

---

# DISCUSSÃO TEÓRICA DOS MÉTODOS E TÉCNICAS PARA ESTUDOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

## DISCUSSION OF THEORETICAL METHODS AND TECHNIQUES FOR STUDIES IN RIVER BASIN

Patrícia Helena Mirandola Garcia<sup>1</sup>

---

**RESUMO:** O presente trabalho apresentará discussão teórica dos principais temas abordados na pesquisa realizada acerca de Bacias Hidrográficas, na perspectiva de fundamentar conceitos e teorias existentes, além de servir de base para a obtenção e interpretação dos dados, perante a legislação vigente. Além dos conceitos de apoio, vários métodos e aplicações para estudos em Bacias Hidrográficas são discutidos no campo das ciências, em especial na Geografia. Um dos procedimentos adotados é a tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) que vem se estabelecendo como uma ferramenta de rotina para a visualização e análise de informações espaciais, sendo utilizada em aplicações como cartografia, uso e cobertura da terra, análise e planejamento e em diversas aplicações de gestão de recursos naturais.

**Palavras-chave:** Bacias hidrográficas. Teoria geral dos sistemas. Áreas de preservação permanentes. Zonas ripárias e geotecnologias.

**ABSTRACT:** This paper presents a theoretical discussion of the main issues addressed in the survey about hydrographic basins, with a view to support existing concepts and theories, as well as serve as a basis for obtaining and interpreting the data before the law. In addition to supporting concepts, various methods and applications for studies in hydrographic basins are discussed in the sciences, especially in Geography. One of the procedures adopted is the technology of Geographic Information Systems (GIS), which has established itself as a routine tool for the visualization and analysis of spatial information and is used in applications such as mapping, land use and land cover, analysis and planning and in various natural resource management applications.

**Key words:** Hydrographic basins. General systems theory. Areas of permanent preservation. Riparian zone e geotechnologies.

### INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta métodos e técnicas aplicáveis em Bacias Hidrográficas, com temas relevantes para serem abordados em pesquisas ambientais, dentre eles, Bacia

---

<sup>1</sup> Professora Doutora do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Três Lagoas. E-mail: patriciaufmsgeografia@gmail.com

Hidrográfica como unidade de planejamento, a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), Áreas de Preservação Permanentes (APPs) – Zonas Ripárias (ZRs) e a abordagem do campo técnico, que se apoia nas geotecnologias como ferramentas eficazes para diagnósticos ambientais.

A base teórica metodológica adotada foi baseada nos seguintes temas: Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1975; ARGENTO, 2008; CHRISTOFOLETTI, 1999; UHLMANN, 2002; VALE, 2012); Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento (CASSETI, 1991; PIRES, 1995; CHRISTOFOLETTI, 1999; LORANDI; CANÇADO, 2002; ARAÚJO, 2005; IBGE, 2006, TUNDISI, 2003; LEAL, 2012); Áreas de Preservação Permanente (APPs) (OSBORNE; KOVACIC, 1993; SILVA, 2003; LAUREANO; MAGALHÃES, 2011; RAMOS; COELHO, 2011; GARCIA, 2012; MEDEIROS, 2013; LIMA, 2014).

Quando se analisam as formas de uso e cobertura da terra em Bacias Hidrográficas, utilizando técnicas de geoprocessamento, como o Sensoriamento Remoto (SR), o Banco de Dados Geográficos (BDG) e a Cartografia Automatizadas, torna-se mais fácil o entendimento das dinâmicas ambientais, fundamentais para o entendimento das alterações em Bacias Hidrográficas ao longo do tempo, tornando as análises mais próximas da realidade.

As análises apoiadas em geotecnologias, como uso e cobertura da terra, topografia, drenagem e solos permitem entender como o espaço se altera, possibilitando aos órgãos oficiais de planejamento o acesso a informações georreferenciadas, que permitem realizar o planejamento racional e adequado das Bacias Hidrográficas, minimizando as alterações ocorridas nesses locais.

## **BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO**

As Bacias Hidrográficas são entendidas como unidade de estudo, pois, dentre outros motivos, mantêm uma relação estreita entre os componentes do ambiente e a atividade antrópica. É de suma importância pensar no uso equilibrado da cobertura da terra, pois a integração e as modificações são sentidas por todos os seus proprietários ou ocupantes, podendo causar reflexos negativos tanto ambientais, sociais, como econômicos; logo, as Bacias Hidrográficas compõem ecossistemas adequados para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica que podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e à qualidade da água, uma vez que essas variáveis são relacionadas com o uso do solo (FERNANDES; SILVA, 1994; BARUQUI; FERNANDES, 1985).

Nas considerações de Pires (1995), o planejamento ambiental em Bacias Hidrográficas é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, pois, o conhecimento das dinâmicas ambientais e socioeconômicas fornece subsídios para tomadas de decisões, propiciando uso mais racional dos recursos naturais. Assim, a partir da caracterização do meio, da dinâmica dos processos ocorridos, do uso dos recursos naturais no contexto das Bacias Hidrográficas, é possível utilizar os conhecimentos obtidos, como subsídio para o planejamento e à gestão do meio físico.

As abordagens de planejamento e gerenciamento, que utilizam a Bacia Hidrográfica como unidade de trabalho, têm evoluído bastante, pois, as características biogeofísicas dessas áreas apresentam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (PIRES, 1995). Nesse sentido, as Bacias Hidrográficas permitem o conhecimento e certo grau de controle dos agentes envolvidos quando da produção e organização do espaço.

A Bacia Hidrográfica e a rede hidrográfica não possuem dimensões fixas. O termo *bacia hidrográfica* refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água, podendo ser também denominada de bacia de captação, quando atua como coletora das águas pluviais, ou bacia de drenagem, quando atua com uma área que

está sendo drenada pelos cursos d'água. A formação de uma Bacia Hidrográfica dá-se por meio dos desníveis dos terrenos que direcionam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas. Esses terrenos são delimitados por dois tipos de divisores de água: divisor topográfico ou superficial, quando é condicionado pela topografia, fixa a área da qual provém o deflúvio superficial da bacia; divisor freático ou subterrâneo, quando é determinado pela estrutura geológica dos terrenos, sendo influenciado pela topografia. Esse divisor estabelece os limites dos reservatórios de água subterrânea de onde é derivado o deflúvio básico da bacia, mudando de posição com as flutuações do lençol (CHRISTOFOLETTI, 2000).

Por se constituírem em ambientes com predomínio de uma única saída, as Bacias Hidrográficas possibilitam a realização de uma série de experimentos, que contribuem para a avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica. Essas agressões podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e da qualidade da água, uma vez que essas variáveis são relacionadas com o uso e com a ocupação da terra.

Conforme Pires e Santos (1995), a Bacia Hidrográfica é a unidade ambiental mais adequada para o tratamento dos componentes e da dinâmica das inter-relações concernentes ao planejamento e à gestão do desenvolvimento, principalmente no âmbito local e/ou regional. O insucesso no gerenciamento dos recursos naturais de uma Bacia Hidrográfica é identificado a partir da degradação e da perda da produtividade do solo, assoreamento dos canais fluviais, redução da vazão, enchentes, baixa qualidade da água e processo de erosão nas encostas.

O planejamento e a gestão de Bacias Hidrográficas, portanto, devem incorporar todos os recursos ambientais da área de drenagem e não apenas o hídrico. Concomitantemente, adotar uma abordagem de integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com ênfase na preservação da natureza e incluir os objetivos de qualidade ambiental para a utilização dos recursos, procurando aumentar sua produtividade e, ao mesmo tempo, diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem (LORANDI; CANÇADO, 2002).

Para planejar e utilizar os recursos hídricos é necessário que haja práticas eficazes de implementação e de viabilização de políticas públicas. Devem-se determinar os objetivos de utilização dos recursos naturais, principalmente da água, dentro de uma unidade que é a Bacia Hidrográfica, pois essa área deve ser zoneada em escalas de prioridade quanto ao uso e à ocupação da terra, agricultura, pesca, conservação, recreação, usos domésticos e industriais da água (TUNDISI, 2003).

A adoção da Bacia Hidrográfica, como unidade de planejamento e gerenciamento, enfatiza a integração econômica e social em processos conceituais. A utilização de tecnologias de proteção, conservação, recuperação e tratamento envolvem processos tecnológicos. Os processos institucionais determinam a integração dos setores públicos e privados em uma unidade fisiográfica, neste caso a Bacia Hidrográfica, sendo fundamental concretizar a otimização de usos múltiplos e o desenvolvimento sustentável. A Bacia Hidrográfica é um exemplo para se concretizar um estudo integrado, além de funcionar como importante instrumento para gerenciamento de recursos, decisões políticas relevantes em meio ambiente e ética ambiental (TUNDISI, 2003).

Segundo Leal (2012), a crescente pressão sobre os recursos de água doce, causada pelo aumento da demanda, pelo desperdício e pela progressiva poluição em nível planetário, é tema de profunda preocupação, ao ponto de ser considerado o problema-chave do século XXI. Essa preocupação significa que é necessário o desenvolvimento de uma política bem-sucedida de gerenciamento de recursos hídricos, de modo que satisfaçam, sem impactar

negativamente a natureza, as necessidades sociais, em consonância com o suporte para o ordenamento territorial e ambiental. Constituindo-se um importante instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos, a preocupação federal com esse bem natural limitado força a elaboração de diretrizes, leis e planos para proteger de forma objetiva e centralizada o monitoramento dos recursos hídricos, materializando os termos e as ações.

A Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, instituiu a Política de Recursos Hídricos, a qual adota a Bacia Hidrográfica como unidade de estudo da interação entre a rede de drenagem e as populações locais, o que envolve o uso desses recursos e os impactos das atividades humanas para os usos múltiplos atuais e futuros da água.

As atividades antrópicas afetam em grande escala o sistema natural, interferindo nas características ambientais. Dentre elas, o ciclo hidrológico, que provoca alterações na rede de drenagem, geomorfologia e no ecossistema. Entre as atividades que causam alterações ambientais, merecem atenção especial o represamento, os desvios de rios, os procedimentos inadequados no uso da terra entre outros manejos inadequados.

Santos (2004) ressalta a importância do estudo de Bacias Hidrográficas, determinando-as como unidades de planejamento de aceitação universal. É uma unidade cujos fenômenos de interação podem ser entendidos facilmente, pois são unidades geográficas onde os recursos naturais integram-se; no entanto, as áreas próximas às bacias necessitam de planejamento para fins de prevenção e de recuperação, já que refletem a intensidade das alterações ambientais. Práticas como o manejo do solo em áreas agricultáveis e projetos de construções adequadas de moradias nas áreas urbanas são fundamentais. “Em síntese, é preciso oferecer subsídios ao conhecimento sistemático dos sistemas naturais, procurando entendê-los sempre num processo de interação e interconexão, onde o homem se faz presente” (CASSETI, 1991).

Concomitantemente à área de estudo, existe a necessidade de se pensar sua preservação, com técnicas que garantam sua manutenção ambiental; logo, a preservação é uma alternativa para as Bacias Hidrográficas.

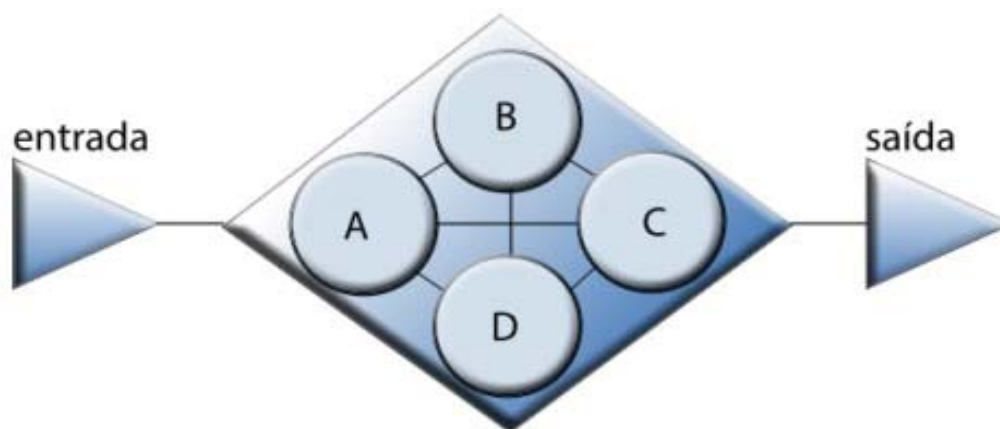
## **TEORIA GERAL DOS SISTEMAS (TGS) DIRECIONADA AOS ESTUDOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Outro conceito importante para a análise ambiental é o entendimento da Teoria Geral dos Sistemas (TGS). Essa teoria é uma das abordagens teóricas que dá suporte às análises ambientais, e está pautada na visão sistêmica de Bertalanffy (1975), que versa sobre os procedimentos metodológicos utilizados para analisar elementos relacionados com a natureza, organismos, objetos; logo, é uma teoria multidisciplinar por abranger várias ciências. Quando analisada de maneira holística, envolve a visão de mundo, o significado, o valor e o respeito. Esses quesitos, relacionados à natureza, tornam-se relativos quando se trata de civilização, pois o ambiente natural e sua relação com o agente modificador é relativo e independe da região, estado e nação.

A visão de mundo salienta-se quando envolve vários conhecimentos, desde o senso comum até o conhecimento científico, abarcando várias concepções, entre elas: **visão religiosa**: a qual relaciona a bíblia, em especial o livro de Gêneses, quando fala que Deus criou o homem; **visão mecanicista**: que considera o mundo como uma organização, composto por peças e elementos que o integram e fazem-no funcionar como uma máquina. Os seres humanos, seres vivos e a energia solar fazem parte de mecanismos, que procedem como fábricas; porém, o que se precisa entender é o funcionamento dessa máquina fantástica, a natureza, e compreender o planeta que se deve preservar e, mais ainda,

contribuir para que a natureza seja mais bem dominada e estimular seus mecanismos; **visão organicista:** que trata da organização do sistema no âmbito da superfície terrestre, onde cada unidade regional ou local deve trabalhar para atingir um estado de equilíbrio entre o ambiente natural e a ação modificadora (Natureza x Homem) para funcionar de forma integrada e compor a funcionalidade do planeta Terra (BERTALANFFY, 1975).

Baseando-se nessas definições, pressupõe-se, inicialmente, que os sistemas devem ter suas partes componentes, denominadas unidades, ou elementos, as quais devem se encontrar inter-relacionadas, dependentes umas das outras, por intermédio de ligações que denunciam os fluxos. Dessa forma, dentro desse conceito, o sistema é um operador que, em um determinado lapso de tempo, recebe a entrada (*input*) e o transforma em saída (*output*) (VALE, 2012). A Figura 1 é um exemplo desse conceito.



**Figura 1.** Representação esquemática de um sistema

Fonte: VALE, 2012

Cada fração do conhecimento, portanto, torna-se necessária à compreensão dos conceitos operacionais básicos, que, associada à compreensão de como os elementos da natureza comportam-se no ambiente da Bacia Hidrográfica, permite que se possa flutuar do âmbito teórico para a praticidade dos fatos. Argento (2008) apontou alguns conceitos básicos, vinculados à Teoria Geral de Sistema, para que seja possível entender as relações existentes no sistema ambiental, expressas de forma sintetizada no Quadro 1.

**Quadro 1.** Sistematização dos Conceitos da Teoria Geral dos Sistemas (TGS)

<b>SISTEMA</b>	São necessários conceitos operacionais básicos para a aplicação da Teoria Geral de Sistemas na área ambiental. Embora existam várias definições para o vocábulo <i>sistema</i> , a que mais se aproxima da perspectiva ambiental foi divulgada por Chorley, em 1971. “Sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos”. Esse é um conceito simples e integrador e, sob esse aspecto, a presente definição incorpora a base metodológica para a compreensão ordenada do espaço, associando as formas espaciais resultantes aos respectivos processos responsáveis pelas suas gerações e transformações ao longo do tempo.
<b>ESTRUTURA</b>	Esse conceito refere-se à disposição e à ordem de um todo. Dele constam os níveis de análise a serem efetuados quando se objetiva criar uma base para a compreensão ordenada do espaço. Esse conceito está intimamente atrelado aos níveis de análise – escala a ser adotada para atingir objetivos específicos.
<b>POTENCIALIDADE</b>	Compreende-se, como potencialidade de um sistema, a faculdade que ele apresenta de fazer ou produzir força que tenha a compreensão isolada de cada contexto. Abre opções para que o poderio ou a importância desse contexto que está sendo analisado esteja coerente com as indicações de seu potencial.

<b>ESTABILIDADE</b>	Esse conceito é caracterizado pela condição representada pelo momento em que cessam as forças esporádicas atuantes no sistema. É o momento pelo qual o sistema volta ao estado de equilíbrio depois de sofrer uma perturbação ou oscilação.
<b>ELASTICIDADE</b>	É a capacidade que os sistemas apresentam de recuperar a sua forma anterior quando cessada a causa que originou a deformação.
<b>FRAGILIDADE</b>	É a pouca resistência que o sistema apresenta para manter-se em equilíbrio de estado contínuo (permanecendo com a mesma condição média de energia ao longo do tempo). Sistema frágil é aquele onde a elasticidade está próxima ao limite crítico.
<b>IMPACTO</b>	Ação que o sistema sofre quando é capaz de alterar a busca por seu melhor estado de desenvolvimento.
<b>DESEQUILÍBRIO</b>	Praticamente é sinônimo de instabilidade, que caracteriza uma inconstância de forças atuantes no sistema em um determinado período de tempo.
<b>RECUPERAÇÃO</b>	Também compreendido como homeostasia; autorregulagem; amortecimento; controle; <i>feedback</i> negativo. É um mecanismo de compensação embutido no sistema, o que realiza uma distribuição reguladora de fluxos de massa e/ou energia.
<b>MANEJO</b>	Ato de conhecer, administrar ou traçar decisões na abordagem sistêmica.

Fonte: ARGENTO, 2008

Esses conceitos têm a função de abordagem teórica, auxiliando no entendimento do todo, ou seja, permitem compreender que as questões ambientais não acontecem isoladamente em determinados pontos. Quando, por exemplo, analisa-se uma Bacia Hidrográfica, seja ela de pequeno, médio seja de grande porte, entende-se, a partir da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que é uma parte componente de um subsistema, o qual é parte do sistema e que suas alterações acontecem em efeito cascata do sistema, passando pelo subsistema e chegando a parte componente.

Exemplificando as abordagens sistêmicas realizadas na Bacia Hidrográfica, têm-se: **sistema**: a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, por exemplo, que se caracteriza pelo ambiente que emite grande parte das estruturas que são absorvidas pelo subsistema; **subsistema**: a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriu, MS, por exemplo, é um componente que irá intermediar os fluxos de matéria vindo do sistema e amortizar os danos para o subsistema; **parte componente**: a Bacia do Rio Periquito, por exemplo, geralmente é um afluente do subsistema que sofre com as alterações do subsistema. Na parte desse componente são realizados os estudos ambientais, no que tange à caracterização das áreas e seus principais impactos; também é onde ocorre o processo de recuperação.

A hierarquização dos elementos da TGS, contudo, pode ser alterada, sempre levando em conta que os estudos acontecem nas partes componentes. Há, no entanto, a necessidade de se entender os processos ocorridos tanto no subsistema como no sistema que engloba a área de estudo, ou seja, a parte componente pode se tornar o subsistema e o subsistema pode atingir o grau de sistema, quando no estudo proposto se analise outra parte componente.

A Bacia Hidrográfica é um dos exemplos para essa análise, mas se poderia tomar como exemplo também o território (sistema), a região (subsistema) e o município (parte componente). A questão primordial da Teoria Geral dos Sistemas é que os efeitos ocorridos têm um efeito cascata, do sistema, passando pelo subsistema e chegando a parte componente.

## ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APPS)

Com a análise sistêmica de Bacias Hidrográficas, em consonância com uma unidade de planejamento, pode-se entender que um dos principais problemas que as pesquisas ambientais destacam em seus estudos é a falta de Áreas de Preservação Permanentes (APPs), ao longo dos rios. As áreas existem, mas sua ocupação está longe de atender as normas vigentes.

No Brasil, a estratégia governamental para garantir o uso sustentado dos recursos naturais em propriedades privadas está baseada na adoção de medidas de comando e controle estabelecidas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), sob a forma de Áreas de Preservação Permanentes e de Reserva Legal (RL). As áreas de preservação permanentes são conhecidas como um tipo de unidade de conservação.

A primeira versão do Código Florestal foi aprovada em 23 de janeiro 1934, durante o governo de Getúlio Vargas, a partir do Decreto nº 23793, que surgiu devido à preocupação com o rápido processo de derrubada das florestas nativas para a exploração de madeira (GARCIA, 2012). Em 1962, foi proposto um “novo” Código Florestal, sancionado em 1965 pela Lei Federal nº. 4.771. Por meio de outra modificação, foi criado o Código de 1965, que refletiu uma política intervencionista do Estado sobre a propriedade imóvel agrária privada na medida em que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação foram consideradas bens de interesse comum a todos os habitantes do país (LAUREANO; MAGALHÃES, 2011).

O Código Florestal vigente data de 2012, Lei nº 12.651. Foi modificado quase integralmente, mantendo como prioridade as Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, elegendo as matas ciliares como as responsáveis por manter a biodiversidade; porém, deixando de salientar a importância das Bacias Hidrográficas e sua dinâmica, posicionando interesses na expansão agrícola, atendendo ao agronegócio. O Código Florestal Brasileiro, atual, Lei nº 12.651/12, foca toda a responsabilidade de preservação e importância às Áreas de Preservação Permanente, sem considerar o todo, sem ressaltar a importância da Bacia Hidrográfica, do ciclo hidrológico, das atividades do homem e seus consequentes impactos à natureza (GARCIA, 2012).

As APPs são áreas vegetativas naturais ou nativas que devem ser preservadas sem modificação alguma ou alteração do uso da terra, pois a vegetação natural tem várias funções, dentre elas evitar processos erosivos, lixiviação do solo, contribuir para o fluxo hídrico, trazendo benefícios para a fauna e flora. Com isso, o estudo da preservação ambiental das APPs, via mapeamento e construção de informações acerca da dinâmica das áreas de proteção permanente tem de ser valorizado, uma vez que combate esse modelo de degradação e visa à valorização e à manutenção desse ambiente (RAMOS; COELHO, 2011).

## **FAIXA VEGETATIVA PARA ZONAS RIPÁRIAS**

A determinação da faixa vegetativa para zonas ripárias consiste em uma metodologia baseada na conservação dos recursos hídricos e tem conquistado notável importância nas pesquisas ambientais em Bacias Hidrográficas. A análise das zonas ripárias, com destaque para o estudo de Silva (2003), intitulado *Estimativa de largura de faixa vegetativa para zonas ripárias*, torna-se uma metodologia de análise e proposição bem pertinente para estudos em Bacias Hidrográficas.

Os estudos de Burbrink, Phillips e Heske (1998) *apud* Silva (2003) concluíram que, para estimar a largura de faixa, deve-se incluir levantamento da história do lugar de análise. Por essa linha de pensamento, uma metodologia ideal é aquela que considera vários fatores relacionados às funções da vegetação ciliar.

Paralelamente à legislação brasileira, a faixa vegetativa para zonas ripárias determina a largura das faixas relacionando-a com a largura do próprio rio, considerando todos os fenômenos envolvidos, ou o maior número possível (escoamento superficial e subsuperficial, transporte e deposição de sedimentos, ciclos de nutrientes, crescimento da vegetação, alterações no uso do solo, infiltração, evapotranspiração). Em resumo, considera os ciclos envolvidos, ciclo hidrológico e ciclos de nutrientes (SILVA, 2003).

Observa-se que a vegetação natural, associada às margens de cursos d'água, recebe denominações diversas e pode ser tratada como floresta ciliar, entendida como sinônimo de mata ciliar; como floresta ou mata de galeria; vegetação ripária; floresta ripícola ou ciliar; floresta de condensação; mata aluvial; floresta paludosa ou de várzea; floresta de brejo; formação ribeirinha; áreas das formações pioneiras com influência fluvial ou lacustre; armazenamento florestal ripariano ou, ainda, faixa de armazenamento e floresta de interflúvio, aquela que cresce no terreno entre cursos d'água (MEDEIROS, 2013).

Independentemente da denominação, os estudos sobre o tema apontam, segundo Silva (2003), para as funções das zonas ripárias como: 1) estabilização de taludes e encostas; 2) manutenção da morfologia do rio e proteção a inundações; 3) retenção de sedimentos e nutrientes; 4) mitigação da temperatura da água e do solo; 5) fornecimento de alimento e habitat para organismos aquáticos; 6) manutenção de corredores ecológicos; 7) paisagem e recreação; 8) fixação do gás carbônico; 9) interceptação de escombros rochosos. Associando-se com estudos em Bacias Hidrográficas, a zona ripária tem a função de proteger o solo, a qualidade da água e a vegetação e, por esse motivo, encaixa-se no perfil tridimensional.

Na análise metodológica de Silva (2003), destaca-se que a largura de faixa vegetativa para zona ripária é a distância horizontal perpendicular ao rio, iniciada no fim de sua calha maior; logo, a distância estabelecida pelo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/2012, relaciona-se às APPs, de acordo com a largura do rio, ou seja, largura insatisfatória para manter o ecossistema da região. Estudos analisados mostraram que é importante considerar vários fatores associados às funções da vegetação ciliar e todos os fenômenos comprometidos, ou o máximo possível, tais como: escoamento superficial e subsuperficial, transporte e deposição de sedimentos, ciclos de nutrientes, crescimento da vegetação, alterações no uso do solo, infiltração, evapotranspiração, ou seja, cogitar os ciclos envolvidos, ciclo hidrológico e ciclos de nutrientes CRJC (2003 *apud* SILVA, 2003).

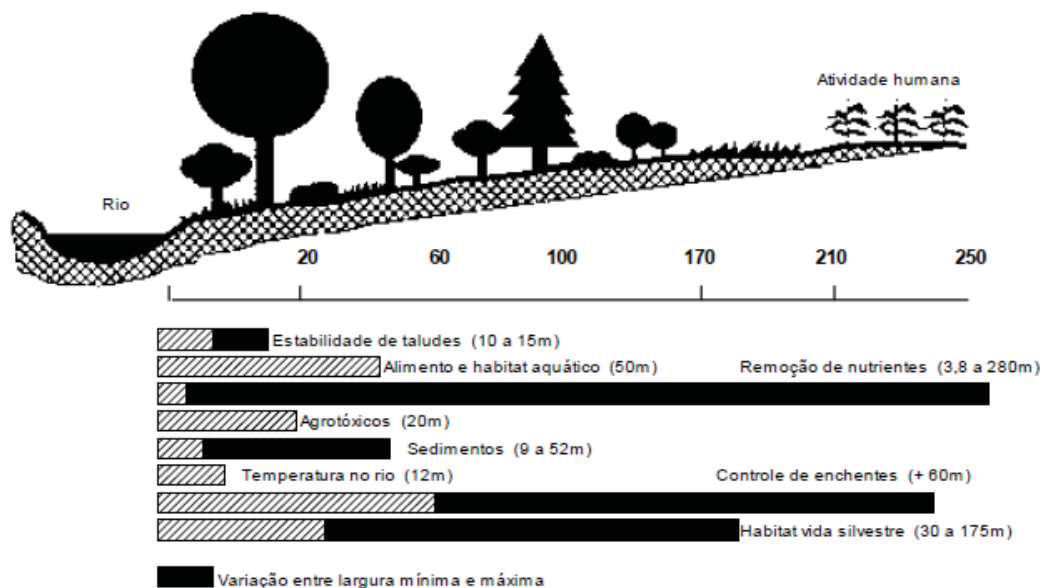
Ainda de acordo com Silva (2003), as faixas para zonas ripárias, com larguras ideais para o desempenho de suas funções, variam de 15 em 15 metros até 90 metros. A revisão bibliográfica proposta por esse autor, no entanto, apresenta e ilustra um outro conjunto de faixas de zonas ripárias ao qual chamou de combinação entre as faixas recomendadas CRJC (2003) e os resultados obtidos pelos estudos pesquisados. Essas faixas apresentam medidas entre 20, 60, 100, 170, 210 e 250 metros, sendo que cada uma delas abrange valores estimados de variação entre largura mínima e máxima para os tipos de funções referentes ao seu intervalo.

Silva (2003), também esclarece que a combinação entre as faixas ripárias recomendadas por CRJC (2003 *apud* SILVA, 2003) e os resultados obtidos nos estudos resumidos em seu artigo derivaram em um conjunto de faixas. Essa variedade de medidas altera seus resultados entre o mínimo e o máximo de espaço necessário para o desempenho das funções ripárias, o qual é influenciado pelo tipo de solo, de vegetação, declividade, escoamentos superficiais e subsuperficiais próprios e específicos a cada localidade.

A grande variação das faixas para uma mesma função (diferença entre a largura mínima e máxima) é função das diferentes metodologias empregadas e de todos os outros parâmetros envolvidos na determinação: tipo de solo, tipo de vegetação, declividade, vazão do efluente etc. (CRJC *apud* SILVA, 2003).

Na proposta de Silva (2003), o conjunto de faixas para zonas ripárias apresenta a combinação entre as faixas recomendadas pela CRJC (2003 *apud* SILVA, 2003) e os resultados obtidos pelos estudos pesquisados, com medidas de 20, 60, 100, 170, 210 e 250 metros e os valores estimados de variação entre largura mínima e máxima necessárias para o desempenho das funções ripárias, estabelecendo uma metodologia de trabalho (Figura 2).





**Figura 2.** Modelos de análise entre as faixas para zonas ripárias

Fonte: SILVA, 2003.

A zona ripária pode ser definida como faixa ecotonal<sup>2</sup>, em um processo tridimensional que inclui vegetação, solo e corpo d’água em um processo essencialmente hidrodinâmico (LIMA, 2014). Quando se trata de uma Bacia Hidrográfica, a zona ripária tem a função de proteger o solo, a qualidade da água e a vegetação, por isso se encaixa no perfil tridimensional. Assim, a vegetação ripária encontra-se nas margens do curso d’água, localizando-se na área de inundação. Na área próxima ao rio, a vegetação é mais nova e baixa, por isso, mesmo na área de inundação, se distante do curso d’água, normalmente a vegetação é mais antiga e alta (MEDEIROS, 2013).

Para Silva (2003), se as faixas para zonas ripárias fossem preservadas e respeitadas, trariam muitos benefícios para os ambientes, como está demonstrado no Quadro 2:

**Quadro 2.** Funções e tipos das faixas para zonas ripárias

FAIXAS	FUNÇÃO/TIPO
20 METROS	Margeando o corpo d’água, exigem espécies nativas, com pouco ou nenhum corte, espécies que necessitam de saturação hídrica, pois estariam próximas ao curso d’água, formadas por árvores importantes para a vida silvestre e aquática, forneceriam alimentos e sombras para mitigar temperaturas no rio.
60 METROS	Realizaria a manutenção da vegetação nativa e proteção do rio e das inundações, sendo também importante para a vida dos animais.
100 METROS	Faixa vegetativa que com característica de florestas manejadas e com rápido crescimento e sua função seria de interceptar sedimentos, nutrientes por meio do escoamento superficial, contribuindo para a alimentação e habitat dos animais.
120 METROS	Ajudaria na diminuição da temperatura na superfície terrestre, favorecendo a conservação da umidade por meio da interceptação dos raios solares sobre o rio, ainda com presença de árvores e arbustos.
170 METROS	Auxiliaria no controle de enchentes e na fixação do gás carbônico, caracterizada por gramíneas.
210 METROS	Auxiliaria na interceptação de escombros rochosos, caracterizada por árvores que exercem a função de barrar os sedimentos que podem vir acompanhados de água ou não.
250 METROS	Proteção das demais faixas.

Fonte: Os autores, baseados em SILVA (2003).

Além dessas funções, a vegetação ripária contribui para melhorar a qualidade da água, proteger os rios de erosões e assoreamentos, a remoção de sedimentos em suspensão de diversas formas de nitrogênio, fósforo e potássio, por processos químicos, físicos e biológicos, protegendo os rios de fatores poluentes por filtragem (OSBORNE; KOVACIC, 1993). Mesmo que existam diferenciações quanto às espécies de plantas, servem de corredores ecológicos e ajudam na movimentação de animais, fazendo-os locomoverem-se de uma margem a outra em busca de alimento. Em relação aos critérios estabelecidos na legislação ambiental brasileira, as áreas protegidas devem respeitar à Resolução CONAMA 303/2002, transcrita a seguir:

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I – em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- b) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- c) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- d) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II – ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a Bacia Hidrográfica trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;

De acordo com o Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/12, os corpos d'água relacionados à Bacia Hidrográfica com largura de 10 metros teriam por APPs apenas as medidas entre 30 e 50 metros, mas, de acordo com a atual legislação, deve ter APP de 50 metros (NICOLAU, 2013). O atual Código Florestal prioriza as atividades agropecuárias, deixando em segundo plano o ambiente natural, do qual dependemos integralmente. A Lei nº 12.651/2012 apresenta-se menos exigente no que tange às Bacias Hidrográficas, deixando a responsabilidade de preservação ambiental, em especial a preservação dos recursos hídricos, somente para as matas ripárias. A priorização e a aplicabilidade de leis relacionadas às Bacias Hidrográficas apresentam-se limitadas e inexistentes.

## **SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIGs) NA ANÁLISE AMBIENTAL**

Por intermédio do avanço da tecnologia espacial, que disponibilizou produtos de satélites imageadores da Terra, podem ser propostas novas metodologias de pesquisa, revelando a concepção teórica que orienta a apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto para gestão do espaço geográfico global ou local (IBGE, 2006).

A evolução das tecnologias de informação e de comunicação abriu um vasto potencial na forma como se comunicam, analisam e se tomam decisões. Muitos dos processos de tomada de decisão requerem conhecimento específico sobre a envolvente geográfica imediata, ou demandam informação em relação a uma determinada localização; logo, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) podem ser definidos como um objeto ativo ou conjunto de objetos ativos inter-relacionados, que processam representações de entidades, atividades ou fenômenos georreferenciáveis por um sistema de coordenadas (ROSA, 2003).

Conforme IBGE (2006), Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são uma estrutura de processamento automático de dados destinados ao armazenamento, recuperação e transformação de dados ambientais. Um SIG é composto por diferentes tipos de tecnologias do geoprocessamento, que permitem tratar um conjunto de dados, de forma integrada ou individualizada, e tem a função de fornecer informação, seja na forma de dados espaciais, seja de dados de atributos.

Dessa forma, compreende-se que os Sistemas de Informações Geográficas, ou SIGs, são sistemas computadorizados que permitem o manuseio de dados georreferenciados a partir de quatro módulos de capacidades como, por exemplo: entrada de dados; gerenciamento dos dados (armazenamento e recuperação) e manipulação e análise; saída (geração de produtos) (VETORAZZI, 1996). Com o aumento crescente do emprego de técnicas geradoras de dados georreferenciados e a consolidação da ideia de Banco de Dados (BD), os SIGs tornam-se a opção natural para o tratamento desses dados.

Com as constantes mudanças no uso e cobertura da terra e suas alterações significativas no balanço de água, os reflexos nas camadas superficiais e subsuperficiais do solo, resultam em erosão, transporte de sedimentos e elementos químicos. Ao mesmo tempo, causam modificações nos ecossistemas e na qualidade da água, porém, o levantamento do uso e cobertura da terra torna-se possível, com o auxílio das ferramentas de geotecnologias, que demonstram as consequências do uso inadequado do espaço.

A interpretação visual de imagens pode ser feita pela detecção, identificação e classificação dos alvos de interesse. É essencial a percepção de feições pela análise das características fundamentais. Exemplos de alguns elementos de análise de imagens são a cor, a tonalidade, a textura, o tamanho, a forma, o padrão, as sombras, a altura, a localização do alvo e aspectos associados. Com essa técnica, a identificação dos objetos apoia-se no princípio de convergências de evidências, que aponta para a sua provável identificação. Sendo assim, essas evidências indicam a identidade de um objeto baseada nos elementos de reconhecimento.

Além de informações, o SIG também fornece algumas ferramentas para a realização de análises, as quais respondem à formulação de perguntas e explicam ocorrências ou problemas na área de interesse. Além da rapidez no processamento das pesquisas, outra vantagem de um SIG em relação a um sistema de informações convencional é que ele incorpora a componente espacial, o que implica que objetos estão em algum lugar no espaço e podem estar ou serem correlacionados. Dessa forma, as pesquisas em um SIG sobre o uso e ocupação da terra oferecem subsídios às decisões de forma mais eficiente e configuram-se como uma ferramenta de grande valor para a gestão do território, auxiliando na escolha das opções a serem tomadas sobre determinado espaço.

Um Sistema de Informações Geográficas atende aos processos de trabalho voltados para a sistematização das informações disponíveis. Reúne uma série de métodos e técnicas que permitem identificar, explorar, tratar, processar e analisar dados espaciais, permitindo, desse modo, que se conheça a estrutura de entes espaciais – os elementos de base cartográfica e elementos temáticos e a posição de cada um no espaço geográfico. Permite ainda a integração entre os atributos que podem ser pesquisados em cada subsistema (os diferentes temas), fornecendo novas informações ao pesquisador a partir de cartas e relatórios.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os métodos de emprego da Análise Sistêmica, da compreensão de uma unidade de planejamento, as Áreas de Preservação Permanentes, zonas ripárias e do Sistema de

Informações Geográficas, com aplicações em Bacias Hidrográficas, apresentados e elucidados neste trabalho, tendem a auxiliar o processo de análise de um objeto de estudo com as características apresentadas, necessários para atingir os objetivos de pesquisas ambientais.

Esta proposta metodológica, além de benefícios de uma resposta mais eficiente e eficaz ao problema de gerenciamento, poderá dar embasamento adequado aos que idealizam a promoção de políticas públicas, para se adaptarem às mudanças econômicas e sociais e, ao mesmo tempo, resolver conflitos em Bacias Hidrográficas. Conflitos sobre o uso da terra nos mananciais e os usos múltiplos dos recursos hídricos também poderão ser resolvidos por intermédio de um banco de dados e de um sistema de informações que mostrem a realidade e possibilitem estudos de alternativas a serem implantadas.

A Bacia Hidrográfica, como unidade de planejamento, já é de aceitação mundial, uma vez que se constitui em um sistema natural bem delimitado geograficamente, onde os fenômenos e interações podem ser integrados *a priori* pelo *input* e *output*, podendo ser tratadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais integram-se. Além disso, constitui-se uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização, considerando que não há qualquer área de terra que não se integre a uma Bacia Hidrográfica e, quando o problema central é água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção.

Quanto ao planejamento e ao gerenciamento desse bem natural, é necessário haver condições para cuidar dos mananciais e das fontes de abastecimento de água potável, desde a fonte até a torneira, ou seja, tratar de todo o sistema de produção de água. A Bacia Hidrográfica constitui um processo descentralizado de conservação e proteção ambiental, tornando-se um estímulo para a integração da comunidade e a integração institucional.

## NOTA

<sup>2</sup>**Ecótono** ou ecótone é o nome dado a uma região de transição entre dois biomas diferentes.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. G. **Comparação entre métodos univariados e multivariados na seleção de variáveis independentes, na construção de tabelas volumétricas para *Leucaena leucocephala***. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Biometria) – Programa de Pós-Graduação em Biometria. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife Pernambuco, 2005.

ARGENTO, M.S.F. **Instrumentação ambiental**: formulação de métodos e conceitos. Publicação inédita; 2008.

BARUQUI, A. M.; FERNANDES, M. R. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 11, n. 128. p. 55-69, ago. 1985.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. DOU de 13 de maio de 2002. Brasília DF, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>>. Acesso em: 03 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. DOU de 16 de setembro de 1965 e retificado em 28 de setembro de 1965. Brasília DF. 1965.

Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm)>. Acesso em: 02 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. DOU de 09 de janeiro de 1997. Brasília, DF. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 02 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. DOU de 28 de maio de 2012. Brasília DF. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 02 jun. 2016.

CASSETI, V. **Ambiente de apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

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

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

CRJC. Connecticut River Joint Commissions. **River Banks and Buffers**. Introduction to Riparian Buffers. 2003. Disponível em: <<http://www.crjc.org/riparianbuffers>>. Acesso em: 30 maio 2016.

FERNANDES, M. R.; SILVA, J. C. **Programa estadual de manejo de sub-bacias hidrográficas: fundamentos e estratégias**. Belo Horizonte: EMATERMG, 1994.

GARCIA, M. Y. O Código Florestal Brasileiro e suas alterações no congresso nacional. **Revista Geografia em Atos: Presidente Prudente**, p. 54-74. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTAÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de uso da terra**, n. 7. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

LAUREANO, D. S.; MAGALHÃES, J. L. Q. Código Florestal e catástrofes climáticas. **Correio da Cidadania**, 2011. Disponível em: <<http://www.correiocidadania.com.br>>. Acesso em: 20 maio 2016.

LEAL, A. C.; Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos. **Revista Entre-Lugar**. UFGD. Dourados, MS, ano 3, n. 6, jul./dez., p 65-84. 2012.

LIMA, N. C. **Conectividade estrutural e funcional da paisagem ripária dos rios Pitangui, São Jorge e São João, no Segundo Planalto Paranaense**. Ponta Grossa: Pós-Graduação em Geografia, 2014.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Org.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, Ba: Editus. 2002.

MEDEIROS, J. D. **A demarcação de áreas de preservação permanente ao longo dos rios**. Florianópolis: UFSC, 2013. p. 261-271.

NICOLAU, Rodrigo Cesar Pereira. **Novo código florestal brasileiro: as possíveis mudanças na cobertura vegetal utilizando como exemplo uma bacia no sul de Minas Gerais**. 2013, 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharel em Geografia – Instituto

de Ciências da Natureza da Universidade Federal de Alfenas, MG.

OSBORNE, L. L.; KOVACIC, D. A. Riparian vegetated buffer strips in water quality restoration and stream management. **Freshwater Biology**, v.59, p.243-258, 1993.

PIRES, J. S. R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerencialmente do ambiente rural**: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio, SP. 1995. 192 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). São Carlos, RJ, 1995.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Ciência Hoje**. v. 40, n. 110, p. 40-45. 1995.

RAMOS, D. L. A.; COELHO, N. L. A. Uso de geotecnologias para análise e compreensão das dinâmicas das áreas de proteção permanente (APPs) do Canal Principal da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – Porção Linhares/Espírito Santo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 6169-6176. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.13.16.46/doc/p0384.pdf>>. Acesso em: 12 maio. 2016.

ROSA, Roberto. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5. ed. Uberlândia: EdUFU, 2003.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, R. V. da. Estimativa de largura de faixa vegetativa para zonas ripárias: uma revisão. In: SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: Zonas Ripárias, 1., Alfredo Wagner, SC, 2003. **Anais...** Alfredo Wagner/SC, 2003. Disponível em: <[http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Largura\\_zonas\\_riparias2003.pdf](http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Largura_zonas_riparias2003.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2016.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. São Paulo: RiMa, IIE, 2003.

UHLMANN, G. W. **Teoria geral dos sistemas**: do atomismo ao sistemismo (uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta Proto-Teoria). São Paulo, 2002. 67p. Disponível em: <[www.institutosiegen.com.br/Teoria%20Geral%20dos%20Sistemas](http://www.institutosiegen.com.br/Teoria%20Geral%20dos%20Sistemas)>. Acesso em: 09 maio 2016.

VALE, C. C. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a Geografia e com o estudo da paisagem. **Revista Entre-Lugar**. UFGD. Dourados, MS: ano 3, n. 6, jul./dez., p 85-108. 2012.

VETORAZZI, Carlos Alberto. Técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas. **Série técnica IPEF**. Piracicaba: IPEF. v. 10, n. 29, p.45-51, nov. 1996.