



## **PESQUISAS APLICADAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

### **APPLIED RESEARCHS IN RIVER BASINS**

### **INVESTIGACIONES APLICADAS EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

#### **Salvador Carpi Junior**

Geógrafo - Laboratório de Geomorfologia e Análise Ambiental, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UNICAMP

Instituto de Geociências - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Rua João Pandiá Calógeras, 51, Cidade Universitária - Campinas-SP.

E-mail: salvador@ige.unicamp.br

#### **Archimedes Perez Filho**

Professor Titular, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UNICAMP

Instituto de Geociências - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Rua João Pandiá Calógeras, 51, Cidade Universitária - Campinas-SP.

E-mail: archi@ige.unicamp.br

**Resumo:** Este trabalho visa contribuir para o tema relacionado à aplicação de pesquisas em bacias hidrográficas, uma vez se tratar do principal eixo temático abordado no IV WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS. Os trabalhos apresentados apresentaram uma extensa variedade de temas e de correntes teóricas e metodológicas, consistindo em importante indicador da complexidade das interações entre as variáveis presentes no sistema bacia hidrográfica. Se de um lado, há o reconhecimento da bacia hidrográfica como unidade fundamental de aplicação de pesquisas, de outro, é necessário considerar suas limitações quando da comparação com demais categorias de análise territorial. O avanço teórico-metodológico das pesquisas e o fortalecimento dos instrumentos de gestão de bacias poderá facilitar a integração dos estudos realizados em unidades territoriais distintas, ao invés de se constituir em elemento de conflito.

**Palavras chave:** Pesquisa Aplicada; Bacias Hidrográficas; Gestão de Bacias.

**Abstract:** This work aims to contribute to the issue related to the application of research in river basins, since it is the main topic discussed in IV INTERNATIONAL WORKSHOP ON PLANNING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN RIVER BASINS. The papers presented showed a wide variety of themes and theoretical and methodological trends, consisting of important indicator of the complexity of interactions between the variables in the basin system. On the one hand, there is recognition of the river basin as the fundamental unit of administering surveys, on the other, it is necessary to consider its limitations when compared to other categories of territorial analysis. The theoretical and methodological advances in research and the strengthening of management tools basins can facilitate the integration of studies in

different territorial units, rather than to constitute an element of conflict.

**Keywords:** Applied Research; River Basins; River Basin Management.

**Resumen:** Este trabajo tiene como objetivo contribuir a la cuestión relacionada con la aplicación de la investigación en las cuencas hidrográficas, ya que es el principal tema debatido en el IV TALLER INTERNACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA CUENCA. Los trabajos presentados mostraron una amplia variedad de temas y tendencias teóricas y metodológicas, que es un importante indicador de la complejidad de las interacciones entre las variables del sistema de la cuenca. Por un lado, hay un reconocimiento de la cuenca hidrográfica como la unidad fundamental de la administración de las encuestas, por otro, es necesario tener en cuenta sus limitaciones en comparación con otras categorías de análisis territorial. Los avances teóricos y metodológicos de la investigación y el fortalecimiento de la gestión de cuencas herramientas pueden facilitar la integración de los estudios en las diferentes unidades territoriales, en lugar de constituir un elemento de conflicto.

**Palabras-clave:** Investigación Aplicada; Cuencas; Manejo de Cuencas.

## **Introdução**

O presente trabalho visa contribuir para as discussões sobre o tema “Pesquisas Aplicadas em Bacias Hidrográficas”, tendo em vista a participação dos autores no IV WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS, ocorrido em Presidente Prudente em novembro de 2013.

O tema é bastante significativo no contexto do planejamento de bacias hidrográficas, uma vez que tanto a análise como a gestão de bacias são elementos indissociáveis, sendo a aplicação das pesquisas elo de interligação fundamental para essa complementaridade. De fato, pesquisas aplicadas em bacias hidrográficas cumprem o papel de ampliar o conhecimento sobre suas características ambientais, subsidiando sua gestão, pois a fase de análise torna-se fundamental como base das ações de gestão e planejamento.

## **Variedade de temas e de aplicações das pesquisas**

A mesa redonda organizada para o IV Workshop denominada Pesquisas Aplicadas em Bacias Hidrográficas representou uma parcela importante da diversidade de aplicações de pesquisas sob esse recorte. É claro que essa diversidade é tão grande que não caberia no contexto da mesa redonda, estando perfeitamente representada no evento como um todo. A seguir, há a descrição dos temas e aplicações abordados e apresentados pelos membros convidados da referida

mesa redonda.

Na apresentação de Leila Pires Bezerra, da WWF BRASIL, o eixo principal de sua apresentação envolveu um trabalho direto com agricultores, o projeto ÁGUA BRASIL, parceria entre ANA/WWF/Fundação Banco do Brasil / Banco do Brasil.

Com foco na água e agricultura, mencionou trabalhos em 14 bacias hidrográficas em diversos locais do Brasil, conforme distintos domínios biogeográficos e cadeias produtivas, com as etapas de diagnóstico, prognóstico e intervenção. Expôs a importância da aplicação de práticas produtivas adequadas relacionadas à água e solo, incluindo técnicas de manejo correto, com certificação ambiental, e com monitoramento de práticas que já vinham sendo implementadas. Com destaque, comentou como os “produtores de água” se utilizam do pagamento de serviços ambientais para promover as práticas de conservação do solo, da água e de fragmentos florestais.

O Dr Marcelo Henrique Outênio, da EMBRAPA Gado de Leite, sediada em Juiz de Fora-MG, abordou a metodologia do agir coletivo na representação social da bacia hidrográfica como exemplo de pesquisa qualitativa com proposta de intervenção. A área escolhida foram bacias hidrográficas no entorno de unidades de conservação, como o Parque Nacional do Ibitipoca, onde a produção de leite busca o desenvolvimento rural sustentável, como no caso de unidades demonstrativas de saneamento rural. Foram realizadas visitas às comunidades rurais para acompanhamento desse trabalho, aplicação de entrevistas e análise do discurso dos agentes atuantes, incluindo temas como mudanças na paisagem e opinião sobre o pagamento de serviços ambientais. Assim, foi possível a elaboração de cenários e a inclusão dos aspectos levantados em políticas públicas

O Prof. Dr Archimedes Perez Filho, do Instituto de Geociências - UNICAMP destacou que toda pesquisa tem que ter uma fundamentação teórica, que em seu caso é a Teoria dos Sistemas, principalmente na aplicação em evolução da paisagem. Dessa forma, são fundamentais valorizar a bacia hidrográfica como unidade física de análise ambiental e considerar a análise temporal nas pesquisas, abordando 3 casos para exemplificar suas ideias.

No caso da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados (SP), mencionou a influência do reservatório de Ilha Solteira na alteração de nível de base regional, com a hipótese de reativação de rede de drenagem, principalmente canais de primeira ordem. Nesse trabalho (RODRIGUES, 2007), o sistema da rede de drenagem configurou-se como um adequado indicador das alterações ambientais

ocorridas na área de estudo. A análise morfométrica indicou um aumento no número de canais de primeira ordem e no comprimento total dos canais em toda a Bacia, conseqüentemente estas mudanças condicionaram as modificações dos parâmetros de densidade de drenagem e de densidade hidrográfica. Tais alterações foram condicionadas pela construção dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Ilha Solteira e Três Irmãos, mas também pelas alterações no uso e ocupação da terra.

Na bacia do córrego do Tucum, em São Pedro-SP, foram apresentadas as alterações de tipologia de canais do córrego e análise do perfil de equilíbrio desde os anos 80 (VALEZIO, 2013), com implicações importantes no contexto da Geomorfologia Fluvial e da ação antrópica em tais alterações. Perez Filho, Carpi Junior e Quaresma (2011) apontam que os processos erosivos presentes na bacia do córrego Tucum, apesar de possuírem gênese natural, têm sido intensificados por ações inadequadamente implementadas pelo poder público municipal. Tal fato se processa fundamentalmente pelo distanciamento deste em relação ao conhecimento científico sistematicamente produzido pelo meio acadêmico ao longo das últimas décadas.

Sobre a bacia do Rio do Peixe, oeste do Estado de São Paulo, abordou a comparação da situação atual do seu canal principal em termos de vazão, profundidade, largura, identificadas em seções transversais, com as condições existentes em 1906, quando o rio foi percorrido e mensurado pela antiga Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo. Os resultados do trabalho de Trivellato (2013) indicam aumento na largura, profundidade, velocidade de fluxo e vazão e diminuição nos índices de declividade e sinuosidade por meio dessa comparação. A análise geográfica do comportamento fluvial perpassa pela evolução do uso das terras em série histórica e levantamento do regime de chuvas e hidrológico da bacia hidrográfica. Constatou-se que a partir de 1920 a cobertura vegetal natural é paulatinamente retirada, causando efeitos no equilíbrio do canal fluvial. Concluiu-se que o aumento nas variáveis de geometria hidráulica se devem ao aumento do escoamento superficial e carga sedimentar gerado pelo desmatamento, uso agrícola e urbana, assim como o incremento no sistema de águas subterrâneas por meio de exploração de poços tubulares dos sistemas aquíferos sedimentar e basáltico.

Após a apresentação dos casos, Archimedes Perez Filho concluiu sua participação assinalando a necessidade de interpretação da escala histórica, considerando tanto a escala da natureza como a escala do homem, e exemplificou

com as pesquisas sobre datações geocronológicas em aluviões e baixos terraços em bacias hidrográficas. Demonstrou também a necessidade de retrabalhar dados, principalmente na Bacia do Paraná, na qual a reorganização do nível de base tem provocado a retomada de processos erosivos.

Por sua vez, o Prof. Dr Rodrigo Lilla Manzione, da UNESP - Ourinhos apresentou pesquisas e conceitos sobre modelagem hidrológica sob a abordagem estocástica e monitoramento de água subterrânea, consideradas como ferramenta de prognóstico para uma bacia por meio da elaboração de cenários. Destacou que a hidrologia estocástica não é recente, mas tem enfrentado resistência por parte dos engenheiros, que precisam de informações mais exatas. O método de análise de incertezas, por exemplo, possui desafios, inclusive por parte dos pesquisadores que precisam lidar com os comitês de bacias e dos tomadores de decisão.

O Prof. Rodrigo ressaltou a complexidade das interações entre água superficial e subterrânea, a importância da representação cartográfica nessas pesquisas elucidando como ocorrem essas interações. Apresentando diversos casos de aplicações em pesquisas, abordou as simulações do nível do lençol freático, inclusive com uso de MDT-Modelo Digital do Terreno, com importante aplicação na agricultura, no cotidiano, em previsões e em tomada de decisões, e na gestão de recursos hídricos subterrâneos em geral.

### **Alcances e limitações da aplicação de pesquisas em bacias hidrográficas**

O eixo temático “Pesquisas Aplicadas em Bacias Hidrográficas” apresentou importante destaque no contexto do Workshop, haja vista a quantidade de trabalhos apresentados e publicados nos anais do evento (ANAIS DO IV WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2013). Os números abaixo demonstram que a quantidade de trabalhos inscritos sob o tema “Pesquisas Aplicadas em Bacias Hidrográficas” (93) nos anais do evento é maior que a soma de todos os trabalhos associados aos demais eixos (70). Assim de acordo com os temas constantes do simpósio, a distribuição se apresenta da seguinte forma:

- Planejamento e Zoneamento de Bacias Hidrográficas: 36 trabalhos
- Políticas Públicas e Comitês de Bacias Hidrográficas: 12 trabalhos
- Clima e Gestão de Recursos Hídricos: 09 trabalhos

-Estratégias de Gestão Ambiental na Gestão de Recursos Hídricos:	07 trabalhos
-Planejamento e Gestão de Bacias Compartilhadas:	06 trabalhos
<b>-Pesquisas Aplicadas em Bacias Hidrográficas:</b>	<b>93 trabalhos</b>

Estes dados demonstram a extensiva adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise territorial, onde o foco principal de vários trabalhos não foi necessariamente a água. Nas últimas décadas, têm sido cada vez mais comuns estudos pedológicos, geomorfológicos, biogeográficos, climáticos, hidrológicos, socioambientais e pedagógicos sob o recorte territorial representado por bacias hidrográficas. Em muitos casos, incluem-se igualmente estudos de suporte aos instrumentos de gestão e planejamento ambiental, com destaque para a aplicação da legislação ambiental. Levando-se em consideração o objetivo do trabalho a ser desenvolvido, várias questões podem ser colocadas.

Poderia estar ocorrendo uma supervalorização, excesso ou exagero na utilização de bacias hidrográficas como unidades de estudos e aplicação de pesquisas? Muitos desses trabalhos poderiam ser desenvolvidos também em outras categorias de análises, tais como: municípios, perímetros urbanos, bairros, quadriculas, regiões administrativas, estados da federação, ou a partir de unidades geossistêmicas ou de paisagem; ou ainda, em diversas outras unidades territoriais?

Um tema que pode auxiliar na resposta a esse questionamento é a distinção entre gestão da água e gestão de bacias hidrográficas. Ambos apresentam seus alcances e limitações. Ao se ter como objetivo a gestão das águas, não podemos tratar apenas de unidades bacias hidrográficas, pois a água realiza seus percursos através dos limites dessas categorias de análise, ou então, os próprios cursos d'água delimitam as unidades territoriais. Isso sem considerar ainda a apropriação da água para abastecimento público e privado, no qual a água atravessa limites administrativos por meio de dutos e tubulações.

Por outro lado, as pesquisas e a gestão de bacias hidrográficas não podem desconsiderar as demais categorias de análise e unidades administrativas. No Brasil, há uma quantidade substancial de informações que tem sido levantadas e mapeadas durante ao menos várias décadas considerando-se essa gama variada de unidades de análise e que devem ser utilizadas nas pesquisas sobre bacias. E no caso da gestão, o ideal seria uma integração da aplicação dos instrumentos de gestão em função das distintas unidades administrativas, para que ao contrário de ocorrer um conflito entre elas, haja um ambiente de cooperação.

Um exemplo clássico ocorre no caso da poluição de trechos fluviais que percorrem municípios distintos, que inúmeras vezes gerou e tem gerado conflitos entre eles, e descaso com relação à qualidade da água. A criação e fortalecimento dos Comitês de Bacias tornaram-se elementos fundamentais para evitar tais conflitos e estabelecer formas de corresponsabilidade e cooperação entre os municípios.

Assim, as unidades territoriais municipais ou regionais não são suficientes para tal gestão, embora também sejam fundamentais por apresentarem instrumentos de planejamento e gerenciamento da água que complementam aqueles existentes nos Comitês de Bacias e demais órgãos reguladores e fiscalizadores.

### **Considerações finais**

A constatação da presença de uma extensiva diversidade nas temáticas das pesquisas, de correntes teóricas e metodológicas que as fundamentam, e da ampla variedade no potencial de aplicações são elementos indicativos de algumas características das bacias hidrográficas.

Um deles é o reconhecimento da complexidade das interações entre as variáveis presentes no sistema bacia hidrográfica, principalmente quando da interação com sistemas hidrológicos, que compreende também a água subterrânea. Juntamente com essa complexidade, há de se salientar as interações entre a natureza e a sociedade que perpassa pela unidade bacia hidrográfica. Nesse sentido, nota-se a importância da aplicação das pesquisas e ações de intervenção no sentido de melhorar as condições socioeconômicas e ambientais das áreas estudadas.

Para evitar uma supervalorização da opção de escolha da bacia hidrográfica em detrimento de outras unidades territoriais, é imprescindível a clareza do objetivo definido na pesquisa, entre os quais, se o trabalho visa especificamente à gestão da água ou à gestão dos elementos integrantes da bacia. Em paralelo, o avanço teórico-metodológico das pesquisas e o fortalecimento dos instrumentos de gestão de bacias poderá facilitar a integração dos estudos realizados em unidades territoriais distintas, ao invés de se constituir em fator de conflito.

### **Referências Bibliográficas**

PEREZ FILHO, Archimedes; CARPI JUNIOR, Salvador; QUARESMA, Cristiano Capellani. Gestão Pública e Riscos Ambientais Relacionados a Processos Erosivos: caso de São Pedro, São Paulo, Brasil. **Territorium**, v. 17, p. 219-226, 2011. Disponível em: [http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T18\\_artg/](http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T18_artg/)

Archimedes\_Perez.pdf. Acesso em: 24 out. 2014.

RODRIGUES, Tânia Regina Inácio. **Influência de reservatórios hidrelétricos na gênese e evolução da rede de drenagem no baixo curso do Rio São José dos Dourados (SP)**. Campinas, SP: [s.n.], 2007. Orientador: Archimedes Perez Filho. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

TRIVELLATO, Fred Teixeira. **Dinâmica fluvial no canal principal da Bacia do Rio do Peixe (Planalto Ocidental Paulista)**: análise comparativa a partir da expedição 1905/06 realizada pela Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo. Campinas, SP : [s.n.], 2013. Orientador: Archimedes Perez Filho. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

VALEZIO, Éverton Vinícius. **Mudanças na Tipologia do Canal Fluvial do Córrego Tucum, Município de São Pedro/SP**. Campinas, SP : [s.n.], 2013. Orientador: Profº Dr. Archimedes Perez Filho. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia, modalidade Bacharelado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS, 4, 2013, Presidente Prudente-SP. **ANAIS...** Presidente Prudente-SP: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia, 2013.

**Recebido em:** 12/08/2014

**Aceito para publicação em:** 30/09/2014