

## Mapeamento de uso do solo e Áreas de Preservação Permanente (APP) na bacia do Córrego Itabira, Cachoeiro de Itapemirim-ES

Luciano Melo Coutinho

Centro Universitário São Camilo-ES – USC  
Rua São Camilo de Lellis, 01 – 29.304-910 – Cachoeiro de Itapemirim-ES, Brasil  
lncoutinho@hotmail.com

**Abstract** - Forms of use and occupation of land may cause negative impacts, mainly by suppression of native vegetation, being the most common being the erosion and economic devaluation of farming areas. The delineation and respect for Permanent Preservation Areas (PPA) are measures provided by Brazilian legislation (Brazilian Forest Code and Resolution CONAMA), aimed at fixing the natural vegetation so that they perform their ecological and environmental functions. The delimitation of PPA requires specific techniques and criteria, since the peculiarities of the law. The present work used Geographic Information Systems (GIS) to environmental assessment the watershed Stream Itabira of being: (i) mapping of land use; (ii) mapping of PPA; and (iii) identification of conflicting uses of land use in PPA. The sum of the PPA represents 41% of the basin (1.55km<sup>2</sup>), and the upper third of the predominant elevations category. The main forms of anthropogenic land use is pasture (53.58%) and agriculture (5.04), which is repeated in the areas that should be intended to preserve, respectively 50.97% and 4.52%.

**Keywords** - environmental impacts, offer water, natural vegetation, geoprocessing

### 1. Introdução

A ocupação do território brasileiro é marcada pela intensa supressão da vegetação nativa e exploração de seus recursos, principalmente da Mata Atlântica devido ao predomínio ocupacional ao longo da linha de costa. Estas áreas passaram a ser utilizadas para diversas atividades antrópicas, com destaque de agropecuária e urbanização. A ausência de práticas voltadas à sustentabilidade ambiental e econômica desencadeou diversos problemas e impactos negativos, destacando-se a erosão hídrica, perda de qualidade dos solos, redução de oferta hídrica e desvalorização econômica de terras utilizadas para agropecuária (Coutinho, 2010; Pruski, 2009; Rodrigues e Nascimento, 2006).

Com o intuito de regulamentar a espacialização do uso do solo, o Código Florestal Brasileiro (Lei N° 4.771/1965, alterada pela Lei n° 12.651/2012) define as Áreas de Preservação Permanente (APP). A Resolução N° 303/2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece parâmetros das APP. Diante os cenários de ocupação do Brasil, procedimentos voltados à delimitação de APP são necessários, tendo em vista as funções ambientais e ecológicas da vegetação natural (Ribeiro et al., 2008; Silva, 2006).

A produção e oferta de água no contexto do ciclo hidrológico são relacionadas à qualidade da cobertura vegetal, principalmente das florestas. As gotas de chuva que atingem o solo podem ter sua energia cinética moderada ao contato com as folhas. Parte da água precipitada é armazenada nas copas das árvores. O sistema radicular aumenta as taxas de infiltração nos solos, contribuindo para manutenção e abastecimento de aquíferos e lençóis freáticos. A evapotranspiração fornece vapor de água para a atmosfera, contribuindo com a regulação e equilíbrio da umidade relativa do ar e da sensação térmica (Lima, 2008).

Os processos internos de bacias hidrográficas podem ser alterados pela supressão da vegetação e práticas antrópicas que resultam no desmatamento. Processos geológicos naturais (intemperismo, erosão e sedimentação) podem ser acelerados, comprometendo a estabilidade de encostas e vertentes. As taxas de infiltração se relacionam a saturação dos solos, que quando ocorrem, concentram o excedente de água na superfície, ocasionando o escoamento superficial e a erosão hídrica (Pruski, 2009).

A alteração da cobertura vegetal representa uma das principais formas de alteração do meio natural, o que se reflete diretamente na oferta e qualidade de água, foco do manejo de

bacias hidrográficas. Conhecer o meio físico e suas alterações é uma das premissas para planejamento e conservação ambiental. Os investimentos em produção de água têm maior chance de sucesso diante a conservação de recursos naturais, tendo em vista sua dependência com os demais recursos naturais e a fase terrestre do ciclo hidrológico (Lima, 2008).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são a categoria de *softwares* específicos para espacialização, tratamento e visualização de dados espaciais. Diversas pesquisas demonstram que SIG podem ser efetivamente utilizados para estudos de uso da terra e identificação de áreas de interesse ambiental, a exemplo de Louzada et al., 2009; Nascimento et al., 2005; Oliveira et al., 2008; Ribeiro et al., 2008; Santos et al., 2010.

Do exposto, este trabalho avaliou a situação ambiental da bacia do Córrego Itabira via mapeamento do uso do solo e das áreas que devem se destinar a preservação, conforme preconiza o Código Florestal Brasileiro. Discorre procedimentos e métodos de geoprocessamento com ênfase em manejo e conservação de bacias hidrográficas. Espera-se contribuir com a geração de dados e subsídios às ações de gestão e planejamento.

## 2. Material e Métodos

A área de estudos é a bacia hidrográfica do Córrego Itabira (BHCI), localizada ao sul do Estado do Espírito Santo, no município de Cachoeiro de Itapemirim. Sua área total de drenagem é 3,77km<sup>2</sup>. As altitudes variam entre 35m e 600m, com grandes variações litológicas. O clima é característico de verões chuvosos e invernos secos, com precipitação anual de até 2000mm, do tipo Aw pela classificação climática de Köppen,.

O relevo inclui a Faixa de Agradação Cachoeiro de Itapemirim-Castelo (entre 80m e 100m com superfícies suaves) e Feições de Mar de Morros (entre 200m e 900m com rochas pouco intemperizadas). A cobertura vegetal original representa a grande formação do Domínio Atlântico ou Mata Atlântica, sob influência das condições litorâneas. Os principais subsistemas são Floresta Ombrófila Densa Submontana nas faixas de altitude até 500m, Floresta Ombrófila Densa Montana acima de 500m, além de vegetação rupestre (porções de solos rasos em substrato rochoso) e brejos herbáceos (porções baixas e úmidas). Por influência da ação humana ocorrem sistemas secundários em diferentes estágios de regeneração (PMCI, 2001; RADAMBRASIL, 1983).

A metodologia empregou as etapas de pesquisa e revisão bibliográfica, seguido de técnicas de geoprocessamento em ambiente de SIG (ArcGIS 9.2®). Para organização e padronização cartográfica adotou-se *datum* WGS 1984, fuso 24, escala 1: 50000. A dimensão das células de saída foi estimada por *pixels* de 10m x 10m, sendo esta a menor dimensão do terreno considerando o RMS aceitável de 13m (Oliveira et al., 2008). O banco de dados digital foi composto pelos seguintes elementos:

- recursos hídricos e curvas hipsométricas (20m) da carta advinda do IBGE (SF-24-V-A-V-4) em escala 1: 50000;
- ortofotomosaico do IEMA composto por aerofotos de alta resolução espacial (1m x 1m) dos anos de 2007-2008, disponibilizadas em escala 1: 15000;
- imagens orbitais MS-GeoEye 1 do anos de 2012 e 2013, de altíssima resolução espacial (0,5m x 0,5m) disponíveis no programa de livre acesso *Google Earth*; e
- aplicativo *SyncArcGE* para sincronia entre ArcMap e *Google Earth* (Motta, 2008).

Delimitou-se a área de estudos de acordo com a metodologia adotada por Coutinho (2010), nas etapas de identificação da foz e rede de drenagem, definição de feições côncavas e convexas, pontuação dos topos de morros e delimitação dos divisores topográficos.

As classes de uso do solo foram identificadas a partir das aerofotos e imagens de satélite pelos princípios de fotointerpretação, seguido da delimitação por vetorização.

O relevo foi representado a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE) por interpolação das curvas de nível pelo recurso *Topo to Raster*, com suporte dos canais mapeados (*Stream*) para definição precisa dos fundos de vales. Este interpolador adota valores de atributos por vetores de varredura (diferenças finitas), combinando eficiente interpolação local (similar ao Inverso do Quadrado da Distância - IQD) e interpolação por superfícies contínuas (similar a Krigagem). Estes elementos garantem uma continuidade da estrutura matricial gerada, de estreita relação com os vetores de origem, representando superfícies côncavas e convexas, permitindo a definição de fundos de vales e topos de morros.

O pós-processamento do MDE adotou a eliminação de depressões espúrias (*Fill*), obtendo-se um MDE Hidrologicamente Consistente (MDEHC). A confiabilidade do MDEHC foi testada por comparação entre MDE gerados de outros interpoladores (TIN, IQD e *Topo to Raster* sem suporte de hidrografia), a partir dos quais foram geradas delimitações automáticas de bacias. As áreas de bacias obtidas dos MDE foram comparadas à delimitação manual com suporte de aerofotos. Os procedimentos de geração e tratamento de MDE e delimitação automática de bacias seguem a proposta de Medeiros et al. (2009) e Santos et al. (2010).

Para delimitação de APP com respeito à legislação, adotou-se a metodologia discorrida por Santos et al. (2010) e Ribeiro et al. (2005), sendo:

- distância de 50m a partir das nascentes ou olhos d'água, identificados em mapeamento topográfico;
- distância de 30m a partir dos canais, generalizados como de largura inferior a 10m, e de 100m para as lagoas de área igual ou superior a 20ha,;
- terço superior das elevações a partir de dados de representação contínua do relevo (MDEHC), sendo as áreas de interesse identificadas por método automático via SIG;
- áreas de declividade igual ou superior a 45° ou 100% de inclinação (MDEHC), as quais foram selecionadas e convertidas para vetor; e
- unificação de todas as categorias de APP.

A identificação das nascentes foi a partir de arquivo vetorial de pontos, cuja confecção utilizou o recurso de criação (*Editor*) e identificação das extremidades dos canais (*Snapping*), seguido do uso do recurso *Buffer* com distancia pré-determinada de 50m a partir dos pontos gerados. O mapeamento do entorno da hidrografia utilizou o arquivo vetorial dos canais e o recurso *Buffer* com distâncias pré-definidas de 30m.

De acordo com Ribeiro et al. (2005) a delimitação de APP em conformidade com a legislação é uma tarefa complexa, principalmente nos procedimentos relacionados a representação do relevo. A declividade foi identificada a partir do MDEHC (*Surface Analysis – Slope*), seguido da seleção da classe representativa de APP ( $\geq 100\%$ ) e conversão para vetor (*Raster to Feature*). A identificação do terço superior das elevações adotou a seqüência de tratamentos do MDEHC, conforme a metodologia discorrida por Santos et al. (2010):

- inversão do MDEHC,
- identificação dos topos como depressões;
- identificação da base das elevações (cota de depressão mais baixa em seu entorno);
- delimitação das bacias de contribuição;
- identificação de morros (elevação entre 50m e 300m a partir da base e declividade  $\geq 30\%$ );
- identificação de montanhas (elevação acima de 300m a partir da base); e
- delimitação do terço superior.

A Figura 1-A demonstra a extensão do terço superior das elevações e a base a partir de curso de água (Ribeiro et al, 2005). A combinação de diversos fatores de APP é demonstrada na Figura 1-B (Santos et al., 2010), cujo modelo demonstra a delimitação do terço superior

das elevações (verde escuro), declividade (vermelho), margens dos canais (azul claro) e entorno das nascentes (azul escuro).

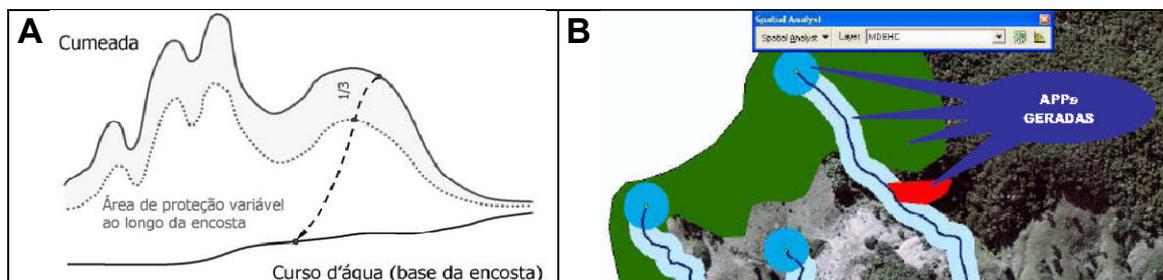


Figura 1. Delimitação de APP de relevo (A) e combinada (B).

Diante a obtenção de todos os fatores da APP, estes foram reunidos em um único dado vetorial (*Union*) e eliminados os trechos de sobreposição (*Dissolve*), constituindo assim a APP total da BHCI. De posse dos arquivos de uso do solo e APP procedeu-se a confrontação das informações, realizando o recorte do uso do solo a partir da APP, o que permitiu avaliar os usos conflitivos nestas áreas. A Figura 2 demonstra as etapas e procedimentos aplicados.

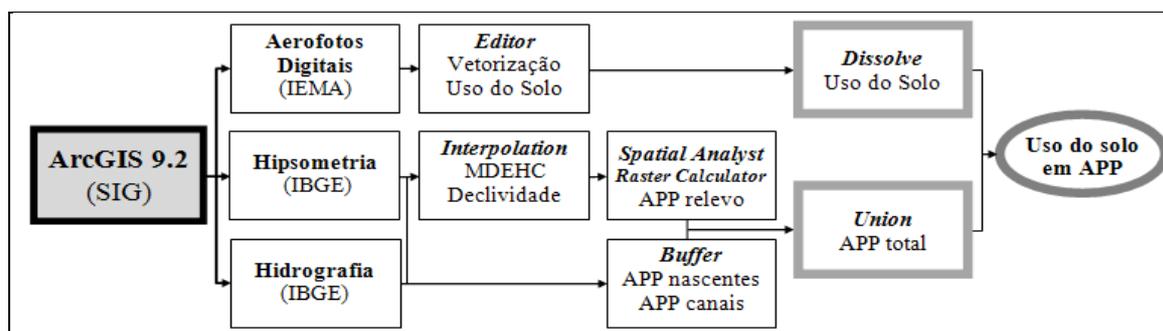


Figura 2: Fluxograma de métodos e procedimentos.

### Resultados e Discussão

Na Figura 3-A se encontra a localização política da BHCI. A espacialização da cobertura natural e do uso da terra foi a partir dos dados de cartografia digital e da vetorização das imagens (Figura 3-B). A alta resolução espacial e o georeferenciamento das aerofotos (Padrão de Exatidão Cartográfica categoria A, inferior a 7,5 metros) foram essenciais para delimitação dos alvos. As imagens do *Google Earth* contribuíram para distinção dos alvos, devido a sua melhor resolução espacial e espectral, e para atualização das formas uso da área.

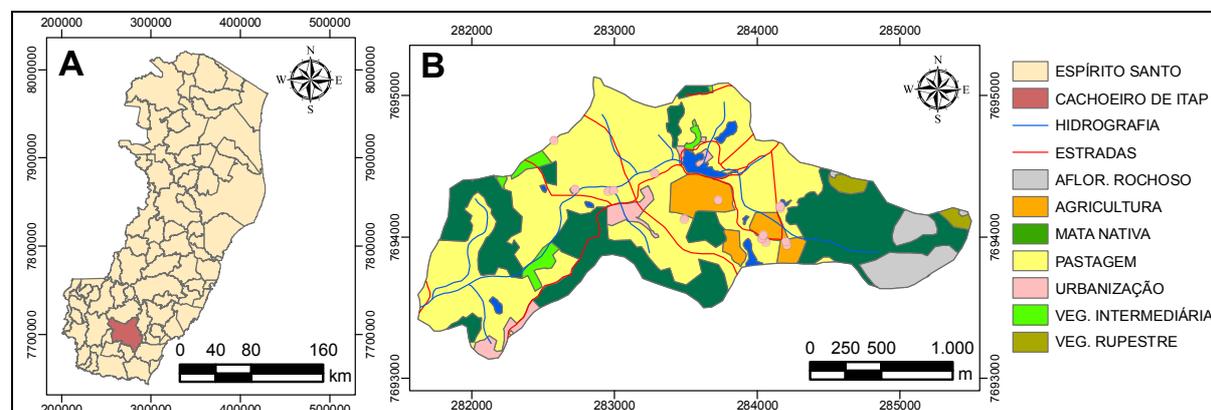


Figura 3. Localização política (A) e uso do solo (B) da BHCI.

Oliveira et al. (2008) realizou o mapeamento de trecho da Região do Caparaó (MG) a partir de classificação de imagens orbitais IKONOS II (4m x 4m). O procedimento de georreferenciamento foi a partir de pontos de controle e as categorias foram identificadas por vetorização manual. Nesta região predominam a cultura do café (45,54%) e as pastagens (31,47%). Culturas de subsistência (0,54%) e edificações (0,47%) são pouco expressivas.

O MDEHC utilizado nos estudos da BHCI foi o gerado pelo interpolador *Topo to Raster* com suporte de hidrografia, o qual realizou a delimitação automática da bacia com a menor margem de erros (área de drenagem e traçado dos divisores topográficos). Os procedimentos automáticos de delimitação de bacias são de grande aplicabilidade, considerando a agilidade e ganho de tempo, principalmente para grandes áreas. Entretanto, certos casos necessitam de suporte de imagens e da intervenção manual, a exemplo das áreas planas, topos de elevações suavizados e áreas de contribuição direta para canais de ordem superior. Medeiros et al. (2009) procedeu a delimitação de bacias nos Estados de Goiás e Distrito Federal a partir de dados SRTM e dados digitais de base cartográfica interpolada via *TopGrid*, verificando erros de delimitação nas regiões mais planas.

O tratamento dos dados de altitude permitiram a representação criteriosa do relevo, considerando os padrões de confiança dos dados. A metodologia de delimitação automática de APP possibilitou a identificação e mensuração do terço superior das elevações e das encostas com declividade  $\geq 100\%$ .

Pelos dados de hidrografia foi possível identificar as porções da bacia que deveriam ser destinadas a APP, sendo estas as margens dos canais (30m) e das nascentes (50m). As nascentes foram pontuadas pelas extremidades destes mesmos canais, seguido da espacialização automática do entorno de todos os pontos. Não foram mapeados entornos das lagoas, pois suas áreas não atingem a medida prevista por unidade (superfície  $\geq 20$ ha) para preservação.

O histórico ocupacional da Região Sul do Estado do Espírito Santo é marcado pelo desmatamento da floresta nativa para expansão da fronteira agropecuária, muitas vezes em áreas que deveriam ser destinadas a proteção dos recursos naturais. Os ciclos econômicos (mata-café-pastagem) ocorreram de forma intensa nesta região, onde a floresta nativa passou a ser suprimida em substituição as atividades (Coutinho, 2010). Até o ano de 1897 as lavouras de café cresceram significativamente, tendo seu declínio com a Crise do Café (1910-1964), e desde então foram substituídas gradativamente pelas pastagens. O trabalho de Coutinho e Sampaio (2007) consistiu da avaliação da vegetação da bacia do Rio Itapemirim entre os anos de 1977 e 2006 por imagens orbitais, os quais constataram que 61% da vegetação foi suprimida até o período da crise cafeeira (1964), anterior ao período de análise, e que 20,81% da vegetação remanescente foi suprimida no período analisado.

A BHCI representa as condições regionais de diversidade ambiental e paisagística, assim como as formas de ocupação e uso do solo agrícola. Algumas edificações na área são decorrentes da especulação imobiliária para condomínios de luxo e pequenas propriedades de aspectos rurais. Rodovias para escoamento de produtos de mineração, principal atividade econômica do município, estão localizadas nesta bacia. Margens de rios e entorno de nascentes, que deveriam ser isoladas e destinadas a preservação, se encontram ocupadas e utilizadas por agropecuária. Os remanescentes de vegetação nativa se encontram nas áreas mais íngremes e de solos rasos, de difícil acesso (PMCI, 2001; RADAMBRASIL, 1983).

Na Tabela 1 se encontram os valores brutos (totais e percentuais) das categorias de APP, sendo o terço superior das elevações a maior representatividade de APP (57,48%), seguido das margens dos canais (38,77%). Os trechos de relevo de declividade acentuada representam 5,87% da APP. O valor das APP unificada representa 41% da área total da BHCI (1,55km<sup>2</sup>), de acordo com os critérios estabelecidos no Código Florestal vigente.

A menor representatividade de APP (4,13%) é do entorno das oito (8) nascentes mapeadas. Com base no número de nascentes, a oferta hídrica desta bacia pode ser

considerada pobre, o que evidencia a necessidade de medidas de preservação. A região de estudos de Oliveira et al. (2008) apresentou maior relevância dos recursos hídricos para o total de APP, sendo 32,71% de entorno dos canais e 16,44% das nascentes.

Tabela 1: Mensuração das categorias de APP da BHCI

APP	Área de APP (km <sup>2</sup> )	Área de APP (%)	APP x Bacia (%)
Declividade $\geq 100\%$	0,091	5,87	2,41
Nascentes	0,064	4,13	1,70
Margem de canais	0,601	38,77	15,94
Terço superior	0,891	57,48	23,63
<b>Total unificado</b>	<b>1,55</b>	<b>-</b>	<b>41</b>

Comparando-se as categorias de APP com a bacia, o terço superior das elevações representa 23,63% da área, seguido das margens dos canais (15,94%). As áreas declivosas (2,41%) e o entorno das nascentes são as categorias menos representativas (1,7%).

A distribuição das áreas de preservação de uma bacia, assim como sua proporção comparada à área total, está relacionada à espacialização de seus diversos tipos. Louzada et al. (2009) avaliaram a APP do município de Alegre-ES, identificando predomínio dos topos de morros (23,53%) e das margens dos canais (15,93%), que unificadas representam 41,12% da área. Ribeiro et al. (2005) identificou 58% de APP para bacia do Córrego Paraíso (Viçosa-MG), sendo 33% de entorno de nascentes e 26% de terço superior das elevações. Oliveira et al. (2008) identificou o predomínio de APP relacionada ao relevo (48,06%), incluindo a categoria de altitudes superiores a 1800m (0,07% da área).

A Figura 4-A representa o total das áreas da BHCI que deveriam se destinar a APP. Estas áreas são de cor verde, com diferentes contornos que permitem distinguir as diferentes categorias. Os contornos de vermelho representam os terços superiores das elevações. As áreas declivosas são representadas pelos contornos laranja. Os pontos representam as nascentes e os círculos azuis escuros em seu entorno representam a APP em raio de 50m. As margens dos corpos hídricos são representadas pelas linhas em azul claro.

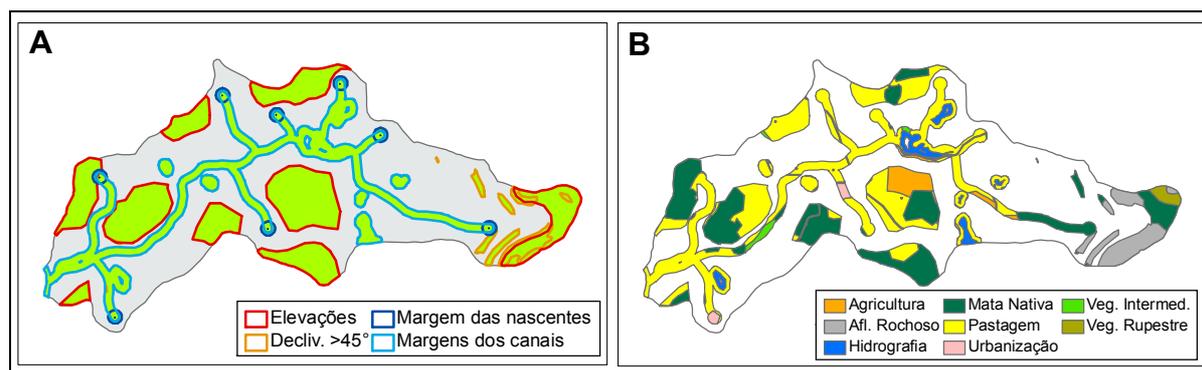


Figura 4. Espacialização da APP (A) e uso do solo em APP (B) na BHCI.

A partir do cruzamento das informações das Figuras 3-B (*Input*) e 4-A (*Clip Feature*), obteve-se o mapa temático apresentado em 4-B (*Output*). Nesta última encontram-se as formas de uso do solo recortadas a partir do mapeamento das áreas de preservação. As medidas das classes de uso real do solo e sua ocorrência em APP podem ser verificadas na Tabela 2, o que caracteriza a etapa de confrontação dos dados de mapeamento.

Coutinho (2010) estimou perdas de solo (ton/ha/ano) na bacia da Prata a partir da EUPS, identificando significativas diferenças em uso real do solo (média: 85,43 e máxima: 3.817,55)

e em APP (média: 27,50 e máxima: 996,86). Estes resultados expressam a importância da vegetação de APP para manutenção de solos e águas de bacias hidrográficas.

A maior ocorrência de uso do solo da BHCI é das pastagens, a qual abrange mais da metade da área (53,58%). A segunda maior atividade é a agricultura (5,04%), seguido da urbanização (3,98%) e vegetação intermediária (1,86%). As atividades agropecuárias somadas representam 58,62% da área, o que confirma o impacto dos ciclos produtivos mencionados. Os fatores naturais têm menor expressão, sendo a mata nativa a segunda ocorrência geral (27,85%), seguido de afloramento rochoso (4,77%), corpos hídricos (1,59%) e vegetação rupestre (1,33%). Louzada et al. (2009) identificou melhor proporção de cobertura florestal (41,7%) na bacia analisada. Nascimento et al. (2005) identificou apenas 16,16% de áreas de florestas em sua área de estudos.

Tabela 2: Uso do solo total e em APP na BHCI

Classe	Total		APP	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento rochoso	0,18	4,77	0,11	7,10
Agricultura	0,19	5,04	0,07	4,52
Hidrografia	0,06	1,59	0,05	3,23
Mata nativa	1,05	27,85	0,46	29,68
Pastagem	2,02	53,58	0,79	50,97
Urbanização	0,15	3,98	0,03	1,94
Vegetação intermediária	0,07	1,86	0,02	1,29
Vegetação rupestre	0,05	1,33	0,02	1,29
<b>Total</b>	<b>3,77</b>	<b>100,00</b>	<b>1,55</b>	<b>100,00</b>

Na área que deveria ser destinada a preservação, a maior ocorrência verificada é das pastagens (50,97%), característico do padrão de uso da bacia. As outras formas de uso do solo em APP são a agricultura (4,52%) e urbanização (1,94%). Nas APP as atividades pecuárias e agrícolas somadas representam 55,49%. A espacialização dos fatores naturais em APP difere-se em pouco do uso real, predominando as florestas (29,68%), rochas (7,10%), corpos hídricos (3,23%) e vegetação rupestre (1,29%).

Por meio desta análise de espacialização de dados, seguido do somatório dos fatores naturais, verificou-se que em sua totalidade apenas 37,4% da BHCI se encontra preservada com manutenção de florestas nativas, vegetação em níveis intermediários, corpos hídricos e rochas. Estes mesmos fatores representam menos da metade das áreas destinadas a APP (42,6%). De forma contrária a legislação, mais da metade da área de preservação da bacia (57,4%) está sendo utilizada para fins econômicos e ocupacionais.

Embora o histórico regional indique a predominância de substituição de florestas por agropecuária, as formas de uso do solo podem variar significativamente entre os municípios em função de peculiaridades relacionadas às potencialidades e tradições. Coutinho (2010) observou na área de estudos um equilíbrio entre as áreas utilizadas por agricultura (permanente 27,26% - temporária 2,95%), pastagens (limpa 24,01% - suja 6,62) e remanescentes de vegetação nativa (floresta 24,68% - rupestre 12,17%). Louzada et al. (2009) verificaram que a bacia do Ribeirão Estrela do Norte tem 31,1% de sua área ocupada por pastagens e 12,4% ocupada por agricultura. Nascimento et al. (2005) verificaram o uso do solo da sub-bacia do Rio Alegre, constatando que 62,52% é usada para pastagens e 11,52% para agricultura. Oliveira et al. (2008) identificou que 77,46% da região é utilizada para agropecuária, 14,65% de florestas e 4,11% de capoeira.

De acordo com Silva (2006) uma das dificuldades do contexto de delimitação e respeito às APP está na uniformidade dos critérios estabelecidos para todo o país, pois são desconsideradas as variações geográficas e os diferentes ecossistemas do Brasil. A legislação por sua vez não difere critérios de APP para diferentes usos do solo.

Práticas voltadas ao desenvolvimento sustentável, pensando nesta e nas futuras gerações, devem priorizar as APP. O uso inadequado de uma bacia hidrográfica é um fator comprometedor da oferta e uso sustentável de água e solo, principalmente ao se considerar a dependência destes recursos (quantidade e qualidade) para as atividades agropecuárias

## Conclusão

Foram mapeadas as formas de uso do solo e os trechos representativos de APP da bacia do Córrego Itabira (Cachoeiro de Itapemirim-ES), conforme a legislação vigente. Os trechos que deveriam ser destinados a preservação representam 41% da área de estudos. As atividades agropecuárias ocupam mais da metade da área da bacia (58,62%) e das áreas de preservação (55,49%). Demais categorias mapeadas, naturais e antrópicas, são pouco expressivas.

Esta bacia apresenta indícios de fragilidade ambiental, considerando as categorias de uso da terra e suas proporções, o que se reflete no uso indevido das APP. Práticas voltadas à sustentabilidade e preservação da área se fazem necessárias.

## Referências

- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Levantamentos dos Recursos Naturais - Folha SF 23-24; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da Terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.
- Coutinho, L. M. **Impacto das áreas de preservação permanente sobre a erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo-ES** [Dissertação]. Jerônimo Monteiro: UFES; 2010.
- Coutinho, L. M.; Sampaio, T. V. M. Evolução da supressão de florestas na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim via uso de imagens orbitais. **Revista Camiliana de Iniciação Científica**, v.2, n.1, p.156-163, 2007.
- Louzada, F. L. R. O. (et al.). Análise das APP da bacia hidrográfica do ribeirão Estrela do Norte, ES. **Revista de Biologia e Saúde**, v.3, n.2, p.128-141, 2009.
- Lima, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ; 2008.
- Medeiros, L. C. (et al.). Avaliação de modelos digitais de elevação para delimitação automática de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.61, n.2, p.137-151, 2009.
- Motta, L. P. **Procedure for install source of “Synchronized Google Earth with View map of ArcMap”**. Centro Gestor e Operac. do Sist. de Proteção da Amazônia (CENSIPAM). Brazil: Brasília-DF, 2008.
- Nascimento, M. C. (et al.). Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, ES. **Ciência Florestal**, v.15, n.2, p.207-220, 2005.
- Oliveira, F. S. de (et al.). Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, Estado de Minas Gerais. **R. Árvore**, v.32, n.5, p.899-908, 2008.
- Prefeitura Municipal de Cachoeiro De Itapemirim (PMCI). **Plano de manejo do Parque Natural Municipal do Itabira**. 2º Relatório Técnico Parcial. Fundação PROMAR, 2001.
- Pruski, F. F. Prejuízos decorrentes da erosão hídrica e tolerância de perdas de solo. In: Pruski, F. F. **Conservação do solo e da água**. Viçosa: Ed. UFV, 2009.
- Ribeiro, C. A. A. S. (et al.). O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.203-212, 2005.
- Rodrigues, P. J. F.; Nascimento, M. T. Fragmentação Florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. **Rodriguésia**, 57 (1): 63-74. 2006.
- Santos, A. R. dos. (et al.). **Mapeamento de áreas de preservação permanente no ArcGIS 9.3**. Alegre: CCAUFES, 2010.
- Silva, V. G. **Legislação ambiental comentada**. 3ª ed. Belo Horizonte: Fórum; 2006.