DIAGNÓSTICO E ANÁLISE AMBIENTAL DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA
Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental*

Francisco MENDONÇA[1]

RESUMO

Existe, na atualidade, muitas proposições metodológicas para o estudo do ambiente, uma grande parte na perspectiva interinstitucional e interdisciplinar. A proposta metodológica para a elaboração de análise e diagnóstico ambiental aqui apresentada insere-se dentro do campo conhecimento geográfico, portanto de análise da integração entre as atividades humanas e o meio físico-natural, e tem como unidade espacial a microbacia hidrográfica. A proposta está fundamentada na cartografação dos elementos físico-naturais e socioeconômicos da paisagem, bem como na análise da qualidade da água da microbacia; o diagnóstico ambiental culmina com o zoneamento e o levantamento de diretrizes para a recuperação da degradação ambiental estudada, aspectos fundamentais para toda e qualquer ação de planejamento e gestão de bacias hidrográficas.
Palavras-chave: ambiente, bacia hidrográfica, metodologia, diagnóstico, planejamento

* Texto publicado originalmente nos Anais do IV Encuentro de Geógrafos de América Latina, realizado em Mérida / Venezuela em 1993 (MENDONÇA, 1993). Na presente oportunidade seu conteúdo encontra-se bastante avançado em relação àquela primeira publicação, pois, nestes últimos oito anos, a experimentação da referida proposta metodológica em mais de quinze estudos de caso possibilitou avaliar sua coerência e contribuição para o estudo de problemas ambientais de bacias hidrográficas, ao mesmo tempo que evidenciou sua qualidade como estratégia de ensino. Dentre os estudos de caso que a empregaram, no todo ou em parte, e como trabalhos de conclusão de curso de graduação e de pós-graduação (especialização e mestrado), destacam-se os de COSTA (1992), THOMAZ (1995), FERREIRA (1995), MENDONÇA et al (1995), CUNHA (1997), KOGUT (1998), MENDONÇA (1998), GRIGGIO et al (1999), FERREIRA (2000), dentre outros.

[1] Doutor em Geografia e Professor Titular do Departamento de Geografia da UFPR

ABSTRACT

Nowadays, there are many methodological propositions to the environment studies, an important part produced on the interinstitucional and the interdisciplinary perspective. The methodological proposition to the environmental analysis and diagnosis in this paper shown is situated into the geographical knowledge field, which approach is the integration between the human activities and the physic-natural elements of the space, and it takes the hydrographic microbasin to the spatial unit to the analyse. This proposition is based on the physic-natural and social-economic landscape elements cartography, as well on the microbasin water quality analysis; the environmental diagnosis ends with the basin zoning and the recuperation propositions, the important aspects to the planing and management actions on the hydrographic basins.

Key-words: environment, hydrographic basin, methodology, diagnosis, planing

INTRODUÇÃO

A presente proposição tem como base a Teoria Geral de Sistemas, proposta originalmente por Von Bertalanfy e largamente empregada em estudos geográficos e na ciência em geral ao longo da segunda metade do século XX. CHRISTOFOLLETI (1979 e 1999), aplicando-a aos estudos relativos à geografia física, considerou a unidade microbacia hidrográfica como sendo um sistema aberto e que pode ser tratado de maneira eficaz no tocante à análise quantitativa e qualitativa do fluxo de matéria e energia que nele se processa; empregar uma ou outra análise, ou utilizá-las de maneira semelhante, será uma decisão do pesquisador. A análise qualitativa ganha aqui maior destaque devido à perspectiva espacial da presente proposta, característica marcante da abordagem geográfica da superfície terrestre.

Uma importante metodologia voltada à recuperação ambiental de bacias hidrográficas que serviu de base à formulação da presente foi aquela desenvolvida por HIDALGO (1990) que, diferentemente daquelas de CHRISTOFOLLETI (1979) e de BELTRAME (1994), envolve aspectos culturais, políticos e institucionais extra-academia, constituindo-se num amplo processo de gestão e intervenção das referidas unidades espaciais. Embora tal proposta esteja voltada ao tratamento de bacias hidrográficas de grandes dimensões, culminando na proposição do estabelecimento de consórcios intermunicipais para a gestão das mesmas, ela baseia-se fundamentalmente nas unidades de microbacias

para o desenvolvimento do processo de recuperação da área.

Na proposição ora apresentada, os elementos físico-naturais da microbacia são primeiramente enfocados; são assim abordados o relevo (delimitação geográfica da bacia hidrográfica, hipsometria, perfis latidunais / longitudinais e declividade), a dinâmica espacial da radiação e dos ventos (exposição de vertentes e direção / velocidade de ventos) e o uso e ocupação do solo (que envolve tanto aqueles elementos derivados da dinâmica natural como a vegetação natural, quanto aqueles atinentes às atividades humanas, como a vegetação secundária, agricultura, edificações etc.).

Num segundo momento da elaboração do diagnóstico ora proposto são levados em consideração aspectos relativos à degradação e/ou poluição (derivação humana) do ambiente estudado, à qualidade da água (análise físico-química e bacteriológica)[2] e à legislação ambiental (notadamente o Código Florestal Brasileiro). Finalmente, a confrontação entre os dados, a cartografia e o controle de campo permitem estabelecer o zoneamento ambiental (na perspectiva da hierarquização dos ambientes conforme estágios de degradação) da microbacia estudada, ao mesmo tempo que o levantamento de diretrizes visando o planejamento e a gestão ambiental da área.

As atividades humanas e sua espacialização constituem-se, na presente proposição, em importante elemento na análise da degradação ambiental; e deve ser abordada de um ponto de vista crítico – de causas e conseqüências sociais. Nesta perspectiva, para a compreensão da dimensão social, várias metodologias particulares às ciências humanas e/ou sociais podem ser utilizadas para complementar a elaboração e análise de diagnóstico ambiental de microbacias hidrográficas; o importante aqui é ressaltar a abordagem crítica do processo de produção e reprodução do espaço, bem como a conseqüente identificação e compreensão dos processos sociais derivadores da degradação estudada.

[2] Vários são os elementos possíveis de averiguação do estágio da degradação e qualidade do ambiente em estudo, podendo ser examinada a qualidade da água (parâmetros físico-químicos e bacteriológicos), dos solos (fertilidade, erosão, ph etc.), da vegetação (desmatamento, extinção de espécies etc.), do clima (poluição, inundações, conforto térmico etc.), da geomorfologia (erosão, aterros, soliflucão etc.), ou também as condições de vida, tais como a sub-habitação (favelas), a saúde, o lazer, a educação etc. A qualidade da água é aqui destacada sobretudo pelo fato de constituir-se num bom exemplo para a abordagem da bacia hidrográfica na sua condição de sistema natural, pois que os cursos hídricos constituem-se nos principais receptores e exportadores de matéria e energia do sistema hidrográfico; a qualidade da água dos rios pode indicar, por outro lado, e da mesma maneira que o sangue para o corpo humano, a gênese e localização dos agentes da degradação.

Para ilustrar este texto, com um exemplo que tomou a presente proposição como opção metodológica, foi escolhido o estudo de caso realizado sobre uma microbacia hidrográfica localizada no município de Piraquara (córrego do Simião[3]), pertencente à Região Metropolitana de Curitiba, porção leste do Estado do Paraná (região Sul do Brasil). O referido estudo foi desenvolvido no ano de 1999 pelos alunos da disciplina de Planejamento Ambiental, do curso de geografia da Universidade Federal do Paraná, sob a responsabilidade deste autor.

DESENVOLVIMENTO

A caracterização geográfica da área, a identificação da degradação ambiental, da qualidade da água, os aspectos legais e o zoneamento da microbacia hidrográfica conforme os estágios de sua alteração podem ser elaborados de acordo com os passos apresentados a seguir.

A - ASPECTOS FISIOGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS

O levantamento de dados a partir de documentação bibliográfica, fontes secundárias (dados fornecidos por instituições publicas e/ou privadas tais como a geologia, os solos, o clima, a vegetaçao, os aspectos sociais, econômicos, culturais e políticos etc.) e primárias (reconhecimento de campo, aplicação de questionários etc.) se constituem em etapas fundamentais para a caracterização geográfica da área; esta é complementada pela abordagem dos seguintes aspectos, que são particularmente atinentes ao contexto da microbacia e que necessitam, portanto, de tratamento detalhado:

[3] Por ser um curso hídrico de segunda ordem, de pequena extensão – cerca de 3 km, e de ainda não possuir um nome, os estudantes envolvidos na pesquisa resolveram batizá-lo de córrego do Simião, levantando o nome popular atribuído ao mesmo junto à população de Piraquara; todavia, nos documentos cartográficos levantados não se encontrou nenhum nome oficial do referido córrego.

A.1 - HIPSOMETRIA[4]

A identificação e análise da hipsometria da microbacia hidrográfica possibilitam a observação da variação altimétrica do relevo da área, fato importante na análise de processos relativos à dinâmica de uso e ocupação do solo e da formação de micro-ambientes da mesma, dentre outros. Ainda, com a elaboração de perfis longitudinais e transversais sobre a área, torna-se possível uma melhor identificação da configuração geomorfológica do vale em sua relação com a dinâmica do escoamento superficial (donde a origem de erosão hídrica, por exemplo).

A distribuição das classes de altitudes da microbacia, ou dos patamares hipsométricos, é uma eleição livre do pesquisador e deve, tanto quanto possível, ser elaborada levando-se em consideração a diversidade de uso e ocupação da área, bem como seu fluxo hídrico, o que facilitará a correlação deste aspecto aos outros considerados no estudo. A variação de cores na elaboração da carta hipsométrica deve refletir, conforme padrão internacional, a noção de incremento do relevo, ou seja, deve-se usar: azul para a hidrografia, verde para as áreas mais baixas, passando pelo amarelo, laranja e vermelho conforme a altitude se mostre mais expressiva.

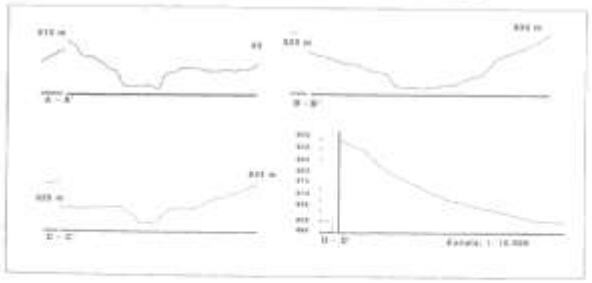
No exemplo apresentado (figura 1), observa-se que há um pequeno desnível altimétrico na microbacia do córrego do Simião de aproximadamente 50m; a porção de maior intervenção humana (uso do solo) da área é aquela que se situa na faixa intermediária – 890 a 720m, sendo que o curso hídrico apresenta um pequeno desnível de montante para jusante (figura 2 - Perfis).

O vale apresenta-se bastante aberto, portanto bastante plano, predominando a característica de um vale em forma de U. Neste tipo de paisagem o processo erosivo desenvolve-se principalmente na sua forma laminar, pois que o fluxo da água dá-se predominantemente em lençol, sendo concentrado somente em alguns pontos da microbacia, onde, pela relativa baixa velocidade do escoamento, pode dar origem a ravinamentos. Todavia, a ação da água no relevo está também na dependência de outros importantes fatores como a geologia e cobertura do solo, que podem ser mais importantes no desencadeamento de processos erosivos que a hipsometria da área.

[4] Ainda que o texto faça referência à utilização de cores para a confecção das cartas, optou-se por aqui representá-las em variações de cinza.

FIGURA 1 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
HIPSOMETRIA

FIGURA 2 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
PERFIS LONGITUDINAL E TRANSVERSAIS



A.2 - DECLIVIDADES DE VERTENTES

A análise da declividade das vertentes (figura 3) permite evidenciar a distribuição das inclinações das superfícies do relevo, sendo esta característica muito importante quando da análise do uso e ocupação do solo da área, bem como do fluxo torrencial de superfície e os conseqüentes processos erosivos e arrastamento de materiais para o curso hídrico da bacia, dentre outros.

FIGURA 3 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
DECLIVIDADE

É de conhecimento geral o fato de que quanto maior for a inclinação das vertentes de uma determinada área, mais facilmente os processos erosivos vão ali se desenvolver, além de ser tão mais intensos

quanto maior a falta de cobertura vegetal das mesmas; também mais acentuadas serão as perdas agrícolas e a ocorrência de deslizamentos de terrenos – solifluxão. Ainda, os assentamentos humanos e as práticas agrícolas são diretamente condicionados pela inclinação das vertentes, ou seja, tais atividades humanas desenvolvem-se com maior segurança quanto mais expressiva é a planura do terreno, atingindo graus mais intensos de risco quanto maior é a inclinação do relevo. No Brasil, assim como em inúmeros países, existem leis que regulam o uso do solo em função da inclinação das vertentes (Código de Obras, Mecanização Agrícola etc.).

Uma carta de classes de declividades permite então se observar acordo com sua inclinação, poderiam ser utilizadas de forma menos danosa ao ambiente. Os geógrafos, por exemplo, consideram que o limite de inclinação de vertentes para edificações é de aproximadamente 25°, enquanto para os engenheiros o limite aproximado é de 35°.

O exemplo de carta de classes de declividades aqui apresentado foi elaborado a partir da proposta de De Biasi (1986), sendo que se observa que a área da microbacia do córrego do Simião é bastante plana e quase totalmente desprovida de vertentes íngremes; somente em alguns locais próximos ao leito do curso hídrico e na porção mediana da área é que a inclinação da vertente aproxima-se dos 30° e num curto segmento beira aos 45°.

Para a elaboração de uma carta de classes de declividades do relevo pode-se utilizar do método proposto por De Biasi (1986), por Martinelli (1991), ou qualquer um outro. A aplicação de cores no mapeamento deve obedecer a uma certa noção de incremento da declividade, ou seja, deve-se atribuir tons de amarelo bem claro para os segmentos mais planos, passando para o amarelo mais escuro, o laranja e o marrom à medida que a inclinação se intensifica.

A.3 - EXPOSIÇÃO OU ORIENTAÇÃO DE VERTENTES

A cartografação da exposição, ou orientação de vertentes de uma área qualquer permite observar a disposição de suas vertentes em relação às suas orientações; tal disposição embasa a análise do fluxo de energia solar na área, ou seja, possibilita a identificação das áreas que recebem maior ou menor quantidade de calor e luminosidade dentro de uma bacia hidrográfica.

A distribuição diferenciada da energia solar influencia diretamente a formação de microclimas e o desenvolvimento diferenciado da

vegetação dentro de determinadas áreas; este tipo de mapeamento se constitui em boa ferramenta para um planejamento mais racional do espaço, pois pode orientar um melhor uso do mesmo quanto à disposição agrícola, habitacional, de lazer e do estabelecimento de edificações com fins diversificados.

O emprego das cartas de orientação de vertentes tem importância diretamente proporcional ao incremento da latitude; todavia, nas áreas de latitude medianamente baixas e baixas elas podem auxiliar, dependendo da inclinação das vertentes, na melhor distribuição do uso do solo; nas proximidades do Equador, por exemplo, as vertentes leste e oeste desempenham papel muito mais importante que as norte e sul.

FIGURA 4 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
EXPOSIÇÃO OU ORIENTAÇÃO DE VERTENTES

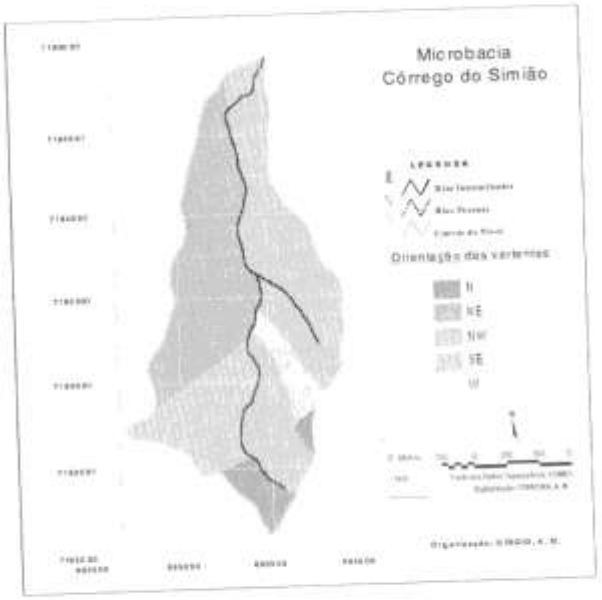
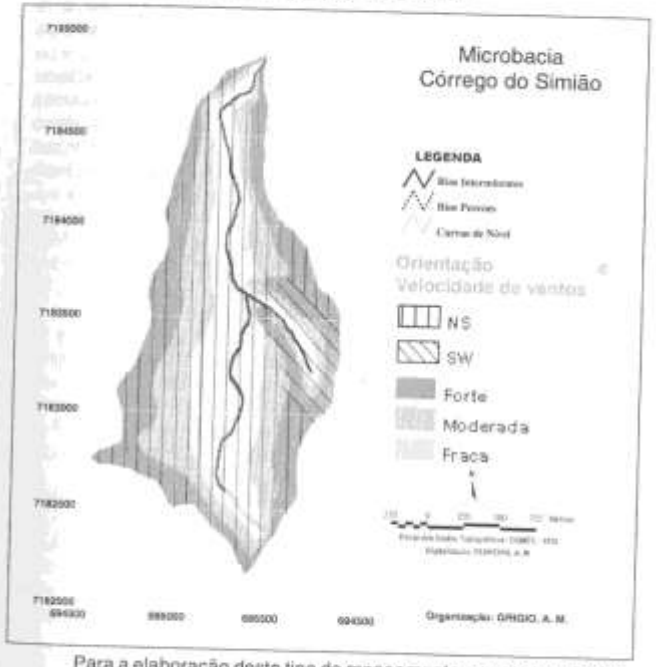


FIGURA 5 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
DIREÇÃO E VELOCIDADE DE VENTOS



Para a elaboração deste tipo de mapeamento sugere-se também as proposições de DE BIASI (1977) e de MARTINELLI. As cores neste mapeamento desempenham papel primordial; aquelas em tons de vermelho, ou cores quentes, indicam as vertentes voltadas ao Equador, enquanto aquelas em tons de azul, ou cores frias, indicam as vertentes voltadas ao Pólo.

Na microbacia hidrográfica do córrego do Simião, exemplo aqui utilizado, a carta de orientação de vertentes (figura 4) permite observar que, a função da disposiçao N-S do curso hídrico, predominam vertentes E-NE na margem esquerda e NO-O na margem direita.

A.4 - DIREÇÃO E VELOCIDADE DE VENTOS

A abordagem da direção e velocidade de ventos (figura 5), em estudos ambientais, permite tanto a análise de parte dos aspectos climáticos da área, sua dinâmica atmosférica – notadamente da circulação terciária (MONTEIRO, 1976; RIBEIRO, 1993), quanto a observação da dispersão atmosférica de poluentes, de microorganismos patogênicos e de impactos de vendavais, dentre outros.

Para a elaboração da carta de direção e velocidade de ventos, no exemplo dado, utilizou-se da proposta de CUNHA (1988) aplicado a um estudo de escala regional, tendo sido na presente proposta adaptada para uma escala local; conforme esta proposta, as classes relativas à velocidade dos ventos recebem coloração amarela quando áreas de ventos brandos, laranja para ventos medianos e vermelha para ventos mais velozes. A direção dos ventos é representada por achuras dispostas conforme o movimento dos mesmos; há que se destacar, todavia, que este mapeamento toma o vento em relação ao relevo da área em estudo e não conforme parâmetros meteorológicos. Trata-se de um mapeamento voltado ao enfoque da dinâmica atmosférica da área conforme a força de atrito produzida pelo relevo sobre a atmosfera.

Pode ser observado, a partir da figura 5, que os ventos soprarm, nas médias e baixas vertentes da microbacia do córrego do Simião, predominantemente na direção Norte/Sul. Nestas condições, os poluentes atmosféricos são distribuídos preferencialmente no sentido predominante dos ventos; a localização industrial e/ou de atividades que poluem a atmosfera na área deverá, para se evitar problemas junto à população, levar em consideração a dinâmica atmosférica local e situá-los à oeste ou leste da microbacia.

A.5 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A identificação da ocupação (elementos naturais) e uso (derivados das atividades humanas) do solo (figura 6), constitui-se em importantíssimo elemento num estudo ligado à temática ambiental, pois o mais atualizado sobre uma determinada localidade auxiliará, dentre outros, a identificar e localizar os agentes responsáveis pelas condições ambientais da área.

Dependendo da extensão da área em estudo, a carta de uso do solo poderá ser elaborada a partir do levantamento de dados de campo, exigindo, neste caso, muita atenção do pesquisador na representação

escalar dos fenômenos observados. Poderá também ser utilizado um aerolevantamento, sendo que a carta será elaborada a partir da fotointerpretação ou utilizando-se de imagens de satélite (LANDSAT, SPOT) ou de RADAR (NOVO, 1989; MENDONÇA, 1995); neste último caso pela exploração visual ou via processamento digital de imagem. Em todo caso, o controle de campo é fundamental para que o mapeamento represente a realidade o mais fielmente possível. O estabelecimento da legenda para a elaboração da carta dependerá dos elementos componentes da paisagem no momento de sua analise; para subsidiar a classificação de uso e ocupação do solo, o IBGE (1999) publicou muito recentemente uma interessante proposta.

FIGURA 6 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
USO DO SOLO

Um outro aspecto também muito importante da utilização de cartas de ocupação e uso do solo na elaboração de diagnósticos ambientais é o fato de as mesmas, ao serem elaboradas com documentos produzidos em datas diferentes, permitirem a análise evolutiva da apropriação e transformação da paisagem em foco.

O mapeamento da ocupação e uso do solo foi aplicado ao estudo de caso da microbacia do córrego Simião (figura 6), porém não de forma a contemplar a evolução temporal das alterações impingidas na paisagem. Todavia, a comparação do mapeamento atual com aquele da vegetação de há um tempo atrás, permite observar que a urbanização se expandiu por sobre antigas áreas de vegetação primária e secundária.

A carta de ocupação e uso do solo permite, juntamente com o levantamento de dados bibliográficos, caracterizar a área do ponto de vista da espacialização dos aspectos socioeconômicos da mesma, identificando, desta forma, as principais atividades da população que se processam sobre a superfície da microbacia, assim como identificar os aspectos remanescentes de sua natureza primária.

A.6 - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Além da caracterização do uso e ocupação do solo, que revela por si só parte da dinâmica social e econômica da área em estudo, notadamente daqueles atributos que se espacializam, pode-se elaborar também um levantamento de dados socioeconômicos mais detalhado da realidade em foco. Este deve ser feito a partir de fontes secundárias (públicas e ou privadas) e primárias – levantamento direto em campo por meio de questionários, por exemplo.

Alguns aspectos que podem ser levantados, e que são muito importantes na análise das condições ambientais da bacia, são: demografia, escolaridade, saúde, manifestações culturais, emprego, tipo e rendimento de produção agrícola, industrial e de serviços, tipo e fluxo de transporte, políticas públicas implementadas, saneamento básico, destinação e tratamento de lixo doméstico, comercial, industrial e hospitalar etc. Todos estes dados podem ser tratados e representados estatística e graficamente, sendo utilizados para se estabelecer diversas correlações e análises quanto à qualidade socioambiental da bacia hidrográfica, além de se constituírem em parâmetros indispensáveis para a elaboração do planejamento e gestão ambiental da área.

Um aspecto deve, todavia, ser objeto da máxima atenção do pesquisador ou da equipe de pesquisa / planejamento / gestão. Trata-

se da problemática concernente à espacializaçao de dados relativos às características socioeconômicas das bacias hidrográficas, pois parte considerável dos mesmos não estão circunscritos à delimitação geográfica destas, notadamente quando se trata de dados secundários, cuja base é, geralmente, a municipal.

Os municípios são, como se sabe, recortes ou unidades político-administrativas do território e não obedecem às mesmas delimitações espaciais das bacias, o que se reflete numa expressiva incompatibilidade quando da análise entre os dados provenientes desta delimitação com aqueles observados diretamente no âmbito das microbacias, como os anteriormente apresentados; é neste particular que os dados primários, levantados diretamente pelo pesquisador no âmbito da bacia, ganham excelência neste tipo de estudo.

B - IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Nesta parte da elaboração do diagnóstico ambiental trabalha-se com o mapeamento da degradação ambiental que deverá ser produzido diretamente a partir do levantamento de campo, com o mapeamento e análise dos aspectos ligados à legislação ambiental e à análise da qualidade da água dos cursos hídricos para, finalizando, produzir o zoneamento do estado ambiental atual da área e levantar diretrizes para a sua recuperação.

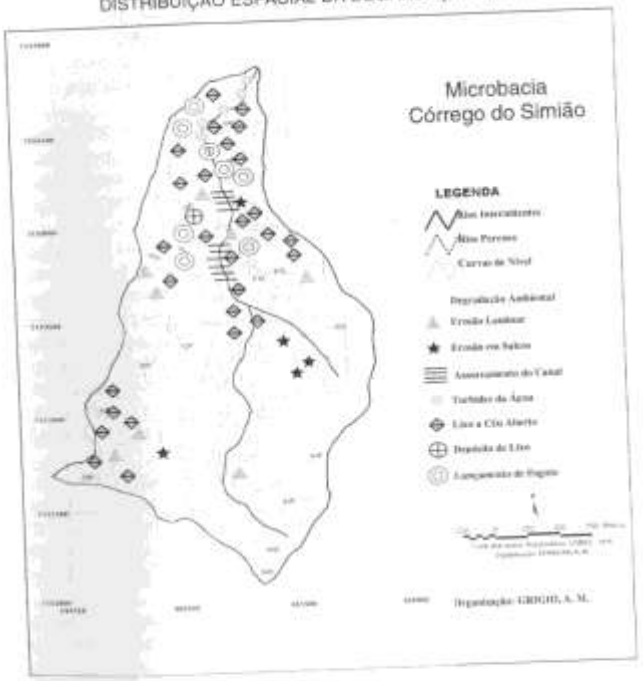
B.1 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A identificação da degradação ambiental de uma microbacia hidrográfica é feita a partir de dados levantados em observação atenciosa e detalhada do espaço geográfico da mesma. Num primeiro momento observa-se a área para se ter uma noção geral dos elementos que atestam sua degradação ambiental, o que possibilita a criação de uma legenda (cores ou símbolos, por exemplo) para ser utilizada num segundo momento. Em seguida, traça-se transectos de diferentes direções (ou uma grade) sobre um mapa da microbacia e, percorrendo-os em campo, assinala-se no mapa todos os tipos de degradação ambiental possíveis de ser detectados pela visão, audição, tato e olfato; quando se tratar de área urbana, o mais fácil é seguir, preferencialmente,

o arruamento das vias públicas.

No estudo de caso da bacia do córrego Simião (figura 7) os elementos indicadores da degradação ambiental* foram: erosão em sulcos, erosão laminar, assoreamento, turbidez da água, lixo a céu aberto, depósito de lixo, lançamento direto de esgotamento sanitário (residencial, comercial e hospitalar) e edificações em local impróprio.

FIGURA 7 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL



* Neste caso trata-se de um exemplo hipotético indicado a partir de observações não detalhadas em campo, pois a equipe da pesquisa não realizou o levantamento de campo conforme previsto no cronograma do trabalho.

B.2 - QUALIDADE DA ÁGUA

A legislação concernente à qualidade das águas no Brasil (Resolução n. 20 - Conama - Conselho Nacional de Meio Ambiente) classifica-as em cinco tipos; da classe 1 à classe 5 os índices variam de acordo com a quantidade dos agentes que alteram as suas qualidades. Esta classificação relaciona os tipos de águas conforme as classes e estabelece o tipo de uso preferencial da mesma. A água enquadrada na classe 1, por exemplo, pode ser utilizada para abastecimento e uso geral de forma direta, sem necessidade de tratamento prévio; já as outras classes apresentam restrição em termos de uso direto e a necessidade de tratamento à medida que a classificação vai passando para números mais elevados.

Para se conhecer a qualidade das águas de uma determinada microbacia deve-se coletar amostras da mesma em vários pontos do curso hídrico e em condições de tempo diferenciadas (seco e chuvoso); também deve-se observar a vazão do rio nos momentos de coleta para se inferir sobre a capacidade de diluição do mesmo.

A carta de uso e ocupação do solo mais atual e um bom conhecimento da realidade em estudo são parâmetros fundamentais para uma melhor definição dos pontos de coleta das amostras de água; a coleta deve ser feita segundo orientação laboratorial para que os resultados sejam o menos distorcidos possível. O resultado da análise físico-química (ph, turbidez, DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio etc.) e bacteriológica (coliformes totais e fecais) das amostras permitirá a comparação dos parâmetros da realidade e aqueles estabelecidos em lei; desta forma poder-se-á conhecer a intensidade de alteração das águas do curso hídrico.

No estudo de caso da microbacia do córrego do Simião detectou-se quantidades elevadas de coliformes fecais e totais* ao longo de todo o curso hídrico, notadamente na porção a jusante do mesmo, além de considerável DBO e turbidez, o que permitiu classificá-lo como possuindo trechos com águas pertencentes às classes 1 e 2 (médio montantes) e 3 e 4 (médio jusantes).

As cartas de ocupação e uso do solo e de degradação ambiental foram bastante úteis para se identificar os agentes responsáveis pela poluição hídrica detectada na análise das águas do córrego Simião; pode-se observar que a localização residencial e de serviços (escolas e hospital) nas proximidades do desaguadouro do curso hídrico e o conseqüente lançamento de efluentes, aparentemente sem nenhum tipo de tratamento no momento da coleta das amostras, configuravam-se nos principais agentes causadores da poluição detectada.

* Também neste caso trata-se de dado hipotético para exemplificar a aplicação da metodologia proposta, pois, como na nota anterior, os mesmos motivos explicam o não levantamento dos dados.

C - APLICAÇÃO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A carta, denominada de legislação ambiental, nada mais é que a elaboração de um mapeamento que tem como suporte os aspectos da legislação relativa ao ambiente, possíveis de ser cartografados, tal qual o exemplificou MENDONÇA e FERREIRA (1995).

A cartografia da legislação ambiental aqui enfocada baseia-se, além daquela que dá suporte à elaboração da carta de declividades, na aplicação do Código Florestal Brasileiro de 1965 e nos decretos que foram produzidos após esta data relativos ao mesmo. Esta lei federal brasileira estabelece algumas áreas de preservação permanente e, em alguns artigos, situações geográficas de áreas que não devem ser desmatadas, o que provocaria alterações negativas na dinâmica do ambiente.

O Código Florestal Brasileiro normatiza, de forma particular, a disposição da vegetação nas áreas relativas às nascentes dos cursos hídricos e ao longo dos mesmos, nos divisores de águas (ou espigões do relevo) e nos segmentos das vertentes cujas inclinações apresentam problemas relativos ao escoamento superficial e à ocupação humana.

A figura 8 mostra, no estudo de caso da microbacia do córrego Simião, como um mapa baseado no Código Florestal pode ser elaborado; as áreas mapeadas são aquelas que devem ser preservadas por lei. Além do mapeamento, podem ser elaborados cálculos da dimensão destas áreas, o que permite levantar sua extensão no contexto da bacia e também de sua significância em relação ao total da área.

Quando se compara este mapeamento com aqueles das figuras 6 (uso e ocupação do solo) e 7 (degradação ambiental), por exemplo, observa-se que o poder público não agiu no sentido de fazer cumprir a legislação, pois permitiu a instalação de empreendimentos empresariais, urbanização e degradação de áreas que deveriam ser preservadas. Assim, deve-se cobrar do mesmo uma intervenção no sentido de recuperar as referidas áreas.

D - ZONEAMENTO AMBIENTAL E CARTA SÍNTESE

A correlação e análise de todo o levantamento bibliográfico e de dados, mapeamento e resultados da qualidade das águas do curso hídrico permitem zonear a microbacia em áreas com características diferenciadas de degradação ambiental.

FIGURA 8 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A carta de zoneamento ambiental se constitui então numa síntese de todo o estudo. Ela deve ser elaborada tomando-se todo o trabalho desenvolvido anteriormente, sobretudo as cartas de uso do solo, de degradação ambiental, de legislação ambiental e do resultado da qualidade das águas. Uma vez espacializados e analisados, estes

parâmetros e características possibilitam o estabelecimento de uma hierarquia de estágios de degradação da área. Esta hierarquização, enfocada principalmente do ponto de vista de uma avaliação qualitativa da paisagem, pode partir de uma classificação simples, tomando por exemplo três estágios distintos de alta, média e fraca degradação, e atingir até uma complexidade variada, o que estará na dependência do detalhamento e objetivo do pesquisador ou do planejamento.

No estudo de caso desenvolvido sobre a microbacia hidrográfica do córrego do Simião, o exemplo aqui utilizado, zoneou-se a área em três distintas porções que são (figura 9): área I - degradação forte, área II - degradação moderada e área III - degradação fraca.

Para a análise desta carta é necessário que se faça uma descrição pormenorizada e uma análise da interação entre a sociedade e natureza e, portanto, da degradação ambiental e sua dinâmica, de cada zona estabelecida, sendo que o zoneamento adotado deve ficar claramente explicitado. Ainda, é muito importante envolver nesta análise uma perspectiva de correlações levando-se em consideração o máximo possível de aspectos ligados ao planejamento ambiental; assim, deve-se evidenciar o levantamento de diretrizes para a recuperação da área.

No estudo de caso exemplificado, por exemplo, apontou-se que a área I, a de mais expressiva degradação no contexto da microbacia hidrográfica, deverá receber, prioritariamente em relação às demais, atenção do poder público e da população no sentido de sua urgente recuperação ambiental. A instalação de filtros nos lançamentos de efluentes, despoluição do curso hídrico e o repovoamento da vegetação (mata galeria, de topos e de trechos da vertente com inclinação elevada) foram algumas das diretrizes levantadas para a se iniciar a recuperação desta parte da microbacia. É evidente que a atenção do poder público e privado deve envolver a microbacia no seu todo, não negligenciando as áreas I e II, mesmo que as ações mais imediatas voltem-se mais diretamente para a área I.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia apresentada revelou-se muito interessante do ponto de vista didático, pois permitiu a introdução de acadêmicos no trabalho de elaboração de diagnóstico ambiental de microbacias hidrográficas, atividade que o geógrafo, principalmente, e também vários outros profissionais, poderão executar dentro de suas

competências profissionais.

A constituição brasileira promulgada em 1988 normatizou, na parte relativa ao meio ambiente, a elaboração e aprovação de EIAs (Estudo de Impacto Ambiental) e RIMAs (Relatório de Impacto do Meio Ambiente) quando da instalação de atividades produtivas danosas ao ambiente. O diagnóstico ambiental se constitui em aspecto importantíssimo na elaboração de tais documentos e o geógrafo, profissional que compõe a equipe de elaboração de tais documentos, tem muito a contribuir, pois tem na sua habilitação profissional conhecimento técnico-científico que lhe assegura boa qualificação para o desempenho desta atividade.

FIGURA 9 - MICROBACIA CÓRREGO DO SIMIÃO - PIRAQUARA/PR
ZONEAMENTO AMBIENTAL

A carta de zoneamento ambiental constitui-se na concretização do objetivo básico do trabalho, pois configura-se no diagnóstico ambiental básico da microbacia hidrográfica. Muitas outras informações podem ser nele acrescentadas, o que o tornará muito mais rico; estas informações e análises, que dão o caráter de originalidade de cada trabalho, ficam a critério de cada pesquisador / estudioso ou equipe. A utilização de equipamentos de informática com avançados *softwares* tem facilitado em muito a seu emprego; ela é, por exemplo, perfeitamente compatível com o geoprocessamento, técnica centenária do trabalho geográfico que se popularizou enormemente com a inovação tecnológica.

Há que se frisar, todavia, que uma proposta metodológica como esta aqui apresentada, constitui-se tão somente numa sugestão aos interessados, e que ela pode, conforme a situação e o objetivo, ser moldada aos interesses do indivíduo ou da equipe de trabalho; ou seja, a metodologia aqui esboçada pode ser aplicada no seu todo em parte. As condições particulares de cada microbacia hidrográfica é que definirão os elementos a serem envolvidos na elaboração do seu diagnóstico ambiental.

Pode-se perceber, de maneira geral, que a presente proposta, desenvolvida em conformidade com o conhecimento geográfico, se constitui em uma das inúmeras possibilidades de aplicação da geografia ao estudo do meio ambiente. A aplicação da mesma em vários estudos de caso permitiu sua experimentação e amadurecimento, corroborando o fato de que a mesma constitui-se numa ferramenta capaz de auxiliar em muito, tanto os geógrafos, como também outros profissionais, preocupados com a espacialização dos problemas ambientais e sua recuperação; enfim, com o planejamento e a gestão ambiental de microbacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. R. *Diagnóstico ambiental e estruturação de dados da Fazenda Santa Terezinha* (Embrapa/CNPSO). Londrina, 1995. Monografia de conclusão de curso de graduação. Inédito. Universidade Estadual de Londrina.

BELTRAME, A. V. *Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas*: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

CASAGRANDE, L. A. *Degradação ambiental e qualidade de vida na microbacia*

do córrego das Pedras. Londrina, 1993. Monografia de conclusão de curso de graduação. Inédito. Universidade Estadual de Londrina.

CHRISTOFOLETTI, A. *Análise de sistemas em geografia*. São Paulo: Hucitec, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COSTA, M. E. C. *Degradação ambiental em microbacia hidrográfica*: estudo de caso do córrego Capivara. Londrina, 1992. Monografia de conclusão de curso de graduação. Inédito. Universidade Estadual de Londrina.

CUNHA, F. C. A. *Crescimento urbano e poluição hídrica na zona norte de Londrina/PR*. Presidente Prudente, 1997. Dissertação de mestrado. Inédito. Universidade Estadual de São Paulo.

CUNHA, K. B. *Técnicas de representações gráficas de índices morfométricos e outras variáveis aplicadas à análise do meio ambiente*: estudo teórico. São Paulo, 1988. Tese de Doutoramento. Universidade de São Paulo.

DREW, D. *Processos interativos homem - meio ambiente*. São Paulo: DIFEL, 1986.

DE BIASI, M. *A carta clinográfica*: os métodos de representação e sua confecção. São Paulo: USP / FFLCH / DGEO, 1986.

DE BIASI, M. et al. *Cartas de orientação de vertentes*: confecção e utilização. Cartografia. São Paulo: IGEO / USP, 1977, n. 4.

FERREIRA, A. M. *Diagnóstico ambiental parcial da bacia hidrográfica do ribeirão do Tigre* - Colombo/PR. Curitiba: 2000. Monografia de conclusão de curso de graduação. Inédito. Universidade Federal do Paraná.

GRIGGIO, A. M. et al. *Planejamento ambiental*: diagnóstico ambiental da microbacia do córrego do Simião, Piraquara/PR. Curitiba, 1999. Relatório monográfico de conclusão de disciplina de curso de graduação. Inédito. Universidade Federal do Paraná.

FUNDAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ADMINISTRATIVO. *Planejamento e gerenciamento ambiental*. Cadernos Fundap. Ano 9. n. 16, junho/89.

HIDALGO, P. *Manejo conservacionista em bacias hidrográficas*. Londrina, Surehma/Copati/Ibama, 1990.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual técnico de uso da terra*, 1999.

KOGUT, J. *Degradação ambiental do córrego Limoeiro* - Piraquara/PR. Curitiba, 1998. Monografia de conclusão de curso de especialização em análise ambiental. Inédito. Universidade Federal do Paraná.

MARTINELLI, M. *Curso de Cartografia Temática*. São Paulo: Contexto, 1991.

MENDONÇA, F. A. Diagnóstico ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica. In: Encuentro de Geógrafos de America Latina, 4. *Anais: Geodinámica ambiental y riesgos naturales*. Merida/Venezuela: Universidad de Los Andes, 1993. p. 301-315.

_____ *O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno*: proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR. São Paulo: 1995. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo.

MENDONÇA, F. A. et al. Diagnóstico ambiental da microbacia hidrográfica do córrego Barreiro: Londrina/PR. In: X Encontro Nacional de Geógrafos. *Resumos*. Recife: AGB/UFPE, 1995. Inédito.

MENDONÇA, F. A.; FERREIRA, O. Cartografando a legislação ambiental: uma contribuição da geografia para o equacionamento de problemas ambientais. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, VI. *Anais do...* Goiânia: UFG/CNPq, 1995.

MENDONÇA, M. *Caracterização geográfica e análise ambiental parcial da fazenda Santa Fé - Palotina/PR*. Umuarama, 1998. Monografia de conclusão de curso de especialização em Geografia, Ensino e Meio Ambiente. Inédito. Universidade do Paraná.

NOVO, E.M.L.M. *Sensoriamento remoto*: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. In: *Boletim de Geografia Teorética*, v.23; 45-46, 1993, p. 288-293.

SEWEL, G. H. *Administração e controle da qualidade ambiental*. São Paulo: Edusp/Cetesb, 1978.

THOMAZ, E.L. *Erosão urbana*: sua problemática e contextualização no município de Florai/PR. Londrina: 1995. Monografia de conclusão de curso de graduação. Inédito. Universidade Estadual de Londrina.