

# GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL: PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA, SP

ZANARDI, Belisa Neves<sup>1</sup>; BRANDIMARTE, Ana Lúcia<sup>2</sup>  
belisazanardi@hotmail.com

<sup>1</sup>Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz

<sup>2</sup>Depto de Ecologia, Instituto de Biociências, USP

**Resumo:** *O presente trabalho tem como objetivo apontar aspectos relevantes associados à Gestão de Recursos Hídricos no Brasil, evidenciando as particularidades da legislação associada a Unidades de Conservação. Salienta-se a dificuldade de avaliar o que é a condição natural dos corpos de água nestas áreas de preservação a fim de atender à Resolução CONAMA 357/2005 que enquadra aqueles ambientes na classe especial. Defende-se a necessidade da utilização de uma metodologia integrada de análise da qualidade da água em Unidades de Conservação de Proteção Integral, apresentando como estudo de caso o Parque Estadual da Cantareira localizado na Região Metropolitana de São Paulo. Apresenta-se uma análise da conjuntura de seu entorno e de seu potencial de causar impactos negativos aos corpos d'água aí presentes, embasada nas dificuldades apontadas no plano de manejo do parque. Finalmente, considerando-se a importância da avaliação da integridade ecológica dos inúmeros riachos aí presentes, sugere-se a utilização da comunidade de invertebrados bentônicos como uma parte relevante da análise, visto que é amplamente utilizada como bioindicadora da qualidade de ecossistemas aquáticos.*

**Palavras-chave:** *Gestão de recursos hídricos, Parque Estadual da Cantareira, Comunidade bentônica.*

**Abstract:** *This work aims to point out relevant aspects related to the Water Resources Management in Brazil, showing the peculiarities of the legislation applicable to the Conservation Units. CONAMA 357/2005 Resolution fits the waterbodies in those areas in the Special Class, and establishes that the natural condition should be preserved. The difficulties for the evaluation of these natural conditions of waterbodies are pointed out. The need of the use of an integrated methodology of analysis of water quality in Conservation Units is advocated. For this the Cantareira State Park, located in the Metropolitan Region of São Paulo, is employed as a case study. An analysis of the situation on the park surroundings and its potential to bring negative impacts to the waterbodies in the park is brought forward, taking the difficulties pointed out in the management planning as a starting point. Finally, the use of the benthic invertebrates community is considered an essential piece for the evaluation of the ecology integrity of the streams in the park as it is widely used as bioindicator of the quality of aquatic ecosystems.*

**Keywords:** *Water Resources Management, Cantareira State Park, Benthic community.*

## **INTRODUÇÃO**

A água é essencial à vida humana e à sobrevivência e manutenção dos ecossistemas. Sendo um recurso mal distribuído e cada vez mais limitante, pode gerar, muitas vezes, conflitos em escalas geográficas variadas, incluindo, até mesmo, países que compartilham bacias hidrográficas. Além disso, surgem conflitos entre diversos setores decorrentes do uso da água como agricultura, geração de energia, saneamento básico e navegação.

Segundo Tundisi (2008), estamos vivendo uma “crise” da água, resultante de um conjunto de problemas ambientais, decorrentes basicamente do crescimento da população e consequente aumento da demanda e diminuição da oferta na quantidade e qualidade de água que atenda seus diversos usos. Dentre os principais problemas ou processos envolvidos citam-se: intensa urbanização; escassez em muitas regiões do mundo; infraestrutura defasada resultando em perdas na rede de abastecimento; mudanças climáticas globais em padrões de chuvas e secas; perda da biodiversidade; falta de articulação e de ações efetivas por parte dos responsáveis pela governabilidade de recursos hídricos e sustentabilidade ambiental. Além disso, o mesmo autor considera que a real crise estaria mais intimamente ligada ao fato do gerenciamento dos recursos hídricos apresentar muitas falhas, além da falta de água propriamente dita. A solução seria promover uma gestão por bacias hidrográficas cujo gerenciamento fosse realizado com preocupações locais, setoriais e que dessem respostas em nível de ecossistema, contando com a participação dos usuários, da iniciativa privada e do setor público.

Portanto neste trabalho procuramos apontar os aspectos relevantes associados à Gestão de Recursos Hídricos no Brasil, buscando propor uma ferramenta que auxilia esta gestão quando consideramos a qualidade da água em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, neste caso para o Parque Estadual da Cantareira, usando para tal a comunidade bentônica como bioindicadora de qualidade de ecossistemas aquáticos.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **O uso da água: uma perspectiva global**

A história do homem sempre esteve intimamente ligada à importância de se ter fontes de água para seu próprio consumo e sobrevivência. Neste contexto Firmino et al. (2011) afirmam que a existência, instalação ou a migração das populações em diversas áreas do planeta bem como o surgimento e o desaparecimento destas giram em torno do uso de recursos hídricos, permitindo o abastecimento por água e alimentos e criando riquezas associadas à melhor qualidade de vida das pessoas.

Por outro lado, os efeitos dos impactos decorrentes de perturbações antrópicas influenciaram, e ainda influenciam os ecossistemas aquáticos alterando a qualidade da água, o sedimento e o aporte de alimento e nutrientes, tanto para os organismos que compõem a biota aquática quanto para os seres vivos terrestres dependentes do ambiente aquático, além do volume de água disponível. Neste sentido, salienta-se a grande ameaça decorrente do aumento da demanda de recursos hídricos globais em muitas áreas, resultante do crescimento populacional desenfreado que resulta em necessidades crescentes de água. Ainda temos que levar em consideração as atuais mudanças climáticas, que tem contribuído para o aumento das secas e, conseqüentemente, da escassez da disponibilidade de água.

A solução está nas mãos, em grande parte, dos gestores de políticas públicas detentores do poder sobre a administração de água, que devem equacionar o seu fornecimento sem que isto degrade ainda mais os ecossistemas aquáticos, à medida que investem em infra-estrutura para conservação da mesma. O uso inteligente deste poder será cada vez mais determinante, à medida que os anos passam e é preciso assegurar água para o futuro envolvendo sua gestão compartilhada

Em uma escala global, Pizella (2006) aponta países com tradição em novos paradigmas que estruturam seus sistemas de gestão da qualidade hídrica, como acontece nos Estados Unidos da América, Canadá, União Européia, Reino Unido, França, Austrália e Nova Zelândia, que apresentam novas tendências de gestão da qualidade de água.

No que se refere a bacias hidrográficas transfronteiriças, atualmente existem cerca de 150 acordos internacionais em curso na Europa e nos Estados Unidos da América (TUNDISI, 2008). Neste sentido, as 'Diretrizes da União Européia para a gestão da água' representam um avanço considerável na gestão compartilhada da água na Europa, objetivando disponibilizar água de boa qualidade para abastecimento e uso múltiplos, além de se preocupar com as gerações futuras e questões como sustentabilidade.

### **A gestão de recursos hídricos no Brasil**

Segundo o IBGE (2013), de acordo com as estimativas das populações residentes nos 5.565 municípios brasileiros, o Brasil contava com 193.946.886 habitantes em 1º de julho de 2012. São Paulo, que continua sendo a cidade mais populosa, contava com 11,37 milhões de habitantes, seguida por Rio de Janeiro (6,39 milhões), Salvador (2,71 milhões), Brasília (2,64 milhões) e Fortaleza (2,50 milhões).

Ainda em âmbito nacional, quando pensamos na questão da disponibilidade de água, há que se lembrar que 14% da água do planeta encontram-se aqui. Este fato parece, em um primeiro momento, a solução para a escassez de água. No entanto, a água não é homogeneamente distribuída no território brasileiro. Um exemplo é a disponibilidade da água de 700 000 m<sup>3</sup> *per capita* no Amazonas contra apenas 280 m<sup>3</sup> *per capita* anuais na Região Metropolitana de São Paulo, sem contarmos a baixíssima disponibilidade no semiárido nordestino (TUNDISI, 2008).

Dadas a concentração demográfica em determinadas regiões e a desigualdade na disponibilidade de água, além dos impactos aos quais os corpos d'água estão submetidos, tem-se idéia da amplitude do problema que teremos que enfrentar quanto à disponibilidade e distribuição de água, não esquecendo que a população brasileira ainda está em crescimento. Assim, a questão dos recursos hídricos é uma temática relevante, revelando a necessidade de se trabalhar na busca de um constante aperfeiçoamento das políticas públicas relacionadas à gestão da água.

Neste sentido, salienta-se que os recursos hídricos brasileiros são regidos pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997). Esta norteia a gestão de recursos hídricos por meio do estabelecimento de objetivos e instrumentos regulatórios e econômicos, tendo como pressuposto a utilização sustentável destes recursos (PIZELLA, 2006).

O enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes da água, é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos. As diretrizes ambientais para o enquadramento, atualmente, são dadas pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (BRASIL, 2005) e critérios e diretrizes são estabelecidos pela Resolução CNRH nº 12 de 2000 (BRASIL, 2000a). O enquadramento é um instrumento de gestão que busca assegurar a qualidade da água necessária aos usos preponderantes da bacia hidrográfica, por meio de ações que visem atingir objetivos de qualidade para ela determinados. Envolve planejamento, pois está associado ao estabelecimento de metas a serem cumpridas com fundamentos associados à outorga e cobrança pelo uso da água. É o cruzamento entre os usos pretendidos e os impactos a serem controlados.

Um entrave ao alcance das metas buscadas a partir do enquadramento, sobretudo no caso de corpos de água enquadrados em classes com usos mais restritivos, reside no serviço de coleta e tratamento de esgoto ainda falho em muitos municípios brasileiros.

Além de impactos causados pelo despejo de efluentes industriais, cargas difusas rurais e urbanas, resíduos da mineração. A solução para este problema está em investimento e gestão. A gestão hídrica deve estar apoiada nas políticas públicas associadas à qualidade da água e nas metas a serem atingidas, não envolvendo apenas o controle da poluição, mas também o aumento da disponibilidade de água de boa qualidade para diversos usos. Um aspecto imprescindível reside na gestão da ocupação irregular do solo, uso da água e controle de resíduos. Além disso, políticas indicam ou deveriam indicar o desejo da comunidade com relação a aspectos de preservação ambiental, crescimento econômico e melhorias na qualidade de vida da sociedade, refletindo-se assim nos usos da água,

O termo *controle* refere-se à fiscalização da condição da qualidade da água da bacia que precisa ser acompanhada e medida, ou seja, monitorada. Pode acontecer da qualidade da água de um corpo hídrico estar em desacordo com os padrões estabelecidos para a classe em que foi enquadrado, ou seja, de não estar adequado aos usos pretendidos. Consequentemente devem ser tomadas medidas legais e de reabilitação para torná-lo adequado. Como dito anteriormente, o enquadramento dos corpos d'água em classes faz-se segundo a qualidade da água adequada para os tipos de usos pretendidos. Assim, indica a qualidade requerida para o uso pretendido e com isso facilita a aplicação de instrumentos como o licenciamento e a outorga.

Segundo Pizella (2006), o Brasil conta com grandes reservas hídricas superficiais, como rios e lagos, além de uma variada biodiversidade aquática. A utilização de tais recursos deve ser direcionada para a conquista do desenvolvimento sustentável. No entanto, a mesma autora aponta entraves de ordem técnica, legal, econômica, social e institucional para o alcance de tal meta, como: falta de articulação entre os instrumentos das políticas hídricas e ambiental e entre órgãos gestores; dificuldades no estabelecimento de comitês e agências de bacias, indispensáveis para a eficácia do sistema; incongruências entre objetivos de qualidade hídrica e a existência de classes de qualidade permissivas; desenvolvimento de padrões de qualidade considerando características físicas, químicas e microbiológicas da água e da qualidade hídrica únicos para todo o território brasileiro, em detrimento das particularidades dos ecossistemas; além da defasagem no sistema de informações ambientais e no monitoramento.

### **Unidades de Conservação**

Os corpos d'água presentes em áreas protegidas, além de estarem sob a égide da Política Nacional de Recursos Hídricos, estão sujeitos à legislação específica de tais áreas. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013), o governo brasileiro protege as áreas naturais por meio de Unidades de Conservação (UC), visando à manutenção dos recursos naturais a longo prazo. A gestão de UCs está a cargo do atual Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) na esfera federal, além das secretarias estaduais de meio ambiente e de órgãos municipais correlatos.

Os objetivos dos diferentes tipos de Unidades de Conservação existentes no Brasil foram estabelecidos pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (BRASIL, 2000b). Tal sistema também estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação.

Para o SNUC entende-se por unidade de conservação o

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000b, p 11).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013), o SNUC é o conjunto de unidades de conservação federais, estaduais e municipais, sendo composto por 12

categorias de UCs, cujos objetivos específicos se diferenciam quanto à forma de proteção e usos permitidos. O SNUC divide as UCs em dois grandes grupos, de acordo com suas características específicas e graus diferenciados de restrição: as unidades de Conservação de Proteção Integral e as unidades de Uso Sustentável. As primeiras visam à preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais. Já as segundas, buscam a conservação da natureza considerando o uso direto e sustentável de parcela de seus recursos naturais. Assim, em algumas situações, o SNUC possibilita, além da conservação dos ecossistemas e da biodiversidade, geração de renda, emprego e desenvolvimento, propiciando uma efetiva melhora na qualidade de vida das populações locais.

Economicamente falando, o Brasil teve seu desenvolvimento fortemente ligado à exploração de recursos naturais de forma desenfreada e não-sustentável. As consequências deste modelo econômico com o tempo levaram à necessidade de buscar caminhos mais sustentáveis para a própria manutenção deste tipo de economia. Assim, começou-se a pensar nas disponibilidades futuras de tais recursos e, inclusive, da biodiversidade. Neste sentido, as Unidades de Conservação entram como peças-chave por promoverem a conservação e a provisão de serviços ambientais que contribuem para uma série de cadeias econômicas (MEDEIROS e YOUNG, 2011)

Resultados positivos da presença de UCs são sentidos mais facilmente quando passam a ser um bom negócio até mesmo em esferas locais. Como por exemplo, quando estas se encontram dentro de territórios municipais, ativando a economia local. As UCs ainda promovem serviços cruciais para a segurança da população, como a estabilização de encostas, evitando o assoreamento de rios, especialmente em locais próximos a assentamentos humanos. Assim minimizam tragédias que resultariam em prejuízos econômicos ou até mesmo na perda de vidas humanas. Com as mudanças climáticas globais, e o possível aumento das chuvas torrenciais, a presença das UCs pode ser um elemento atenuante de maiores problemas para o meio ambiente e para a população.

Por último, devemos considerar o valor da conservação da biodiversidade por ser a razão maior da criação das UCs, posto que garante não apenas mais crescimento, mas, principalmente, melhor crescimento (MEDEIROS e YOUNG, 2011). Neste contexto, investir em conservação é uma forma eficiente e socialmente justa de garantir crescimento econômico em um modelo no qual economia e natureza possa ser exploradas de forma complementar e não antagonica.

### **Parque Estadual da Cantareira**

Considerando as demandas e impactos crescentes sobre os recursos hídricos e que as águas presentes em unidades de conservação podem desempenhar um importante papel tanto no que se refere à oferta de água como à conservação da biota aquática, neste trabalho tomaremos como exemplo o Parque Estadual da Cantareira (PEC), localizado na Serra da Cantareira (SP), ocupando parte dos municípios de São Paulo, Guarulhos, Mairiporã e Caieiras, abrangendo aproximadamente 8.000 hectares do bioma Mata Atlântica (Fig.1).

No final do século XIX a área que atualmente compõe o PEC passou a ser protegida como Reserva Florestal para a preservação das fontes de água que ainda hoje participam do abastecimento da cidade de São Paulo. Posteriormente foi transformada em Parque pela Lei Estadual no. 6.884, de 29 de agosto de 1962, regularizada pelo Decreto Estadual nº 41.626, de 30 de janeiro de 1963. Posteriormente, o Decreto Estadual nº 10.228, de 24 de setembro de 1968 oficializou a criação do Parque, naquele momento denominado Parque Estadual Turístico da Cantareira. Em 1994 o PEC teve reconhecimento internacional quando foi declarado, pela UNESCO, como zona núcleo da Reserva da

Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. O Parque Estadual da Cantareira passa a representar para São Paulo um emblemático parque urbano (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

O PEC apresenta grande importância por ser considerada uma área de manancial para parte da população da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Está inserido em grande parte na bacia hidrográfica do rio Tietê, encontrando-se nas escarpas e reversos da Serra do Mar e da Mantiqueira, no Planalto Atlântico. Dividido em quatro núcleos de gestão: Cabuçu, Engordador, Pedra Grande e Águas Claras, que se reportam à administração do parque e a seu gestor (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

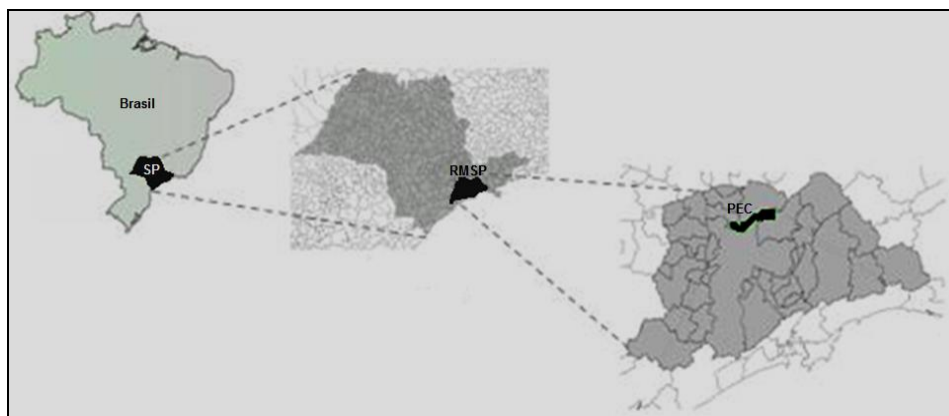


Figura 1. Localização do Parque Estadual da Cantareira (PEC) na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (Fonte: Elaborado com dados disponibilizados pela Fundação Florestal).

O PEC abriga inúmeras nascentes pertencentes a seis bacias hidrográficas: do rio Cabuçu de Baixo, do ribeirão Santa Inês, do ribeirão Águas Claras, do ribeirão São Pedro, do rio Baquirivu e do rio Cabuçu de Cima. Apresenta produção hídrica estimada em 78.000.000 litros de água por dia, segundo Instituto Florestal (2009), sendo que pequena parte destina-se à Represa Paiva Castro, desaguadouro final do Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de 50% da população da RMSP. Além disso, a Represa do Cabuçu, localizada em seu interior, abastece parte do município de Guarulhos.

O PEC proporciona uma série de serviços ambientais para a cidade de São Paulo colaborando para o bem-estar da população. Suas matas regulam, purificam e protegem os cursos d'água em seu interior, além de amenizar a temperatura da mancha urbana e representar valores relacionados à cultura, lazer, turismo e espiritualidade. Constitui ainda um corredor ecológico possibilitando o trânsito de fauna entre os maciços florestais da Mantiqueira, permitindo a manutenção de suas populações e da própria Mata Atlântica (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

Segundo o SNUC (BRASIL, 2000b), o PEC encaixa-se no grupo de Unidade de Proteção Integral, na categoria Parque. Espera-se que, por estar neste grupo, o PEC seja uma área totalmente preservada e que não sofra com impactos antrópicos. Porém, a alta densidade populacional em parte considerável de seu entorno, muitas vezes, leva ao uso e ocupação impróprios do solo, que podem se estender para a zona de amortecimento do parque. Além disso, em seu interior ocorrem efeitos negativos associados ao fácil acesso da população em certas áreas, como deposição de lixo e resíduos tóxicos ou químicos, caça e pesca irregulares, captação clandestina de água direto de riachos, o uso de represas, como a do Núcleo Cabuçu, para atividades recreativas e ou até a entrada em determinados locais para o consumo de drogas. Na verdade, os principais tipos de

ocorrência sofreram alterações ao longo do tempo, sendo que há quinze anos, estavam relacionadas principalmente à caça, pesca e extração de espécies vegetais. Atualmente, a criminalidade, usuários e tráfico de drogas, desmanche de veículos e disposição irregular de lixo são os aspectos mais preocupantes (INSTITUTO FLORESTAL, 2009). De qualquer modo, todas as atividades citadas têm potencial de causar impactos e, conseqüentemente, degradação e perda da biodiversidade da flora e fauna aquáticas do parque

Devemos lembrar ainda que a retirada de recursos naturais de dentro da floresta, o desmatamento, as queimadas, a caça e a pesca ou captura de animais silvestres, e a realização de qualquer tipo de obra nas áreas do Parque Estadual da Cantareira ou de outras UCs são considerados crimes ambientais, de acordo com a Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998, conhecida como Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998).

### **Plano de manejo do Parque Estadual da Cantareira**

Durante o período colonial a área hoje ocupada pelo Parque Estadual da Cantareira foi afetada pelo processo de ocupação do Planalto Paulista a partir da chegada dos portugueses, e no século 19 cedeu parte significativa de sua cobertura vegetal para a cultura do café. Quando o governo da província, necessitou de serviços como abastecer com água a cidade que se consolidava, decretou a preservação da região, o que, ao longo do último século, possibilitou a recuperação de sua riqueza biológica (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

Assim, criado com o objetivo original de proteção aos mananciais para prover abastecimento de água para São Paulo e municípios vizinhos, o Parque atualmente é dos maiores remanescentes florestais da Serra da Cantareira, tanto em extensão como em representatividade e diversidade, e um referencial em áreas urbanas protegidas (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

O Parque Estadual da Cantareira foi uma das primeiras unidades de conservação brasileiras, juntamente com o Parque Estadual de Campos de Jordão a receber um plano de manejo em 1974, portanto antes da consolidação do SNUC e da obrigatoriedade de elaboração de planos de manejo para UCs. Naquele momento passaram a contar com esse instrumento técnico de planejamento e gestão, elaborado com a colaboração das escolas florestais da Alemanha e dos Estados Unidos da América (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

Atualmente, a Secretaria do Meio Ambiente é responsável pelo estabelecimento e implementação da política de conservação do estado de São Paulo, inclusive dos espaços territoriais protegidos, como é o caso das Unidades de Conservação de Proteção Integral e de uso sustentável. Já a Fundação Florestal busca a melhoria da qualidade ambiental, visando à conservação e a ampliação de florestas no estado (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

Hoje o maior desafio da gestão do Parque Estadual da Cantareira e, portanto, de seu Plano de Manejo, é a implementação de ações que garantam os objetivos para os quais este Parque foi criado, visto a existência de usos resultantes da pressão antrópica que são conflitantes em relação aos permitidos em unidades de conservação.

Com relação à água e, mais especificamente, à bacias hidrográficas presentes no PEC, salienta-se que 50%, 40% e 35% das áreas das bacias do ribeirão Águas Claras, e dos rios Cabuçu de Cima e Cabuçu de Baixo, respectivamente estão inseridos no Parque (INSTITUTO FLORESTAL, 2009). Há ainda outras bacias com percentuais inferiores de sua área no interior do Parque, mas cujas nascentes também estão protegidas pela floresta. Mas será que estas nascentes estão sendo realmente preservadas? A presença de vegetação preservada necessariamente resulta em conservação das condições naturais dos riachos que compõem o PEC?

Segundo Rares (2013) é exatamente o que não acontece, ou seja, a vegetação pode estar em um bom estado, porém existem riachos que, apesar de estarem no interior do PEC, não se encontram tão conservados quanto o esperado. Uma vez que o parque é alvo de pressão da urbanização de sua área de entorno, este fato constitui o principal vetor com potencial de comprometimento dos recursos hídricos nele presentes, juntamente com a captação irregular de água, o processo erosivo em trilhas e caminhos, a presença da Rodovia Fernão Dias e a deposição de resíduos no interior do Parque.

Esta captação irregular de água (presença de mangueiras em diferentes pontos no interior da unidade de conservação) é reconhecida pelo Instituto Florestal (2009) como uma atividade crescente que pode, além de resultar na degradação dos ambientes aquáticos, gerar usos conflitivos com o próprio Parque que também utiliza essas águas.

### **Bi indicadores bentônicos na avaliação da qualidade de água**

Para Esteves (2011), entre os possíveis usos múltiplos dos ambientes dulciaquícolas estão à água para abastecimento (doméstico e industrial), fins de pesquisa, geração de energia elétrica, produção de alimentos para o homem e para os animais e lazer (natação, pescaria, esportes náuticos, etc.). O autor considera que a garantia da continuidade dos usos múltiplos é alcançada por meio da conservação daqueles ambientes.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, já citada anteriormente, as águas do Parque Estadual da Cantareira estão enquadradas na Classe Especial, que contempla as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. Assim, a manutenção da condição natural das águas no PEC é fundamental para a manutenção dos usos que delas se faz, assim como para a conservação da biota aquática. No entanto, a determinação de tal condição não é simples e não pode estar associada unicamente à análise de variáveis físicas e químicas da água, devendo incluir a busca de ambientes cuja integridade ecológica esteja mantida.

Integridade ecológica pode ser definida como “a habilidade de um sistema suportar e manter uma comunidade em equilíbrio e integrada, com composição de espécies, diversidade e organização funcional comparável à dos habitats não impactados de uma determinada região” (KARR e DUDLEY, 1981). Assim sendo, este conceito está profundamente relacionada à conservação ambiental, uma questão altamente relevante quando se trata de biomas como a Mata Atlântica. Como se vê, o conceito pressupõe a análise da biota, mas raramente é possível abarcar a totalidade dos organismos presentes em um determinado corpo d’água. Neste sentido, algumas comunidades costumam ser utilizadas como indicadoras, entre as quais a dos invertebrados bentônicos é uma das mais utilizadas.

Com alta diversidade taxonômica, tamanho, forma e modo de vidas variáveis que, por sua vez, estão relacionados ao tipo de habitat em que vivem, os macroinvertebrados bentônicos constituem uma importante ferramenta de avaliação ambiental, podendo refletir ou indicar alterações pelas quais o ambiente esteja passando, como efeitos de impactos antrópicos (BRANDIMARTE et al., 2004). São sensíveis a vários tipos de degradação, respondendo assim a um amplo espectro de níveis e tipos de poluição.

Esta ideia não é nova, mas devido aos bons resultados obtidos muitos são os autores que continuam utilizando os organismos que compõem a macrofauna bentônica como ferramenta de avaliação do meio ambiente e biomonitoramento (QUEIROZ et al., 2000; MORENO e CALLISTO, 2004; BORGES et al., 2007). Neste sentido, Fernandes e Fonseca (2007), por exemplo, propuseram a criação de um índice para avaliar a integridade biológica dos ecossistemas aquáticos utilizando os invertebrados bentônicos.



Em seu trabalho aplicaram os conceitos de áreas de referências e saúde dos rios, com o objetivo de monitorar e restaurar a condição natural de ambientes degradados.

A determinação da integridade ecológica de riachos por meio da comunidade de invertebrados bentônicos, acompanhada da análise de fatores abióticos, auxilia na determinação das condições referências e, portanto, das condições naturais dos ecossistemas lóticos. Assim, poderia constituir uma ferramenta relevante para o planejamento e gestão de recursos hídricos dentro de Unidades de Conservação, a fim de saber a real situação de suas águas e como usá-las e conservá-las mantendo suas condições naturais. Tais informações, sem dúvida, seriam de grande valia como forma de avaliação da efetividade de planos de manejos.

## **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES**

Atualmente passamos por grandes desafios relacionados ao uso, proteção e manejo dos recursos hídricos pelo mundo. Neste sentido se faz necessária a busca por conhecimentos que girem em torno das condições da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos. A partir de seu entendimento podemos promover um gerenciamento inteligente, à medida que integramos avaliações ambientais, prevenimos as fontes poluidoras e conservamos as águas.

Unidades de Conservação prestam diversos serviços ambientais, dentre eles: a proteção da biota e da qualidade da água. Os planos de manejo são instrumentos de planejamento devendo ser dinâmicos e frequentemente atualizados. No caso do PEC, por exemplo, o atual Plano de Manejo é uma revisão do primeiro elaborado em 1974, portanto um documento baseado em 30 anos de conhecimento e desenvolvimento legal e de gestão, incluindo as diretrizes do SNUC e do Roteiro Metodológico de Planejamento do IBAMA (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

No caso do PEC, não há uma metodologia constituída que permita verificar se as águas dos riachos representam as condições naturais. Como dito anteriormente, Rares (2013) salienta que a existência de uma mata relativamente bem conservada não implica necessariamente na ocorrência de uma boa condição da qualidade das águas de riachos do PEC. Pois a presença de um ou mais contaminantes no leito dos rios e riachos, já resultaria em riscos ambientais para o sistema hídricos e seu entorno como um todo. A avaliação de aspectos físicos do ambiente, vegetação e topografia, combinada à aplicação de protocolos de Avaliação Rápida de Riachos e à análise de aspectos relativos à qualidade da água indicou que a pressão urbana é refletida nas condições do habitat aquático. Esta metodologia mostrou a existência de uma heterogeneidade na qualidade da água resultante da menor ou maior proximidade de áreas habitadas, indicando que os riachos não estão igualmente protegidos no interior do parque.

Pelo fato de se tratar de uma Unidade de Conservação em que a vegetação arbórea, no geral, está bem conservada, esta por si só não é uma boa indicadora para o que é ou não a condição natural. Assim, ferramentas relacionadas ao sistema hídrico como as avaliações da qualidade física e química da água, estrutural (margens e entorno) e, principalmente, a composição e diversidade da biota, aqui representada pela fauna bentônica, poderia ser uma parte importante e integrante da gestão hídrica do PEC, a fim de evidenciar em parte a efetividade de sua gestão no que concerne à qualidade de suas águas.

Ao analisar as Unidades de Conservação de Proteção Integral ainda é preciso avaliar as condições ambientais das bacias hidrográficas com nascentes externas, mas cujas águas drenam para o seu interior. Este fato não é tão relevante para o PEC, mas pode ser para outras UCs, visto que em função da drenagem, as interações com o solo refletirão na qualidade da água dos ecossistemas aquáticos presentes no seu interior.

Trabalhos que envolvam avaliações integradas são de importância vital para averiguar qual a situação real dos corpos d'água no interior de as Unidades de Conservação de

Proteção Integral. A elaboração dos Planos de Manejo deve considerar a avaliação da qualidade ambiental, investigando sempre se as ferramentas de gestão estão adequadas para o diagnóstico ambiental, com potencial de levar a uma resposta satisfatória sobre como avaliar o meio ambiente para melhor entendê-lo, o que possibilitará que ações corretas sejam tomadas para sua manutenção e conservação.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BORGES, H.L.F.; CALMON, A.S.Q.; PINTO, G.A.; MELO V.F.; CALADO NETO, A.V.; SEVERI, W. Invertebrados bentônicos do reservatório da Usina Hidroelétrica de Pedra/BA- Estudos preliminares. **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu-MG.2007.

BRANDIMARTE, A.L.; SHIMUZU, G.Y.; ANAYA, M.; KUHLMANN, M.L. Amostragem de Invertebrados Bentônicos. **In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO D. C (orgs.) Amostragem em Limnologia**. São Paulo: Rima. 2004. p. 213-230.

BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentada no 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 mar. 1997.

BRASIL, Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, 12 fev. 1998.

BRASIL. CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 12, de 19 de julho de 2000. Estabelece procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 jul. 2000a.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jul. 2000b.

BRASIL.CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de mar. 2005.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERNANDES, A. C. M.; FONSECA, C. P. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade de água: Proposta para Elaboração de um Índice de Integridade Biológica**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília-DF, Maio de 2007.

FIRMINO, P.F.;MALAFAIA,G.; RODRIGUES, A.S.L..2011.Diagnostico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, Sudeste do Estado Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida.**Braz J. Aquat Sci. Technol.** 15(2):1-12. Goiás.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 22 de Março de 2013.

INSTITUTO FLORESTAL. 2009. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Cantareira**. São Paulo: Instituto Florestal/Fundação Florestal/SMA.

KARR, J.R.; DUDLEY, D.R. 1981. Ecological perspective on water quality goals. **Environmental Management**, vol. 5: p. 55-68.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 1 de Abril de 2013.

MEDEIROS, R.; YOUNG; C.E.F. 2011. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Relatório Final**. Brasília: UNEP-WCMC, 120p.

- MORENO, P.; CALLISTO, M. 2004. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas. In: Ferracini V.L.; Queiroz S.C.N. & Silveira M.P. (eds). **Bioindicadores de Qualidade da Água**. p:95-116.
- PIZELLA, D.G. 2006. **Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais**. São Carlos, SP.
- QUEIROZ, J.F.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; NASCIMENTO, V.M.C. 2000. Organismos bentônicos bioindicadores de qualidade das águas da Bacia do médio São Francisco. **Embrapa**.
- RARES, S. C.. **Buscando as condições naturais da água de riachos de baixa ordem do Parque Estadual da Cantareira (SP)**. 2013. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- TUNDISI, J.G., 2008. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, vol 22, nº 63.