

# ECORREGIÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ, PARANÁ, BRASIL: UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA A GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Maurício MEURER<sup>1</sup>

Jean-Paul BRAVARD<sup>2</sup>

José Cândido STEVAUX<sup>3</sup>

## Resumo

À partir da elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos, o Brasil manifestou a necessidade de conhecer melhor os recursos disponíveis e planejar gestão destes recursos em diferentes escalas espaciais. As metodologias de delimitação de regiões naturais homogêneas podem auxiliar o país a elaborar seus planos de gestão atendendo a estas necessidades. Este artigo tem por objetivo identificar as ecorregiões naturais da bacia hidrográfica do rio Ivaí, no Estado do Paraná, de forma a avaliar a aplicabilidade e a contribuição desta metodologia de delimitação de regiões naturais homogêneas para o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. Após uma revisão da literatura e a seleção de uma metodologia de compartimentação, foi realizado um inventário dos fatores de controle da bacia hidrográfica. Estes fatores de controle foram sobrepostos dois a dois resultando em três cartas de síntese. A sobreposição destas cartas de síntese resultou na Carta de Ecorregiões Naturais da bacia do Ivaí. Esta carta é composta de cinco grandes ecorregiões, cada uma delas dividida em duas sub-ecorregiões. Ao final, a metodologia de delimitação de ecorregiões proposta mostrou ser uma boa ferramenta para fazer a síntese da complexidade de paisagens e orientar os futuros trabalhos de gestão destes recursos.

**Palavras-chave:** Rio Ivaí. Ecorregiões. Recursos hídricos. Bacia hidrográfica. Compartimentação.

## Abstract

### **Ecoregions of the Ivaí River Basin, Parana State, Brazil: a methodological contribution to watershed management**

Since the elaboration of the Water Resources National Plan, Brazil has become aware of the necessity to better understand their available resources and plan the management of these resources at different spatial scales. The methodology of delimiting natural homogeneous regions can help Brazil to adapt its management plans to its needs. This paper aims to identify the natural ecoregions of the Ivaí watershed, in Parana State, in order to assess the applicability and the contribution of this methodology of delimiting natural homogeneous regions to water resources management in Brazil. After a review of the literature and the selection of a methodology, an inventory of the control factors of the watershed is made. These control factors are superimposed to produce three synthesis maps. The superposition of these three synthesis maps results in the Map of Natural Ecoregions of the Ivaí Watershed. This map presents five major ecoregions, each one of which is subdivided into two sub-ecoregions. The method of delimitation of ecoregions is found to be a useful tool for the synthesis of complex landscapes and for the development of management guides for these resources.

**Key words:** Ivaí river. Ecoregions. Water resources. Watershed. Compartmentation.

<sup>1</sup> Université Lumière Lyon 2, Universidade Estadual de Maringá / GEMA – Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente, E-mail: mauriciomeurer@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor, Université Lumière Lyon 2, E-mail: Jean-Paul.Bravard@orange.fr

<sup>3</sup> Professor, Universidade Estadual de Maringá / GEMA – Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente, E-mail: jcstevaux@uem.br

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui um território com mais de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, sendo o quinto país do mundo em superfície. Como a maior parte de seu território situado na zona tropical úmida (92%), o país é importante também pela quantidade de recursos hídricos que concentra: segundo as estimativas, cerca de 13,7% de toda água doce do planeta encontram-se no Brasil (MMA, 2003, p. 51). Se num primeiro momento o Brasil parece se encontrar numa situação confortável quanto à disponibilidade de recursos hídricos, uma análise mais criteriosa apresenta uma realidade é bem diferente. A bacia amazônica que concentra 73,6% dos recursos hídricos superficiais brasileiros tem uma vazão de retirada de apenas 3%, por outro lado 30% das retiradas de água são feitas na bacia do Paraná, que dispõe de somente 6,4% dos recursos hídricos do país (ANA, 2007, item 4.2).

A partir da segunda metade do Século XX, o aumento da população, sua concentração nos grandes centros urbano e, a forte demanda de água por parte das atividades agrícolas e industriais intensificaram ainda mais esta desigualdade. Por estes motivos, o gerenciamento dos recursos hídricos se tornou um assunto recorrente nas discussões sobre as políticas ambientais.

Segundo Gordon et al. (2004, p. 319), "a maior parte dos grandes países possuem uma grande variedade de ecossistemas aquáticos. Esta diversidade cria dificuldades para o gerenciamento destes ecossistemas na escala nacional". É o caso do Brasil: em função de sua extensão territorial e de sua importante rede hidrográfica, o país possui uma grande variedade de ecossistemas aquáticos, mas a maior parte destes ecossistemas ainda é pouco ou mal conhecida. Em função disso, à partir da segunda metade da década de 1980, toda uma nova base legal e institucional de gestão dos recursos hídricos passou a ser implementada.

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, foram criados, em âmbito federal, a SRH – Secretaria de Recursos Hídricos, o CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e a ANA – Agência Nacional de Águas. Coube então ao CNRH a elaboração do primeiro PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos.

"O PNRH é um plano estratégico de longo prazo, pactuado entre o Poder Público, os usuários e as comunidades, que visa fundamentar e orientar a implementação política e o gerenciamento dos recursos hídricos, propondo as diretrizes e grandes metas para a gestão dos mesmos" (MMA, 2003, p. 6). A primeira versão do PNRH foi concebida de forma bastante ampla e generalista, utilizando como nível de análise as escalas cartográficas de 1/5.000.000 e 1/1.000.000. A idéia era elaborar um documento bastante amplo que servisse de ponto de partida para os estudos mais detalhados a serem realizados nos próximos anos. Em suma, a primeira versão do PNRH constituiu um grande diagnóstico da situação dos recursos hídricos em nível nacional.

## A PROBLEMÁTICA DE TRABALHO

A construção da primeira versão do PNRH trouxe consigo uma série de questionamentos sobre o gerenciamento futuro dos recursos hídricos no país:

- Como identificar problemas regionais relevantes e sua hierarquia segundo a abrangência ou a área de influência?
- Qual a melhor divisão espacial para os planos de gerenciamento de bacias hidrográficas?
- Como deve ser feita a articulação entre os planos nacional, estadual e de bacias hidrográficas? (MMA, 2003, p. 371; MMA, 2006, p. 95).

A partir destas questões, observa-se que o Brasil tem necessidade de planejar as futuras políticas de proteção e preservação dos recursos hídricos em diferentes escalas espaciais, ou seja, em escalas espaciais hierarquizadas. Assim sendo, os trabalhos de delimitação de regiões naturais homogêneas podem representar um ponto de partida interessante para que o país elabore seus planos de gestão, conheça melhor o seu território e os recursos naturais disponíveis. Além disso, o trabalho com a delimitação de regiões naturais homogêneas pode auxiliar na busca de soluções para as questões oriundas da primeira versão do PNRH. É importante porém que estes trabalhos sejam feitos de forma adaptada à realidade brasileira, respeitando as grandes dimensões de nossas bacias hidrográficas e cursos d'água, e a carência de informações básicas sobre estes sistemas hidrográficos.

Considerando os pressupostos anteriormente apresentados, o presente trabalho tem por objetivo identificar as ecorregiões naturais da bacia hidrográfica do rio Ivaí, no Estado do Paraná, de forma a avaliar a aplicabilidade e a contribuição desta metodologia de delimitação de regiões naturais homogêneas para o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. A delimitação das ecorregiões servirá também para melhor compreender a organização e o funcionamento das diferentes unidades de paisagem que compõem esta bacia hidrográfica.

## **ECORREGIÕES: PRINCÍPIOS BÁSICOS**

"Ecorregiões são grandes ecossistemas de extensão regional que contém em seu interior um certo número de ecossistemas. São zonas geográficas que representam grupos ou associação de ecossistemas com um funcionamento similar. Os limites regionais podem ser delineados com base em informações detalhadas sobre os ecossistemas em nível local, ou pela análise dos fatores que provavelmente atuaram como forças seletivas na criação dos diversos ecossistemas" (BAILEY, 1983, p. 365).

A origem do conceito de ecorregião resulta de uma derivação do conceito de ecossistema. Ao longo do Século XX, alguns pesquisadores se dedicaram aos estudos climáticos e biogeográficos em escala regional. Ao observarem a estreita ligação existente entre a distribuição espacial dos climas e dos domínios vegetais, diversas tentativas foram feitas para se estabelecer uma regionalização ecológica da superfície da Terra; pois o conceito de ecossistema, utilizado para pequenas unidades espaciais, não se aplicava aos estudos biogeográficos em escala regional. Em um estudo sobre as florestas das províncias marítimas do Canadá, Loucks (1962) apresentou pela primeira vez o conceito de ecorregiões (BAILEY, 2005, p. S14). Alguns anos depois, Crowley (1967), baseado em dados regionais de clima e vegetação, elaborava a primeira carta de ecorregiões do Canadá. Seguindo o exemplo de Crowley (1967), Bailey (1976) elaborou a carta de ecorregiões dos Estados Unidos. Apesar da publicação destes dois trabalhos cartográficos de caráter aplicado, as bases teóricas e metodológicas da delimitação das ecorregiões foram publicadas somente nos anos 1980, quando Bailey (1983) explicou o método utilizado para a confecção da carta de ecorregiões dos Estados Unidos.

Segundo Wasson et al. (2004, p. 5), os biólogos retomaram o conceito de ecorregiões e o adaptaram para aplicá-lo aos estudos de gestão dos meios aquáticos em escala regional. Isto foi o primeiro passo para a utilização das ecorregiões em trabalhos de classificação fluvial. A utilização das ecorregiões para a classificação de cursos d'água se tornou uma prática relativamente frequente. Segundo Naiman et. al. (1992, p. 99), "o conceito de ecorregião se aplica cada vez mais aos agrupamentos de cursos d'água onde se utiliza a resolução a grande escala. Isto representa, na realidade, uma alternativa menos custosa que as classificações baseadas em trabalho e dados intensivos, baseadas em variáveis de pequena escala, pois isto permite aos gestores de prever as características físicas e biológicas de acordo com os lugares. Contudo, este conceito não é tão útil aos gestores que

operam dentro dos limites de uma única ecorregião, em razão das variações locais da geologia, das vazões, do gradiente e das formas dos canais”.

Em termos metodológicos, duas estratégias foram criadas para a delimitação de ecorregiões:

- As ecorregiões podem ser identificadas pela coleta e análise de uma grande quantidade de dados geográficos e biológicos, de forma que os agrupamentos sejam feitos a partir de similaridades documentadas ou percebidas nas propriedades da paisagem. Isto demanda uma extensa base de dados, e a extrapolação dos resultados para outras regiões geográficas nem sempre é muito simples;
- As ecorregiões também podem ser definidas pelo agrupamento dos determinantes físicos do funcionamento e da estrutura dos ecossistemas, os chamados **fatores de controle**. Isto permite uma abordagem mais holística e demanda uma base de dados mais leve, o que ajuda a reduzir o volume de trabalho (HARDING; WINTERBOURNE, 1997, p. 276).

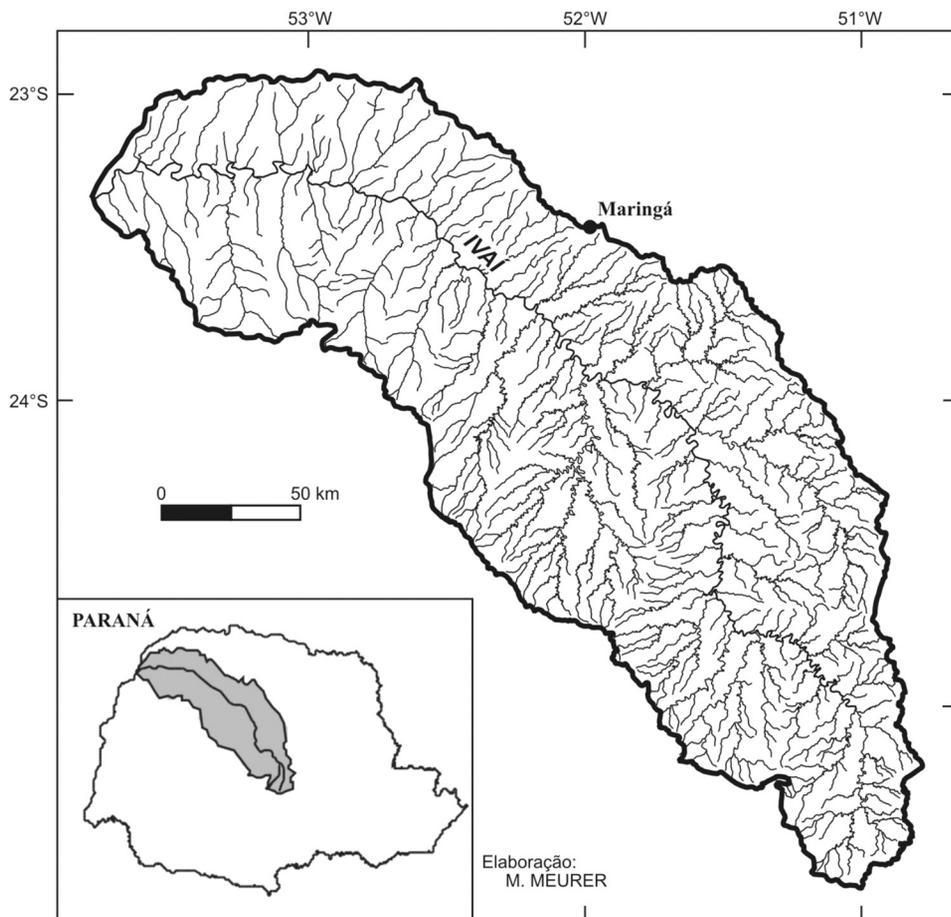
Segundo Bryce e Clarke (1996, p. 297), “a regionalização ecológica é um tipo de classificação espacial. É o processo na qual os limites são desenhados ao redor de áreas relativamente homogêneas, em uma escala específica, em um dado nível de detalhe. A delimitação de ecorregiões inclui a análise da estrutura do ecossistema. Os limites ecorregionais indicam onde ocorrem mudanças significativas nas características da paisagem. As mudanças podem ser graduais ou abruptas, mas, em razão do processo de regionalização, áreas discretas são criadas a partir de um continuum, o que faz que os limites das regiões resultantes sejam aproximações. Ecorregiões são modelos da realidade; seus limites representam uma área de transição de largura variável”. Nos últimos anos, alguns trabalhos de classificação fluvial baseados em ecorregiões foram publicados em diversos países (BRYCE; CLARKE, 1996; HARDING; WINTERBOURNE, 1997; BOTHALE *et al.*, 1998; WASSON *et al.*, 2004; CHANDESRESIS *et al.*, 2005a e 2005b), algumas vezes apresentando consigo novas proposições metodológicas de setorização do sistema fluvial.

## A ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Ivaí (Figura 1) está situada na porção sul do território brasileiro, no estado do Paraná. Segunda bacia mais importante do estado, depois da bacia do rio Iguaçu, ela ocupa uma área de 36.553 km<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente 18 % da superfície do Paraná.

O rio Ivaí, curso d’água que dá o seu nome à bacia hidrográfica, é um importante afluente da margem esquerda do rio Paraná, e ele se origina a partir da confluência dos rios Dos Patos e São João, próximo ao município de Ivaí. A partir deste ponto, ele corre por um leito sinuoso de aproximadamente 680km (DESTEFANI, 2005, p. 20), com direção preferencial noroeste, até atingir o rio Paraná. A vazão média medida na estação Novo Porto Taquara, situada a aproximadamente 77 km antes da confluência com o rio Paraná, é de 686 m<sup>3</sup>/s. A vazão máxima medida nesta mesma estação é de 3.990 m<sup>3</sup>/s, no dia 04/10/1993. Por outro lado, a maior vazão já medida no rio Ivaí foi registrada na estação fluviométrica de Porto Bananeiras: 6.027 m<sup>3</sup>/s, no dia 19/09/1983 (HIDROWEB, 2006).

A bacia hidrográfica do rio Ivaí apresentava uma diversidade paisagística natural importante, e esta diversidade de paisagens tornou-se ainda mais complexa na medida em que se sucederam as diferentes fases de ocupação do seu território. Em função desta grande heterogeneidade, e de sua importância para o estado do Paraná, que a bacia do Ivaí foi escolhida para servir como área teste para a aplicação desta metodologia de compartimentação da paisagem baseada em ecorregiões.



**Figura 1 - A bacia hidrográfica do rio Ivaí.**

## **METODOLOGIA**

A definição dos procedimentos metodológicos a serem utilizados na compartimentação da bacia do Ivaí procurou utilizar as informações sobre os assuntos disponíveis na literatura hidrológica, ecológica e geomorfológica, adaptando-as à realidade das bacias hidrográficas brasileiras, de forma a responder a algumas das questões oriundas do PNRH. Assim sendo, os procedimentos metodológicos se desenvolveram em três grandes etapas (Figura 2):

### **a) Revisão da literatura e seleção de uma metodologia de compartimentação**

Nesta etapa do trabalho foi reunido um grande número de artigos e relatórios sobre a compartimentação dos sistemas hidrográficos em zonas homogêneas. Entre os trabalhos selecionados para a revisão estavam artigos que tinham como foco central a geomorfologia (KELLERHALS *et al.*, 1976; SCHUMM, 1977; ROSEN, 1994; SCHMITT *et al.*, 2004, entre outros), e outros que tinham como foco a ecologia de ambientes aquáticos (BRYCE; CLARKE,

1996; HARDING; WINTERBOURNE, 1997; BOSTELMAN *et al.*, 1998, WASSON *et al.*, 2002 e 2004, entre outros). Uma revisão criteriosa de todos os materiais reunidos foi realizada de forma a avaliar cada uma das metodologias utilizadas ou propostas (MEURER, 2008, pp. 14 - 49).

Em virtude de sua facilidade de aplicação e fácil adaptabilidade ao caso das bacias hidrográficas brasileiras, a metodologia proposta por Harding e Winterbourne (1997, pp. 277 - 282) foi escolhida para servir de base à compartimentação da bacia do Ivaí. Esta metodologia trabalha com a regionalização à partir da integração de critérios ditos "determinantes para o funcionamento dos ecossistemas" (HARDING; WINTERBOURNE, 1997, p. 278), os chamados fatores de controle.

b) Inventário dos fatores de controle

Definida a linha metodológica a ser seguida, foi então realizado um inventário dos fatores de controle da bacia hidrográfica do Ivaí. Nesta etapa, procurou-se reunir todos os materiais cartográficos, textuais, de base de dados, de sensoriamento remoto, de trabalhos acadêmicos, relatórios técnicos e quaisquer outros documentos que fornecessem informações sobre qualquer um dos seis fatores de controle definidos por Harding e Winterbourne (1997, p. 278): Geologia, Cobertura Pedológica, Vegetação Original, Relevô, Clima e Normais de Precipitação.

c) Delimitação das Ecorregiões

Após reunidas as informações sobre os fatores de controle da bacia do Ivaí, passou-se a etapa de delimitação das ecorregiões. Segundo a proposta metodológica feita por Harding e Winterbourne (1997, pp. 277 - 281), as cartas dos fatores de controle devem ser sobrepostas duas a duas, da seguinte maneira: geologia e cobertura pedológica, vegetação original e relevô, clima e normais de precipitação (Figura 2). Destes cruzamentos, três cartas de síntese são elaboradas. Estas três cartas de síntese são então superpostas a fim de identificar onde os limites dos seis fatores de controle analisados coincide. Os locais onde dois ou mais limites de fatores de controle coincidem marcam faixas de transição entre duas unidades naturais, ou seja, o limite entre duas ecorregiões.



**Figura 2 - Esquema metodológico da elaboração da carta de ecorregiões da bacia do rio Ivaí**

Para a elaboração da carta de ecorregiões da bacia hidrográfica do Ivaí, foram utilizadas as seguintes informações sobre os fatores de controle:

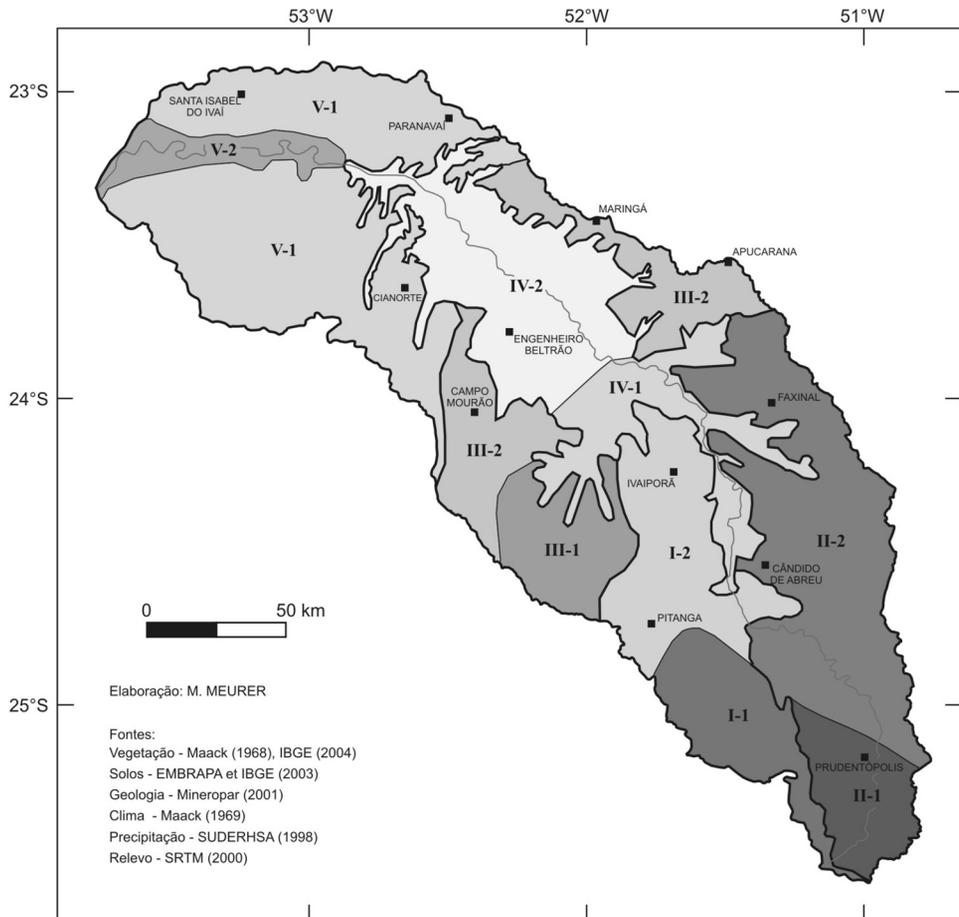
- Geologia: extraída do Mapa Geológico do Estado do Paraná, na escala 1/650.000 (MINEROPAR, 2001);
- Cobertura Pedológica: extraída do Mapa de Solos do Brasil, na escala 1/5.000.000 (EMBRAPA; IBGE, 2003);
- Vegetação Original: extraída da carta de vegetação original do estado do Paraná, elaborada por Maack em 1968, (e publicada em Maack, 1969, p. 302). Esta carta foi readaptada à nomenclatura oficial da vegetação com base no Mapa de Vegetação do Brasil, na escala 1/5.000.000 (IBGE, 2004);
- Relevô: extraído de um mosaico de imagens de radar interferométrico, oriundas do levantamento SRTM – *Shuttle Radar Topographic Mission* (NASA, 2000);
- Clima: utilizou-se a Divisão Climática do Estado do Paraná, elaborada por Maack (1969);
- Precipitação: extraída do mapa de Precipitação Anual, na escala 1/1.000.000, publicado no Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (SUDERHSA, 1998, mapa 7).

Em virtude da diferença de precisão e de grau de detalhamento dos documentos utilizados, optou-se por realizar a sobreposição das informações de forma manual, mas com o auxílio do computador. Feita a superposição, a idéia era de encontrar as mudanças de paisagem mais marcantes, o que Bryce e Clarke (1996, p. 302) chamaram de "*obvious breaks*". Para tanto, foram considerados como "*obvious breaks*" os lugares onde vários limites dos fatores de controle se superpunham. Isto permitiu a identificação das grandes unidades. Em um segundo momento, foram identificadas outras superposições de limites não tão importantes quanto as anteriores, mas que também marcavam mudanças na paisagem. Estes limites foram então utilizados para subdividir as grandes unidades identificadas anteriormente. Por fim, as mudanças de paisagem menos importantes foram ignoradas.

É importante deixar claro que no momento da definição dos limites das ecorregiões, algumas linhas foram suavizadas e/ou generalizadas, de forma a não dar a idéia da existência de um limite rígido entre as unidades. Devemos ter em mente que uma carta de ecorregiões separa em áreas discretas um continuum de paisagens e, por este motivo, os limites entre as ecorregiões não devem ser vistos como contatos abruptos, mas sim como amplas zonas de transição (BRYCE; CLARK, 1996, p.297; MEURER, 2008, p. 44).

## RESULTADOS

A Carta de Ecorregiões da bacia hidrográfica do rio Ivaí elaborada é composta de 5 grandes ecorregiões, cada uma delas dividida em duas sub-ecorregiões (Figura 3).



**Figura 3 - Carta de ecorregiões da bacia hidrográfica do rio Ivaí**

**I – Ecorregião “Alto Planalto Basáltico”** - Esta ecorregião corresponde à porção sul do escarpamento do 3º Planalto Paranaense. Estes terrenos se encontram em altitudes entre 600m e 1300m e apresentam como embasamento as rochas basálticas da Formação Serra Geral. Os solos são no geral pouco profundos em função das altas declividades e da reduzida velocidade de pedogênese, limitada pelo clima um pouco mais fresco. A vegetação original era a Floresta Ombrofila Mista ou Floresta de Araucárias. A vegetação que é o principal fator de distinção entre esta parte do escarpamento e a parte que se encontra ao norte do Ivaí (que faz parte da ecorregião III). Por conta das diferenças de clima e de precipitação, esta ecorregião foi subdividida em duas sub-unidades:

- A **sub-unidade I-1** corresponde à parte alta do escarpamento que está voltada para o 2º Planalto Paranaense. Neste local as altitudes variam entre 700m e 1300m. O clima é do tipo temperado úmido com verão menos quente, e as precipitações são inferiores a 1600mm por ano.

- A **sub-unidade I-2** representa a parte alta do escarpamento do 3º Planalto Paranaense. As altitudes variam entre 600m e 1200m, com uma declividade relativamente mais suave, salvo nas vertentes que longeiam o vale do Ivaí. A geologia, os solos e a vegetação são os mesmos que os observados na sub-unidade 1, por outro lado a sub unidade I-2 apresenta um clima do tipo temperado umido, com verão temperado e precipitações muito abundantes que ultrapassam facilmente os 1600mm.

**II – Ecorregião “Alto Planalto Sedimentar”** – Esta ecorregião congrega os terrenos de altitudes entre 500m e 1200m que se encontram sobre as formações sedimentares paleozóicas do 2º Planalto Paranaense. Os solos são em geral pouco profundos, mas em certos casos eles podem apresentar perfis bem desenvolvidos. A vegetação original predominante era a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucárias, associada à Erva-Mate. Em função principalmente das diferenças de cobertura pedológica, esta ecorregião foi subdividida em duas sub-unidades:

- A **sub-unidade II-1** encontra-se na parte montante do planalto sedimentar, onde as altitudes variam entre 600m e 1000m. Esta sub-unidade distingue-se principalmente pela predominância de Argissolos e Latossolos, solos em geral profundos e bem desenvolvidos. As precipitações nesta sub-unidades são distribuídas de forma desigual pois elas são influenciadas pela topografia. É possível observar que as partes mais elevadas são em geral as partes que recebem maior volume de precipitação.
- A **sub-unidade II-2** corresponde à parte jusante do planalto sedimentar, onde as altitudes variam entre 500m e 1200m. No geral, ela apresenta as mesmas características que a sub-unidade anterior, salvo pela cobertura pedológica. Na sub-unidade II-2, predominam os Neossolos Litólicos, solos pouco profundos e com muito material lítico misturado. Em função da abundância de materiais finos, esta região concentra muitas olarias.

**III – Ecorregião “Médio Planalto Basáltico”** – Esta região corresponde aos planaltos presentes na porção média da bacia hidrográfica, dos dois lados do vale do Ivaí. Estes planaltos essencialmente basálticos apresentam altitudes superiores a 500m, e os solos são principalmente do tipo Neossolos Litólicos, pouco profundos e ricos em materiais líticos. O clima nesta ecorregião é do tipo temperado úmido com verão quente. Em função das diferenças de precipitação e de vegetação, esta ecorregião foi subdividida em duas sub-unidades:

- A **sub-unidade III-1** corresponde à parte montante do médio planalto que se encontra ao sul do Ivaí. As precipitações neste setor são muito abundantes, ultrapassando facilmente os 1600mm, inclusive com alguns setores que ultrapassam os 1800mm anuais. A vegetação predominante é a Floresta Estacional Semi-decidual, que consegue avançar sobre o planalto avançando pelo conjunto de vales da bacia do Corumbataí.
- A **sub-unidade III-2** é a parte mais a jusante do médio planalto. Nestes terrenos, acima de 500m, encontrava-se a Floresta Estacional Semi-decidual, com a ocorrência da Floresta Ombrófila Mista de forma secundária nas partes mais altas. As características de solo e clima são similares àquelas da sub-unidade III-1, salvo pela precipitações, que são menos abundantes, ficando em torno de 1600mm anuais.

**IV – Ecorregião “Vale Médio”** – Esta ecorregião delimita os terrenos que se encontram entre 250m e 500m de altitude, o que corresponde às vertentes e aos fundos de vale do Ivaí e de alguns de seus tributários. Em geral os solos, derivados do basalto, são profundos e bem desenvolvidos (Nitossolos). A vegetação predominante é do tipo Floresta Estacional Semi-decidual. O clima é do tipo temperado úmido com verão quente, mas as precipitações

totais não são as mesmas para toda a ecorregião. Assim, a distribuição das precipitações foi utilizada como critério para a subdivisão desta unidade:

- A **sub-unidade IV-1** corresponde à parte montante do vale, compreendida entre as altitudes de 300m e 500m. Nesta sub-unidade, o vale é cercado pelos planaltos do entrono, e as precipitações totais são mais abundantes, ultrapassando o limite dos 1600mm por ano.
- A **sub-unidade IV-2** corresponde à parte jusante do vale, compreendida entre as altitudes de 250m e 500m. O vale é mais aberto, e as precipitações são menos abundantes, inferiores a 1600mm anuais.

**V – Ecorregião “Colinas Areníticas e Planície Fluvial”** – Esta região corresponde ao terço inferior da bacia hidrográfica, onde encontramos o Arenito Caiuá como rocha matriz. Nesta ecorregião, os terrenos se encontram entre as altitudes de 230m e 700m; o clima predominante é do tipo temperado úmido com verão quente e inverno seco. Os solos, dos tipos Argissolo e Latossolo são em geral bastante arenosos. As precipitações anuais são inferiores a 1600mm e em certos locais não conseguem nem ultrapassar os 1400mm anuais. Esta ecorregião foi dividida em duas sub-unidades em função das diferenças morfológicas e processuais de esculturação da paisagem.

- A **sub-unidade V-1** engloba as colinas areníticas que circundam o baixo vale do Ivaí. Estas colinas apresentam altitudes entre 250m e 700m, com solos bastante arenosos e bem drenados, dos tipos Argissolo e Latossolo.
- A **sub-unidade V-2** corresponde à planície aluvial que aparece no baixo vale do Ivaí um pouco após a seção da estação fluviométrica Porto Paraíso do Norte. As altitudes variam entre 230m e 250m, e os solos predominantes são os Latossolos e os Gleysolos, submetidos às flutuações do lençol freático, e frequentemente saturados de água. Em geral, a vegetação da planície é bastante adaptada a este excedente hídrico, com campos inundáveis e vegetação ripária nas margens do canal.

## CONCLUSÕES

A carta de ecorregiões da bacia hidrográfica do Ivaí apresenta, na escala de análise da bacia hidrográfica, uma boa síntese das diferentes paisagens que podem ser encontradas na área estudada. Esta carta exprime de forma relativamente correta a divisão das grandes zonas geográficas onde os grupos de ecossistemas tendem a apresentar um funcionamento semelhante (BAILEY, 1983, p. 365). Futuramente, a elaboração de novos estudos permitirá saber se, além dos fatores de controle, outras variáveis tendem a respeitar os limites destes compartimentos, como por exemplo as variáveis bióticas. Por enquanto, a carta de ecorregiões serve para mostrar que o sistema fluvial do rio Ivaí não deve ser considerado como um sistema homogêneo, tendo em vista que ele provavelmente responde de forma particular às diferentes combinações dos fatores de controle de cada um dos compartimentos identificados.

Em termos metodológicos, a realização de um inventário dos dados disponíveis, a adaptação da metodologia proposta por Harding e Winterbourne (1997, pp. 277 - 281) e a aplicação desta proposta em uma bacia hidrográfica brasileira já constituem por si só um importante exercício de reflexão e de síntese. Os resultados destes esforços trazem boas contribuições não somente para a bacia hidrográfica do Ivaí e para o estado do Paraná, mas também para o avanço das discussões sobre a gestão dos recursos hídricos do país. No momento em que o Brasil busca metodologias de como gerenciar os recursos hídricos de uma forma integrada, em diferentes níveis de análise (nacional, dos estados, e dos municípios,

das micro-bacias, entre outros), os estudos sobre hidro-ecorregiões provaram ser uma alternativa interessante e que permitem a análise dos sistemas fluviais de uma forma hierarquizada, onde as grandes unidades de mesmo funcionamento podem ser subdivididas em unidades menores. Segundo Marston (2006, p. 3), a compartimentação em ecorregiões provou ser uma excelente ferramenta para fazer a síntese da complexidade do mundo real.

Por fim, seria interessante que os futuros trabalhos a serem realizados na bacia hidrográfica do rio Ivaí levassem em conta a existência desta compartimentação natural da paisagem, de forma que os dados resultantes destas pesquisas sejam interpretados considerando as diferentes combinações dos fatores de controle existentes em cada unidade. Desta forma, a análise dos resultados seria feita de uma forma mais integrada, e isso serviria ainda para detalhar a carta de ecorregiões elaborada.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao GEMA/UEM – Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente/Universidade Estadual de Maringá, por toda a infra-estrutura disponibilizada.

## REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Águas, Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil. **Cadernos de Recursos Hídricos**, Brasília, volume 2, [on line], 2007. Disponível em: <URL: <http://www.ana.gov.br/sprtew/recursoshidricos.asp>>
- BAILEY, R. G. **Ecoregions of the United States**. Mapa, escala 1:7.500.000, Ogden (Utah, Estados Unidos) : USDA Forest Service, Intermountain Region, 1976.
- BAILEY, R. G. Delineation of Ecosystem Regions. **Environmental Management**, Nova Iorque, v. 7, n. 4, p. 365 – 373, 1983.
- BAILEY, R. G. Identifying Ecoregion Boundaries. **Environmental Management**, Nova Iorque, v. 34, supl. 1, p. S14 – S16, 2005.
- BOSTELMANN, R., BRAUKMANN, U., BRIEM, E., FLEISCHHACKER, T., HUMBORG, G.; NADOLNY, I., SCHEURLEN, K., WEIBEL, U. An approach to classification of natural streams and floodplains in South-West Germany. In: DE WAAL, L. C.; LARGE, A. R. G.; WADE, P. M. (Ed.) **Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation**, Chichester: John Wiley & Sons, 1998, p. 31 – 55.
- BOTHALE, R.V., BOTHALE, V.M., SHARMA, J.R. Delineation of eco-watersheds by integration of remote sensing and GIS techniques for management of water land resources. In FRITSCH, D., ENGLISH, M., SESTER, M. (Ed.) **IAPRS**, v. 32/4, Stuttgart: ISPRS Commission IV Symposium on GIS – Between visions and applications, 1998.
- BRYCE, S. A.; CLARCKE, S. E. Landscape-level Ecological Regions: Linking State Level Ecoregion Frameworks with Stream Habitats Classifications, **Environmental Management**, Nova Iorque, v. 20, n. 3, p. 297 – 311, 1996.
- CHANDESRIS, A.; WASSON, J. G.; PELLA, H. **Hydro-écorégions de la Martinique**: propositions de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, Lyon: CEMAGREF, 2005a. 17 p.

CHANDESIS, A., WASSON, J. G., PELLA, H. **Hydro-écorégions de la Guyane**: propositions de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, Lyon: CEMAGREF, 2005b. 16 p.

CROWLEY, J. M. Biogeography. **Canadian Geographer**, v.11, p. 312 – 326, 1967.

DESTEFANI, E. V. **Regime hidrológico do rio Ivaí – PR**, 2005, 90 p, Dissertação (Mestrado em Geografia, Análise Ambiental e Regional) – Centro de Ciências Humanas Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005,.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, MINEROPAR – Minerais do Paraná S. A., **Mapa Geológico do Estado do Paraná**, 1/650.000, Curitiba: MINEROPAR, 1989.

EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária et IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Mapa de Solos do Brasil**, 1/5.000.000, Rio de Janeiro: EMBRAPA / IBGE, 2003.

GORDON, N. D., MCMAHON, T. A., FINLAYSON, B. L., GIPPEL, C. J., NATHAN, R. J. **Stream hydrology**: an introduction to ecologists, 2e éd. Chichester: John Wiley and Sons, 2004. 444 p.

HARDING, J. S.; WINTERBOURNE, M. J. An Ecoregion Classification of the South Island, New Zealand. **Journal of Environmental Management**, v.51, p. 275 – 287, 1997.

HIDROWEB, **Base de dados hidrométricos da Agência Nacional de Águas**. [on line] Brasília: ANA, 2006. Disponível em: <URL: <http://www.hidroweb.ana.gov.br>>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Mapa de Vegetação do Brasil**, 1/5.000.000, Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

KELLERHALS, R., CHURCH, M., BRAY, D. I. Classification and analysis of river processes. **Journal of the Hydraulics Division**, v. 102, n.7, p. 813 – 829, 1976.

LOUCKS, O. A Forest Classification for Maritime Provinces. **Proceedings of Nova Scotian Institute of Science**, v.259 (parte 2), p. 85 – 167, 1962.

MAACK, R. **Geografia física do Paraná**, Curitiba: UFPR - Universidade Federal do Paraná, 1969. 365 p.

MARSTON, R. Ecoregions: A geographic advantage in studying environmental change. **AAG Newsletter**, v. 41, n. 3, p. 5 – 6, 2006.

MEURER, M. **De l'hydro-écorégion au tronçon fluvial**: recherche méthodologique. Le cas du bassin versant de l'Ivaí, Etat du Paraná, Brésil, 2008, 307 p, Tese de Doutorado (Doctorat en Géographie, Aménagement et Urbanisme), Faculté de Géographie, Histoire, Histoire de l'Art et Tourisme - Université Lumière Lyon 2, 2008.

MMA – Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**, Brasília: MMA – Ministério do Meio Ambiente e Amazônia Legal / SRH – Secretaria de Recursos Hídricos / ANA – Agência Nacional de Águas, 2003, 373 p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**: Síntese Executiva, Brasília: MMA – Ministério do Meio Ambiente e Amazônia Legal / SRH – Secretaria de Recursos Hídricos / ANA – Agência Nacional de Águas, 2006, 135 p.

NAIMAN, R. J.; LONZARICH, D. G.; BEECHIE, T. J.; RALPH, S. C. General Principles of Classification and the Assessment of Conservation Potential in Rivers. In.: BOON, P. J.; CALOW, P.; PETTS, G. E. (Ed.) **River Conservation and Management**, Chichester: John Wiley & Sons, 1992, p. 93 – 123.

ROSGEN, D. L. A Classification of natural rivers, **Catena**, n. 22, p. 169 – 199, 1994.

SCHMITT, L., VALETTE, L., VALIN, K., PIEGAY, H., HALLOT, E. J. Proposition d'une méthode de typologie hydro-géomorphologique des cours d'eau et test sur un sous-bassin du Rhône (Bassin de l'Yzeron), Mosella, **Actes du Colloque Spatialisation et Cartographie en Hydrologie**, Tome XXIX, n. 3 - 4, p. 323 - 340, 2004.

SCHUMM, S. A. **The Fluvial System**, Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1977. 338 p.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. United States Geological Survey (USGS). **Shuttle radar topography mission data (SRTM)**. Sioux Falls: USGS, 2000. Disponível em: <<http://seamless.usgs.gov/website/seamless/viewer.php>>.

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, **Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná**. [on line] Curitiba: SUDERHSA. 1998. Disponível em : <URL : <http://www.suderhsa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=73>>

WASSON, J.-G.; CHANDESRIS, A.; PELLA, H.; BLANC, L. **Typology and reference conditions for surface water bodies in France** - The hydro-ecoregion approach. Sommaire de la communication présentée au symposium Typology and Ecological Classification of Lakes and Rivers, Helsinki : SKYE-Suomen Ympäristökeskus (Centro Finlandês de Meio Ambiente), 2002, 5 p.

WASSON, J.-G.; CHANDESRIS, A.; PELLA, H.; BLANC, L. Les hydro-écorégions: une approche fonctionnelle de la typologie des rivières pour la Directive Cadre Européenne sur l'eau. **Ingénieries**, n. 40, p. 3 - 10, 2004.

Recebido em julho de 2009  
Aceito em setembro de 2009

