ambiental, incluindo um inventário dos equipamentos urbanos e rurais, infra-estrutura disponível, demografia e situação da população. Em seguida, são conhecidas as diretrizes para avaliar a compatibilidade da ocupação, o uso dos recursos e os conflitos decorrentes.

O diagnóstico deve convergir para a proposição de um zoneamento ambiental acompanhado de ações indicativas norteadoras dos investimentos no setor produtivo, nas políticas de recuperação, de preservação e de conservação ambiental no sentido amplo, concernente aos recursos naturais, cenários paisagísticos, patrimônios culturais e históricos.

Figura 02 - Esboço da compartimentação geoambiental

É importante analisar as formas de uso e ocupação da terra, baseadas nos principais aspectos socioeconômicos regionais nos produtos, funções e produtividade dos geoambientes, bem como nos impactos ambientais resultantes das ações sócioespaciais.

O levantamento dos aspectos econômicos e sociais é indispensável ao objetivo de se observar como estes setores se apresentam em relação às condições ambientais dominantes. Enquanto o diagnóstico procurará o conhecimento do cenário atual, o zoneamento estabelecerá o cenário desejável, denotando-se por diretrizes de localização dos setores produtivos e de preservação ambiental.

Zoneamento geoambiental

Constitui um dos aspectos da política administrativa cuja finalidade é resguardar o bem-estar público. Esse instrumento de gestão está regulamentado por lei na Política Nacional de Meio Ambiente – Lei n° 6.938 de 31/8/1981 e Decreto n° 88.351 de 01 de junho de 1983.

Num planejamento global, o zoneamento é um instrumento técnico e legal inerente à formulação de diretrizes, metas e ações destinadas à conservação, preservação e recuperação ambiental, a serem desenvolvidas. O

monitoramento, controle das atividades produtivas, fiscalização ambiental e o engajamento da comunidade civil são imprescindíveis ao sucesso dos trabalhos.
O zoneamento é um conceito eminentemente geográfico que pressupõe um ordenamento ambiental que servirá, segundo Ross & Prette (1998), de instrumento de gestão ambiental, base para o Desenvolvimento Sustentável - e, daí, suporte para o desenvolvimento estratégico, fundamentado na ordenação físico-territorial, conforme os princípios básicos de valorizar as potencialidades e fragilidades dos geossistemas, de um lado, e as potencialidades culturais, tecnológicas e econômicas da sociedade, de outro.
O esboço de zoneamento geoambiental fundamenta-se no referencial sistêmico em que os componentes geoecológicos e socioeconômicos mantêm mútuas relações, funcionando de forma constante e dialética.
O zoneamento deve assumir uma perspectiva global do ambiente, materializado no conjunto dos recursos naturais, suas potencialidades e limitações, em detrimento da subsunção temática, que guia tal proposta. A variável ambiental definirá as diretrizes propostas. É imprescindível estabelecer objetivos orientadores de um plano de gestão à respectiva variável para adequação de uso e manejo nas unidades geoambientais.
Finalmente, o zoneamento deve ser preventivo, considerando-se as áreas verdes, inabitadas e sob legislação ambiental específica; e, corretivo, onde a ênfase socioeconômica deva ser maiúscula.

Considerações Finais

A concepção teórico-metodológica aqui exposta possibilita uma visão geral do meio ambiente, entendendo as conexões dos elementos que compõem a natureza, como forma de se evidenciar o conjunto dos recursos naturais em termos de potencialidades e limitações, através da teoria geossistêmica.
Sob esta égide, essa teoria permite se trabalhar em uma escala a nível socioeconômico, ou seja, na qual é bem nítida a intervenção social no meio ambiente. É preciso o desenvolvimento de um plano de ação integrado, sustentado na unidade Bacia Hidrográfica por meio do engajamento de agentes públicos, setor empresarial e sociedade civil organizada em associações, considerando-se as leis ambientais e a realidade local para conservação da qualidade hídrica e, conseqüentemente, da própria qualidade de vida das populações.
Face ao exposto, a perspectiva deste artigo foi a de oferecer subsídios para uma melhor ordenação do território, como tentativa de minorar os problemas socioambientais, através do conhecimento do mosaico geoambiental das bacias hidrográficas.
Vale ressaltar, ainda, que ações localizadas e desarticuladas entre os municípios banhados pela bacia, ou mesmo por decisões exclusivas em nível de Estado, não promovem uma mudança estrutural na gestão dos recursos naturais — notadamente os recursos hídricos. Somente em se articulando todos os segmentos da sociedade, convocando a contribuição dos atores políticos, econômicos, sociais, ambientais e, sem dúvida, os usuários diretos do pacote de recursos naturais — beneficiários primordiais da sustentabilidade, é possível implantar na Bacia uma adequada política de gestão ambiental.

Referências Bibliográficas

BERTALANFFY, Ludwig Von. Teoria geral dos sistemas. Petrópolis: Vozes, 1973.
BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo: Instituto de

Geografia, USP, 1971.
BIAS, Edílson de S. Sistema de informações geográficas e os estudos ambientais. In Anais do IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Recife: UFPE, s/n, 2001.
CEOTMA - Centro de Estudos de Ordenacion del territorio y medio ambiente. Guia para la elaboracion de estúdios Del médio físico, contenido y metodologia. Segunda edição, série manuales 3, Madri: 1984. p. 262-281.
FROTA, Patrícia. Recursos hídricos: ações propostas para gestão integrada e sustentável. In Anais do XII ENG/AGB. João Pessoa-PB: p.2-8, 2002.
GONDOLO, Graciela. C. F. Desafios de um sistema complexo à gestão ambiental: Bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo. SP: Annablume/Fapesp, 2000.
NASCIMENTO, Flávio R. do. Método em questão. O uso da teoria dos sistemas em Geografia: o caso da Geomorfologia. (Monografia de Bacharelado) – Deptº. de Geografia, UFC: 2001. 135p.
_____. Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável: Subsídios ao Manejo Geoambiental na Sub-Bacia do Baixo Pacoti– Ceará. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza – Ce, 2003.
PIRES, José Salatiel Rodrigues & SANTOS, José Eduardo dos. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. In Revista Ciência Hoje: Águas no Brasil: má-utilização e falta de planejamento, vol. 19, n° 110, SBPC: 1996. p.51-67.
PROJETO RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1981.
RODRIGUEZ, José & SILVA, E. V. da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. In Mercator: Revista do Dept°. de Geografia/UFC. Fortaleza: Ano I, n°01, 2002. pp. 98-115.
_____. Geoecologia da paisagem. Fortaleza: EDUFC, 2002 (no prelo).
ROSS, Jurandyr & PRETTE, Marcos. Recursos hídricos e bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. Rev. do Dept°. de Geografia da FFLCH – USP: N° 12, 1998. pp. 89-121.
SACHS, Ignacy. Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. São Paulo: Ed. Vértice, 1986.
SANTA´ANNA NETO, João Lima. A geografia no limiar do século XXI: discursos e perspectivas. In Caderno de Teses da AGB: XII ENG/ Vitória da Conquista –BA, 1998. pp.19-25.
SOTCHAVA, Victor. Método em questão. O estudo de Geossistemas. São Paulo: USP, 1977.
SOUZA, Marcos. J. N. de. Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In LIMA, Luiz Cruz. Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza: FUNCEME, 2000.
TRICART, Jean. Métodos de Estudos Hidrológicos. Salvador: UFBA, 1960.
_____ Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.