



Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente¹

Eduardo P. Freitas², Jener F. L. de Moraes², Afonso Peche Filho³ & Moisés Storino³

RESUMO

Apesar da conscientização pelas questões ambientais, existe uma crescente pressão sobre os recursos naturais. A análise do uso e da ocupação das terras é um ponto de partida para adequação do ambiente antrópico cuja capacidade de suporte é, portanto, fundamental para a criação de modelos de gestão. O trabalho trata de uma pesquisa que utiliza o geoprocessamento e a gestão de informações do uso e ocupação para estudos ambientais. O objetivo foi selecionar indicadores para gestão das Áreas de Preservação Permanente (APP) e aprimoramento do uso de informações para gestão ambiental. O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, Jundiá, SP; utilizaram-se os dados de um levantamento prévio das suas condições ambientais. A técnica empregada permitiu a seleção de oito indicadores que se mostraram capazes de caracterizar o estado das áreas avaliadas. Os resultados obtidos mostraram que somente 44,6% da APP se encontram em conformidade com a legislação.

Palavras-chave: uso e ocupação das terras, sustentabilidade, sistemas de informação geográfica

Environmental indicators for areas of permanent preservation

ABSTRACT

Despite awareness of environmental issues, there is a growing human pressure on natural resources. The analysis of the land use can be considered as a starting point for studies of anthropogenic environmental adjustment and it is essential to propose models of management with emphasis on land sustainability. The work consists of a research conducted on environmental studies, using GIS and information management of land use. The goal was to select environmental indicators for management of Permanent Preservation Areas (APP), where eight indicators were selected. The study was carried out in the Jundiá-Mirim watershed, in the State of São Paulo, Brazil. The technique allowed the selection of eight indicators that were able to characterize the state of the evaluated areas. The results showed that only 44.6% of APP are in accordance with the law.

Key words: land use and occupation, sustainability, GIS

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Instituto Agronômico de Campinas- IAC

² Instituto Agronômico de Campinas, Av. Barão de Itapura, 1481, Guanabara, CEP 13020-902, Campinas, SP. Fone: (19) 3231-5422. E-mail: edu_pretto@yahoo.com.br; jfmoraes@iac.sp.gov.br

³ Instituto Agronômico de Campinas, Rod. Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, km 65, Japi, CEP 13201-970, Jundiá, SP. fone: (11) 4582-8155. E-mail: peche@iac.sp.gov.br; storino@iac.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

As áreas de Preservação Permanente (APP) têm função ambiental de preservar os recursos naturais, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, o solo e a segurança do bem-estar das populações humanas. Protegidas pelo Código Florestal (LEI 12.651/2012) os tipos mais comuns de APP estão localizados junto aos cursos d'água, represas, lagos naturais, ao redor de nascentes, em topo de morros e em declividades maiores que 45°.

Para a área em estudo foram utilizadas as normas da Lei 4.771/65 e as resoluções CONAMA 302/02 e 303/02, em vigor no período de elaboração deste trabalho, que definem faixas diferentes de acordo com o elemento da rede de drenagem: 30 m para as margens de rios com largura inferior a 10 m, 50 m para nascentes e 50 m para lagos naturais enquanto para lagos artificiais estão previstos 30 m quando localizados em zonas urbanas; na zona rural para espelhos d'água de área inferior a 20 ha a faixa de APP deve ter 15 m; acima desta área a faixa de preservação passa para 100 m.

Embora protegida pela legislação, a ocupação da APP pela agropecuária e expansão urbana é crescente e tem causado degradação ambiental. Quanto a áreas de preservação de cursos hídricos o termo APP se refere a faixas, características do local e vegetação para determinar os limites da “área protegida” de uso do solo ou qualquer atividade; desta forma, são estipuladas distâncias que devem ser respeitadas, como as referidas no parágrafo anterior.

Outro termo utilizado para denominação “da vegetação” desses locais e que não fica preso a delimitações de distâncias, é o termo “matas ciliares”, também conhecidas como matas ripárias ou ribeirinhas; são formações florestais que ocupam as margens de cursos de água; esse tipo de vegetação pode apresentar algumas características peculiares, como tolerância a inundações periódicas e capacidade de adaptação em terrenos com alto grau de declividade.

Segundo Lima & Zakia (2004) a mata ciliar é de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois auxiliam na infiltração de água no solo, facilitam o abastecimento do lençol freático, mantêm a qualidade da água e dificultam o escoamento superficial de partículas e sedimentos que causam poluição e assoreamento dos recursos hídricos. Ainda segundo esses autores, essas matas fornecem sombra mantendo a estabilidade térmica da água, protegem contra o impacto direto da chuva no solo, minimizam os processos erosivos e servem de abrigo e alimento para grande parte da fauna.

Vanzela et al. (2010) observaram que áreas habitadas, agricultadas e as matas degradadas reduziram, de maneira geral, a qualidade de água em uma bacia hidrográfica. Segundo Hunsaker et al. (1998) a qualidade da água em bacias hidrográficas resulta de fatores geomórficos, climáticos, hidrológicos, biológicos e principalmente do uso e do manejo do solo.

A partir da Agenda 21 foi intensificado o monitoramento do ambiente e a busca de indicadores ambientais para a definição de ações rumo ao desenvolvimento sustentável. Instituições internacionais têm-se dedicado à construção de indicadores

sintéticos e simples, capazes de abordar relações presentes no ambiente. Um exemplo é o modelo Pressão-Estado-Resposta (OCDE, 1994) que apresenta grande diversidade de abordagens, diferentes ênfases (Tayra & Ribeiro, 2006) e comumente é utilizado na elaboração de indicadores (Rossetto, 2006; Freitas & Giatti, 2009).

Para Magalhães Júnior (2007), indicadores são modelos simplificados da realidade com a capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos, de aumentar a capacidade de comunicação de dados brutos e de adaptar as informações à linguagem e aos interesses locais dos tomadores de decisão.

O uso de sistemas de informação geográfica (SIG) em estudos sobre indicadores permite o estudo das inter-relações entre os dados econômicos, sociais e ambientais de forma integrada e georreferenciada. Nesta condição o SIG permite a manipulação de grandes quantidades de dados, avaliar elementos de interesse e ainda auxiliar no desafio de tornar as informações mais compreensíveis ao usuário final.

A compreensão dos elementos envolvidos e a espacialização de informações utilizando-se SIG permitem a identificação de problemas e, em consequência, o aperfeiçoamento de modelos de gestão ambiental auxiliando o tomador de decisões na seleção da melhor alternativa.

O objetivo foi selecionar indicadores ambientais a partir da análise integrada de dados do meio físico de uma bacia hidrográfica com a finalidade de gerar informações para priorizar a recuperação das áreas de preservação permanente.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Bacia do Rio Jundiá-Mirim, que pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 5 do Estado de São Paulo; com área de 11750 km² está situada entre as latitudes 23° 00' e 23° 30' Sul e longitudes 46° 30' e 47° 15' Oeste, abrangendo três municípios vizinhos: Jundiá com 58,5% da área, Jarinú 34% e Campo Limpo Paulista com 7,5% (Moraes et al., 2002).

Este mesmo trabalho apresenta base de dados do zoneamento agroambiental do qual foram utilizados os mapas de uso e ocupação das terras, declividade, capacidade de uso de terras e risco de erosão.

Toda base cartográfica foi trabalhada no formato matricial e georreferenciada na Projeção Cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum SAD-69, Zona 23. O software ILWIS (Integrated Land and Water Information System) (ITC, 2001) foi utilizado para manipulação e processamento de dados.

Os elementos dos referidos mapas com ênfase ao uso e à ocupação das terras, permitiram a construção de cartas temáticas empregadas no estudo da condição ambiental da bacia; essas informações, associadas a dados bibliográficos, foram utilizadas na seleção de indicadores.

Da mesma forma que em Francisco (2006), para facilitar a avaliação das condições ambientais os indicadores foram normatizados entre 1 a 2; tal normatização ocorreu por meio da escolha de valores dos atributos dentro da referida amplitude ou pela conversão linear dos diferentes elementos dentro da escala estabelecida, conforme a Eq. 1 descrita em ITC (2001).

$$\text{Normalização} = \frac{(X - E_{\min}) \times (S_{\max} - S_{\min})}{(E_{\max} \times E_{\min}) + E_{\min}} \quad (1)$$

em que:

- X - valor de entrada
- E_{\min} - menor valor de entrada
- E_{\max} - maior valor de entrada
- S_{\min} - menor valor de saída
- S_{\max} - maior valor de saída

Para delimitar a APP foram utilizados os planos de informação da hidrografia e declividade; que foram submetidos a tratamentos capazes de delimitar as distâncias dos cursos d'água e os locais mais íngremes, conforme a legislação vigente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os elementos para composição, assim como a descrição dos indicadores e pesos atribuídos para a priorização de áreas para recuperação da APP, são descritos a seguir, ressaltando-se que pesos maiores representam maior prioridade de recuperação.

Uso da terra: Cruzou-se, em ambiente SIG, o mapa de uso e ocupação das terras com o mapa de APP; analisaram-se as classes de uso das terras na APP estabelecendo-se pesos para as diferentes situações sendo que, para uma maior pressão de uso por atividade antrópica e menor cobertura do solo, maior é a prioridade de recuperação; assim, um local de solo exposto recebe maior prioridade que um local com reflorestamento.

A bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim apresenta 19,9% de seu território protegido em forma de áreas de preservação permanente; entretanto, somente 44,6% da APP estão em conformidade com a legislação.

A qualidade da água de uma bacia é uma resultante direta do uso e da ocupação do solo (Vanzela et al., 2010). As áreas urbanas têm grande impacto na APP, não apenas pela retirada de vegetação em áreas sensíveis e impermeabilização do solo mas também como fonte de contaminação pontual e liberação de resíduos nos canais de água, afetando sua qualidade (Moraes et al., 2002; Gonçalves et al., 2005).

O uso agrícola expõe o solo frequentemente à ação erosiva da chuva e do vento como, por exemplo, o preparo do solo para plantio das culturas. Este manejo impede a regeneração natural e a formação de floresta nativa. Outro fator importante relativo à proximidade de áreas agrícolas é a contaminação da água por agrotóxicos (Bortoluzzi et al., 2006; Veiga et al., 2006; Moreira et al., 2012).

As classes de maior uso do solo na APP são a pastagem e a silvicultura com, respectivamente, 24,6 e 12,9% de área. Desconsiderando-se essas duas classes, todos os demais usos agrícolas ocupam 3,8% da APP. Em outros estudos de levantamento do uso da terra em bacias hidrográficas a pastagem também foi a classe de uso mais representativa (Cunha et al., 2006; Nascimento et al., 2006; Salamene et al., 2011).

A Figura 1 representa o indicador de uso da terra em APP e como o processo de degradação ocorre de forma generalizada na bacia.

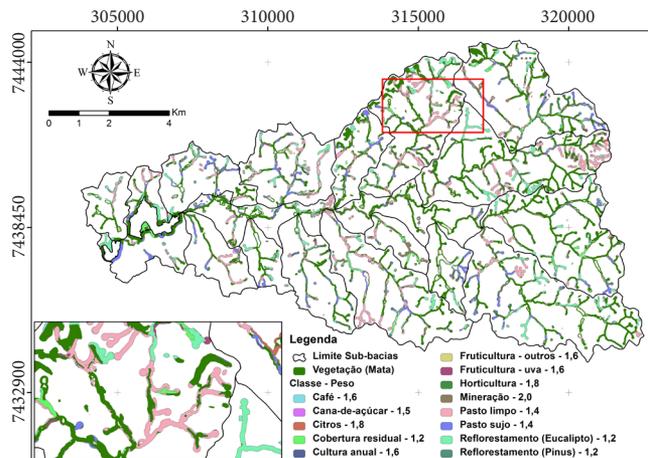


Figura 1. Indicador de uso e ocupação na área de preservação permanente (APP) da bacia do rio Jundiá-Mirim, SP

A alta ocorrência de reflorestamentos pode ser explicada pela proximidade das indústrias de papel. Muitas áreas de reflorestamento atingem os limites de APPs, que não são respeitadas na ocasião do corte das árvores (Moraes et al., 2002).

Proximidade de vegetação nativa: Para a elaboração do indicador de proximidade de APP em relação aos remanescentes de vegetação nativa utilizou-se o plano de informação de uso e ocupação das terras e a partir dele gerou-se um mapa temático dos fragmentos florestais.

Com auxílio do SIG foi gerado um mapa de distâncias que, posteriormente, foi normalizado através de uma função linear decrescente, ou seja, pela inversão de valores da Eq. 1. Estabeleceu-se um limite mínimo de 50 m de distância medidos da borda do fragmento, para que este tivesse alguma influência na ocorrência de chuva de sementes na APP, resultando em maior condição de recuperação, conforme a Figura 2.

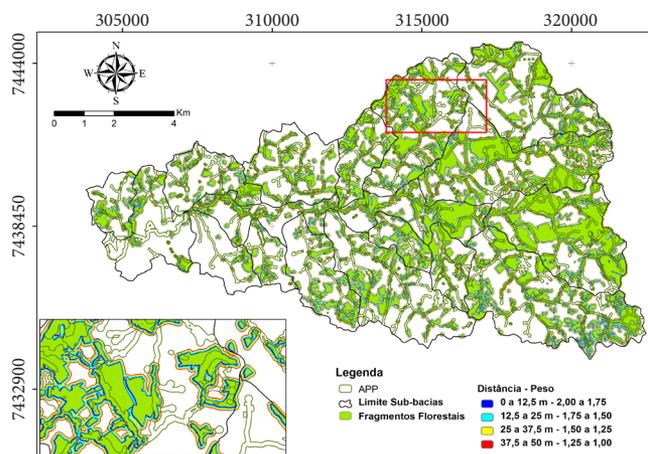


Figura 2. Indicador de proximidade da área de preservação permanente (APP) à vegetação nativa na bacia do rio Jundiá-Mirim, SP

Cubina & Aide (2001) estabeleceram uma forte relação entre distância de fragmentos e intensidade da chuva de sementes sendo que, quanto maior a distância menor a intensidade de propágulos. Quando o método selecionado é o de isolamento da APP para restauração natural, essas estão sob forte influência

da chuva de sementes advindas dos fragmentos mais próximos, facilitando o manejo e diminuindo custos em uma possível restauração. Da mesma forma, o banco de sementes no solo para desenvolvimento de plantas nativas pode ser maior em função do tipo de ocupação (Gasparino et al., 2006).

Wunderle Júnior (1997) registrou que a movimentação de agentes dispersores se concentrou entre 1 e 80 metros a partir da borda de uma floresta secundária indicando limitações para processos de dispersão pela fauna para além dos limites florestais.

É possível observar, na carta temática do indicador, que em alguns locais a APP faz parte de fragmentos florestais; este é um fator importante na proteção da APP sobremaneira pela diminuição do efeito de borda, além de aumentar a barreira que segura os sedimentos advindos da erosão.

Dentre suas diversas funções a APP apresenta grande importância para conectar fragmentos florestais, ou seja, como corredor ecológico; caso estivesse em conformidade com a legislação, a maioria dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica estaria conectada.

Proximidade de áreas urbanas: Gerou-se um mapa de distâncias em relação às áreas urbanas adotando-se uma faixa mínima de 200 metros da borda das áreas urbanizadas de acordo com a proposta de Francisco (2006); assim, quanto mais distante a APP de um núcleo urbano maior sua prioridade de recuperação.

A bacia apresenta alta pressão por urbanização tal como alta concentração de indústrias, em que 65,5% das áreas urbanas são compostos por loteamentos em processo de instalação. Observa-se que a ocupação se concentrou próxima aos cursos de água; a partir desses pontos iniciais de ocupação, a mancha urbana se desenvolve ocupando extensas áreas e desrespeitando a legislação e locais sensíveis à preservação ambiental.

Ao avaliar os mananciais da bacia, Moraes et al. (2002) constataram que 53% dos pontos avaliados apresentavam lixo residencial.

Além da pressão sobre a vegetação o principal problema da proximidade urbana com a APP é a contaminação dos cursos de água com despejo de esgoto. Segundo Moraes et al. (2002) as sub-bacias de maior urbanização, parcelamento irregular do solo e ocorrência de loteamentos irregulares, são as que apresentaram problemas de ocorrência de coliformes fecais em níveis muito acima do limite da CETESB (200 N.M.P, número mais provável).

Várias são as doenças relacionadas ao contato e uso de água contaminada com coliformes fecais; como exemplo, a esquistossomose, febre tifoide, febre para tifoide, diarreias e disenterias bacterianas, como cólera (Heller & Möller, 1995).

O indicador da proximidade de áreas urbanas é apresentado na Figura 3.

Proximidade à malha viária: A partir do mapa viário gerou-se um mapa com distâncias de até 200 m em relação às vias de acesso. Definiu-se que, quanto mais próxima de APP se encontra uma estrada menor sua prioridade de recuperação e distância acima de 200 m, recebe prioridade máxima.

As estradas aumentam a fragmentação da APP e consequentemente a sua área de exposição a pressões externas, como o efeito de borda (Murcia, 1995; Ribeiro & Marques,

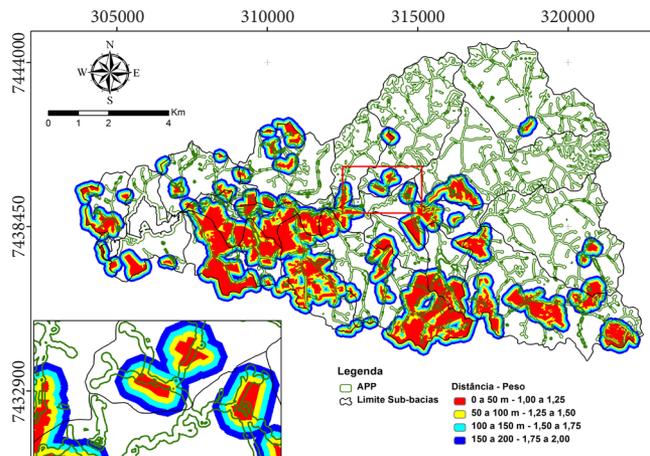


Figura 3. Indicador de proximidade de área de preservação permanente (APP) a áreas urbanas na bacia do rio Jundiá-Mirim, SP

2005) que pode resultar na degradação da vegetação e até extinção de espécies vegetais (Fahrig, 2003; Rodríguez-Cabal et al., 2007) acarretando no comprometimento de suas funções ambientais.

No indicador de proximidade da malha viária (Figura 4) é possível observar que, em geral, as vias são locadas sobre a APP acompanhando e cruzando os cursos de água; este uso é permitido para obras de utilidade pública porém são visíveis a falta de planejamento e a percepção às questões ambientais nesses locais.

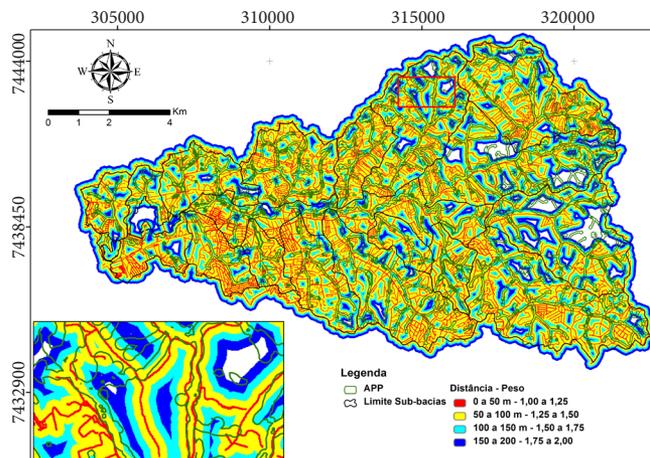


Figura 4. Indicador de proximidade da área de preservação permanente (APP) à malha viária na bacia do rio Jundiá-Mirim, SP

Segundo Trombulak & Frissell (2000), as estradas também trazem riscos de acidentes e morte dos animais que transitam nos corredores de APP.

Risco à erosão: O relevo íngreme da bacia tem grande influência no risco de erosão, somando-se as classes de risco “alto” e “muito alto”; 28,8% da APP apresentam alta probabilidade de degradação ambiental em virtude de estarem localizadas em declividades superiores a 18%. Quando a vegetação nas margens dos rios é retirada, aumenta-se o risco pois o encharcamento do solo favorece o deslizamento dos barrancos.

O predomínio de ocupação antrópica dentro da APP se concentra em áreas de risco “Muito alto” agravando ainda mais os problemas de erosão e a sedimentação dos rios e lagos. Além da retirada da vegetação ocorrem a impermeabilização do solo e o acúmulo de água, que ganha volume, velocidade e força para causar erosão no solo e depreciar a APP em áreas adjacentes.

O indicador foi obtido utilizando-se a equação Universal de Perda de Solos, adaptada por Bertoni & Lombardi Neto (2005) conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Classes de valores de risco a erosão em APP na bacia do rio Jundiá-Mirim, SP, e pesos para priorização de recuperação

Relação A/T*	Classes	Peso
Menor que 1	Muito baixo	1,0
1 a 2	Baixo	1,2
2 a 5	Médio	1,5
5 a 10	Alto	1,8
Maior que 10	Muito alto	2,0

* Os valores indicam o número de vezes em que o risco de perda anual de solo (A) é superior à perda tolerável de solo (T)

O indicador de risco de erosão com os respectivos pesos é apresentado na Figura 5.

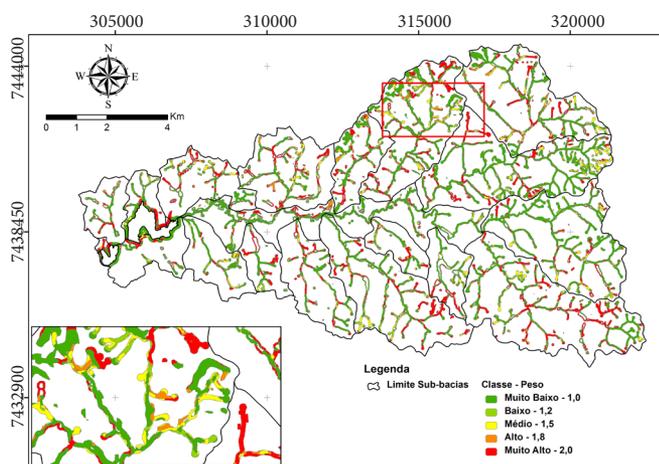


Figura 5. Indicador do risco de erosão em área de preservação permanente (APP) na bacia do rio Jundiá-Mirim, SP

Segundo Bertoni & Lombardi Neto (2005) a presença da mata ciliar aumenta a rugosidade da superfície da bacia e o tempo de permanência da água na superfície do solo, aumentando sua infiltração.

Capacidade de sustentação da vegetação nativa: Com base no mapa de capacidade de uso das terras obtiveram-se valores de acordo com a aptidão do solo segundo Lepsch et al. (1983); neste caso, quanto maior a capacidade de uso menor a prioridade de recuperação.

A classe Va se situa em zonas aluviais e em constante processo de inundação, são áreas de manancial especiais porém, devido à maior dificuldade para o restabelecimento da vegetação, estas receberam prioridade média.

O indicador de capacidade de sustentabilidade da vegetação é apresentado na Figura 6, em que 61,8% da APP se encontram nas classes VII e VIII de capacidade de uso e ocupação das terras.

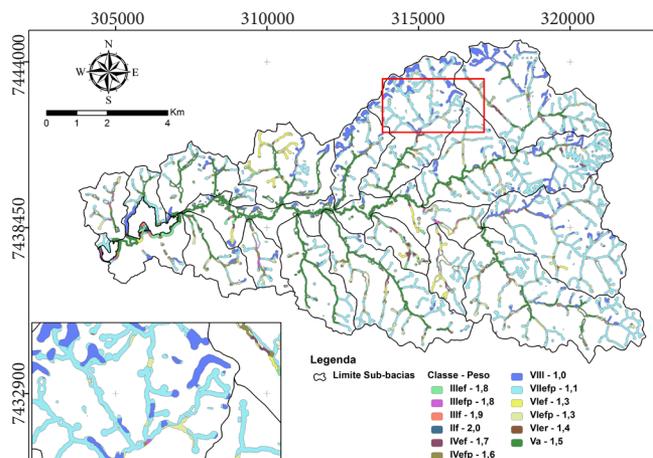


Figura 6. Indicador da capacidade de sustentação da vegetação na área de preservação permanente (APP) da bacia do rio Jundiá-Mirim, SP

Considerando as características de solo e relevo, as classes VII e VIII de capacidade de uso e ocupação das terras apresentam, quando comparadas com as demais, maiores limitações para o desenvolvimento da vegetação nativa; por outro lado, as classes II e III apresentam melhores características de solo e relevo e podem ser consideradas mais favoráveis à sustentação da vegetação nativa.

Galindo et al. (2008) observaram que solos pouco profundos, com impedimento físico, baixa permeabilidade e elevado teor de Na, contribuem para dificultar a regeneração e o desenvolvimento das plantas, particularmente das espécies lenhosas de porte alto.

Ordem dos canais de drenagem: Neste indicador a APP de canais de primeira ordem (Strahler, 1952) recebe maior prioridade de recuperação (Figura 7). A ocupação irregular da APP tem concentração de 54% nos canais de primeira ordem e sua poluição significa comprometer um curso de água desde sua fonte, mantidas as condições de contaminação ao longo da bacia.

Categoria das áreas de preservação permanente: Este indicador foi obtido em função da classificação da APP em

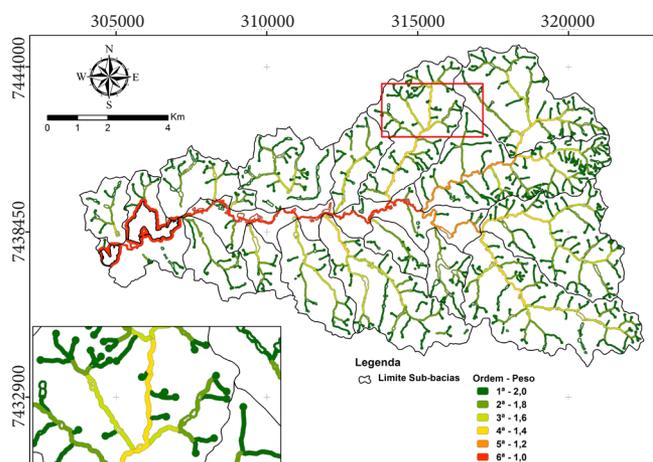


Figura 7. Indicadora de classificação da área de preservação permanente (APP) segundo sua hierarquia fluvial na bacia do rio Jundiá-Mirim, SP

relação à sua capacidade de “produção de água”; assim, áreas de cabeceira recebem maior peso seguida de rio, encosta e lago.

O indicador é apresentado na Figura 8; as cabeceiras são áreas onde ocorre o afloramento do aquífero e nascimento do rio, são áreas muito sensíveis e em sua grande maioria estão localizadas em relevo acidentado, com maior suscetibilidade aos processos erosivos. Observa-se grande número de nascentes na bacia, cuja priorização está diretamente relacionada com a proteção do “olho d’água”; em função de sua importância, a legislação ambiental atribui um raio de proteção maior para esses locais.

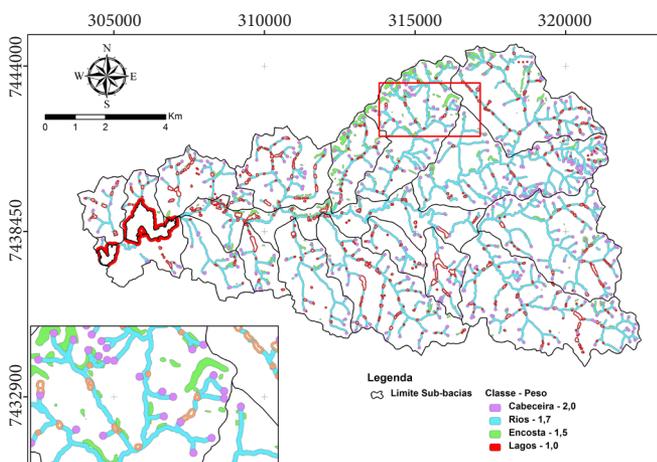


Figura 8. Indicadora da categoria de área de preservação permanente (APP) na bacia do rio Jundiá-Mirim, SP

Na bacia hidrográfica 55,3% da APP estão no entorno de cursos d’água e 20% no entorno de lagos; trata-se também de áreas com maior porcentagem de APP degradada pela ocupação irregular, 7,3% para rios e 3,2% para lagos.

CONCLUSÕES

1. Os dados disponíveis possibilitaram o desenvolvimento e a proposição de oito indicadores ambientais em áreas de preservação permanente para sua recuperação ambiental.
2. As cartas de indicadores podem ser utilizadas individualmente como ferramenta de gestão ambiental.
3. Recomenda-se uma avaliação conjunta de todos os indicadores selecionados para gestão ambiental de APPs.
4. É uma metodologia de priorização para a recuperação de áreas de preservação permanente segundo as normas do Código Florestal.

LITERATURA CITADA

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do solo. 5.ed. São Paulo: Ícone, 2005. 352p.
 Bortoluzzi, E. C.; Rheinheimer, D. S.; Gonçalves, C. S.; Pellegrini, J. B. R.; Zanella, R.; Copetti, A. C. C. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.881-887, 2006.

Cubina, A.; Aide, T. M. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica*, v.33, p.260-267, 2001.
 Cunha, A. M.; Lani, J.L.; Amaral, E. F.; Rezende, S. B.; Ribeiro, L. S. Mosaico digital de aerofotos não-convencionais na avaliação de recursos naturais: Estudo de caso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.182-187, 2006.
 Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on bio diversity. *Annual review of Ecology, Evolution and Systematic*, v.34, p.487-515, 2003.
 Francisco, C. E. F. Áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão das anhumas: Estabelecimento de prioridades para recuperação por meio de análise multicriterial. Campinas: IAC, 2006. 108p. Dissertação Mestrado
 Freitas, C. M.; Giatti, L. L. Indicadores de sustentabilidade ambiental e de saúde na Amazônia Legal, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v.25, p.1251-1266, 2009.
 Galindo, I. C. de L.; Ribeiro, M. R.; Santos, M. de F. de A.; Lima, J. F. W. F.; Ferreira, R. F. de A. L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1283-1296, 2008.
 Gasparino, D.; Malavasi, U. C.; Malavasi, M. M.; Souza, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. *Revista Árvore*, v.30, p.1-9, 2006.
 Gonçalves, C. S.; Rheinheimer, D. dos S.; Pellegrini, J. B. R.; Kirst, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.391-399, 2005.
 Heller, L.; Möller, L. M. Saneamento e Saúde Pública. In: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. V.2. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.10p.
 Hunsaker, C. T.; Jackson, B. L.; Simcock, A. Regional assessment for watershed management in the Mid-Atlantic states. In: Reimold, R. D. (ed.): *Watershed management: Practice, policy and coordination*. New York: McGraw-Hill, 1998. p.11-34.
 ITC - International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. *Ilwis; User's Guide*. Holanda: Enschede, 2001. 530p.
 Lepshc, I.F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; Espíndola, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1983. 175p.
 Lima, W. P.; Zakia, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (ed.). *Matas Ciliares: Conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP, FAPESP, 2.ed. 2004. 320p.
 Magalhães Júnior, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: Realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 686p.
 Moraes, J. F. L.; Carvalho, Y. M. C.; Peche Filho, A. Diagnóstico agroambiental para gestão e monitoramento da bacia do Rio Jundiá Mirim. Jundiá: Instituto Agrônomo de Campinas, 2002. 108p.

- Moreira, J. C.; Peres, F.; Simões, A. C.; Pignati, W. A.; Dores, E. C.; Vieira, S. N.; Strüssmann, C.; Mott, T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.17, p.1557-1568, 2012.
- Murcia, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, v.10, p.58-62, 1995.
- Nascimento, M. C.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Silva, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. *Revista Árvore*, v.30, p.389-398, 2006.
- OCDE - Organization for Economic Co-operation and Development. *Environmental indicators*. Paris: OECD, 2001. 155p.
- Ribeiro, S.; Marques, J.C.B. Características da paisagem e sua relação com ocorrência de bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940; Primates, Atelidae) em fragmentos florestais no vale do Taquari, RS. *Natureza & Conservação*, v.3, p.65-78. 2005.
- Rodríguez-Cabal, M. A., Aizen, M. A.; Novato, A. J. Habitat fragmentation disrupts a plant-disperser mutualism in the temperate forest of South America. *Biological Conservation*, v.139, p.195-202, 2007.
- Rossetto, A. M.; Orth, D. M.; Rossetto, C. R. Gestão ambiental integrada ao desenvolvimento sustentável: um estudo de caso em Passo Fundo (RS). *Revista de Administração Pública*, v.40, p.809-840, 2006.
- Salamene, S.; Francelino, M. R.; Valcarcel, R.; Lani, J. L.; Sá, M. M. F. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do rio Guandu/RJ. *Revista Árvore*, v.35, p.221-231, 2011.
- Straler, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, v.38, p.913-920, 1952.
- Tayra, F.; Ribeiro, H. Modelos de indicadores de sustentabilidade: Síntese e avaliação crítica das principais experiências. *Saúde e Sociedade*, v.15, p.84-95, 2006.
- Trombulak, S. C.; Frissell, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, v.14, p.18-30, 2000.
- Vanzela, L. S.; Hernandez, F. B. T.; Franco, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.55-64, 2010.
- Veiga, M. M.; Silva, D. M.; Veiga, L. B. E.; Faria, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, v.22, p.2391-2399, 2006.
- Wunderle Jr., J. M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, v.99, p.223-235, 1997.