

Análise da adequação à legislação ambiental das APPs fluviais na bacia do rio Salobra, MS

Júlio César Dalla Mora Esquerdo ¹
João dos Santos Vila da Silva ¹
Ivan Shieh Basotti ²
Caio Gusmão Ferrer de Almeida ²

¹ Embrapa Informática Agropecuária
Caixa Postal 6041 – 13083-000 – Campinas, SP, Brasil
{julio, jvilla}@cnptia.embrapa.br

² Colégio Técnico de Limeira – Unicamp
Caixa Postal 116 – 13484-332 – Campinas, SP, Brasil
caio.geos@yahoo.com.br, ivan.basotti@gmail.com

Resumo. A forma inadequada do uso e ocupação do solo tem causado impactos nos ecossistemas fluviais e aquáticos do Brasil, sobretudo por conta da degradação das matas ciliares. A legislação ambiental determina a obrigatoriedade de Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo de rios e nascentes, o que nem sempre é respeitado. Diante disso, foi conduzido um estudo na bacia do rio Salobra, afluente do rio Miranda, localizado na região sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, com o objetivo de verificar a adequação das áreas de APPs fluviais em relação à legislação ambiental. A partir do uso de um Sistema de Informações Geográficas e imagens de satélite, foram criadas faixas ou *buffers*, indicando a faixa obrigatória de existência de matas ciliares, segundo a legislação ambiental vigente. A largura da faixa obrigatória foi determinada de acordo com a largura dos rios, estimada a partir de imagens HRC/CBERS-2B, com resolução espacial de 2,5 metros. Em seguida, foram realizados os cruzamentos entre as áreas obrigatórias e o mapeamento das formações vegetais da bacia, obtendo-se assim a delimitação das áreas em acordo ou desacordo em relação a legislação ambiental. Os resultados indicaram que 992 ha, ou 14% do total de áreas que deveriam estar cobertas por matas ciliares, estão em desacordo com a legislação ambiental. A metodologia proposta mostrou potencial como ferramenta auxiliar nas atividades de fiscalização e licenciamento ambiental.

Palavras-chave: geoprocessamento, mata ciliar, HRC, CBERS.

Abstract. An inadequate use and occupation of soil has caused impacts on waterways and aquatic ecosystems in Brazil largely due to the degradation of riparian areas. The environmental legislation that requires mandatory Permanent Preservation Areas (PPA) along rivers and springs is not always respected. Given this, a study was conducted in the basin of the Salobra river, a tributary of the Miranda river, located in the Southeast region of Mato Grosso do Sul state. The objective was to verify the adequacy of the riparian areas in relation to the environmental legislation. With the use of a Geographic Information System and satellite images, buffers were created, indicating if the riparian areas are in existence and in accordance with environmental regulations. The width of the compulsory buffer was determined in accordance with the width of the rivers, estimated from HRC/CBERS-2B images, with a spatial resolution of 2.5 meters. Then, comparisons were performed between the obligatory of riparian areas and the mapping of the formation of vegetation in the base, thus delimiting the areas in agreement or disagreement in relation to the environmental legislation. The results showed that 992 ha, or 14% of the total area that should be covered by riparian areas, are in disagreement with the environmental legislation. The proposed methodology has shown to be a potential tool in order to aid the environmental licensing activities.

Key-words: geoprocessing, riparian forest, HRC, CBERS.

1. Introdução

As questões sobre conservação e recuperação dos ecossistemas degradados pelo homem vêm ganhando destaque e atenção por parte do meio científico e da população em geral. Esta preocupação se desenvolve tendo em vista o aumento do nível de deterioração ambiental decorrente do modelo vigente, no qual predominam valores materialistas que não levam em consideração a capacidade de regeneração da natureza (Sachs, 2007).

O Brasil, por possuir uma vasta extensão territorial, apresenta um potencial eminentemente agrícola, em que a exploração da terra vem ocasionando um alto custo ambiental e econômico. Um exemplo disso é o impacto sobre ecossistemas fluviais e aquáticos, onde a utilização da madeira como matéria-prima e o desmatamento para fornecer novas áreas para agricultura e pecuária vêm contribuindo para a degradação da mata ciliar. Ao longo dos anos, tem ocorrido uma conversão de áreas com mata ciliar em áreas de agropecuária e tal fator é apontado como principal causa do desmatamento em todo o mundo, promovendo também a aceleração do assoreamento dos rios (Houghton, 1994). Outros estudos sobre variáveis em córregos e rios alertam que a devastação das matas ciliares contribui para o aumento da turbidez das águas e erosão das margens dos rios.

Em termos legais, o Código Florestal Brasileiro (Lei nº4.771/65, alterada pelas Leis nº7.803/89 e nº7.875/89) estabelece o conceito de APPs (Área de Preservação Permanente) como aquelas localizadas ao redor de lagos, lagoas e ao longo de rios, variando de acordo com a largura de cada um, além de nascentes, topo de morros, encostas, restingas e manguezais. A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº303, de 20 de março de 2002, dispõe sobre parâmetros, definições e limites, e determina que a largura das APPs é definida em função da largura e do tipo do corpo d'água.

O Código Florestal Brasileiro esclarece também que a função ambiental de uma APP reúne a preservação dos recursos hídricos, paisagem, estabilidade geológica, biodiversidade, fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas. Dias (2002) considera que as matas ciliares contribuem para a preservação da zona ripária, dificultam o assoreamento dos rios e represas, retêm os nutrientes oriundos da fertilização das lavouras e evitam a contaminação da água por resíduos. Machado (2007) afirma que as APPs são áreas insuscetíveis de exploração, que devem ser preservadas de forma absoluta, isto é, sem sofrer qualquer processo de

modificação, pois constituem bens comuns de todos, que visam proteger os recursos hídricos e os leitos dos rios da erosão causada pelo processo de lixiviação.

No Brasil ainda existem poucos estudos envolvendo o monitoramento de APPs, o que contribui para a ocorrência de problemas como a ocupação de áreas impróprias com riscos de erosão e exposição do solo, poluição dos recursos hídricos e invasão de áreas de preservação permanente. No entanto, o avanço das geotecnologias e a maior disponibilidade de dados sobre a superfície terrestre têm permitido maior facilidade no desenvolvimento de estudos sobre o tema. Através do SIG – Sistema de Informação Geográfica, pode-se quantificar e identificar os conflitos de uso da terra em APPs, auxiliando o monitoramento, controle e suporte para o estudo de impactos que poderão ocorrer. Estes resultados são obtidos mediante a sobreposição de diversas informações espaciais da bacia hidrográfica em estudo.

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi utilizar ferramentas geotecnológicas para verificar a dimensão atual da cobertura vegetal ciliar ao longo da extensão do rio Salobra e seus afluentes, no Mato Grosso do Sul, e verificar sua adequação em relação às leis ambientais vigentes.

3. Material e Métodos

O estudo foi realizado na bacia do rio Salobra, no Estado do Mato Grosso do Sul (**Figura 1**). A escolha por esta bacia foi baseada no fato dela apresentar três compartimentações geomorfológicas bastante distintas: a) planalto, referente a Serra da Bodoquena; b) depressão do Pantanal e; c) planície do Pantanal, referente a uma pequena parte na foz do rio Salobra com o rio Miranda.

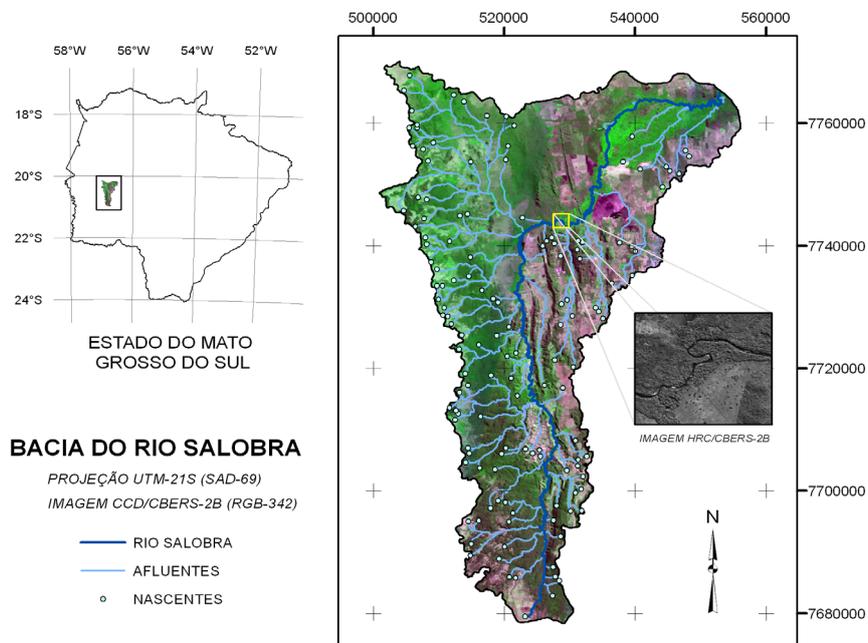


Figura 1. Área do estudo – bacia do rio Salobra, sua rede de drenagem e nascentes.

A delimitação geográfica da bacia foi feita de forma automática por meio do módulo *Watershed*, do programa computacional Idrisi, a partir de um modelo digital do terreno derivado de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). O algoritmo determina os locais de escoamento superficial, assim como os divisores de água, para então determinar os limites da bacia, cujo valor de área mínima é definido pelo usuário (650km², neste caso). O algoritmo tem melhor desempenho nas regiões com relevo mais acidentado, podendo apresentar algumas falhas nas regiões mais planas. No caso da bacia do rio Salobra, foram necessários ajustes manuais na delimitação ao norte da bacia, onde o relevo é menos acidentado, adotando-se como referência cartas topográficas do local e imagens CBERS.

Para as atividades do trabalho foram utilizadas imagens do sensor HRC, com resolução espacial de 2,5 metros, e do sensor CCD, com resolução espacial de 20 metros. Ambos os sensores estão a bordo do satélite CBERS-2B, e as imagens foram adquiridas do catálogo de imagens da DGI/INPE (DGI/INPE, 2010).

As imagens HRC foram corrigidas geometricamente tomando-se como base a imagem CCD obtida do banco de dados do projeto “Sistema de Informação Georreferenciada como apoio à tomada de decisão – estudo de caso: Estado de Mato Grosso do Sul” (GeoMS), que já estava georreferenciada. Em seguida foi aplicado um realce linear nas imagens HRC e logo após estas foram mosaicadas. A função das imagens HRC foi servir como base para a determinação da largura dos rios da bacia, para então ser determinada a faixa de mata ciliar obrigatória. Conforme prevê o CONAMA, todo curso d’água deve ter uma determinada faixa de preservação permanente, cujo valor é função da largura do curso d’água, conforme pode ser observado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Largura da área de preservação permanente em função da largura do curso d’água.

Largura do canal de drenagem	Largura da APP
Até 10 m	30 m em cada margem
De 10 a 50 m	50 m em cada margem
De 50 a 200 m	100 m em cada margem
De 200 a 600 m	200 m em cada margem
Superior a 600 m	500 m em cada margem

Fonte: CONAMA – Resolução nº303/2002.

Com o auxílio das imagens HRC foi feita a medição da largura do rio Salobra a cada dois quilômetros ao longo dos quase 200 km de sua extensão. Já no caso de seus afluentes, não foi possível realizar a medição das larguras, uma vez que suas feições não puderam ser corretamente discriminadas nas imagens HRC, como será discutido adiante.

As drenagens de toda a bacia, digitalizadas a partir de cartas topográficas geradas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), foram corrigidas e refinadas por meio do programa Spring 4.3.3, na escala 1:100.000. A partir dos vetores das drenagens e nascentes, foram criados *buffers* ou faixas de mata ciliar obrigatória para cada drenagem e para todas as nascentes da bacia por meio do software ArcGis 9.3.1.

Os *buffers* foram gerados a partir da linha de drenagem, localizada no centro do rio. Logo, foi necessário descontar essa distância entre o centro do rio e sua margem, para que o *buffer* apresentasse a largura correta a partir da margem do rio. Adotou-se como diferença padrão a média das larguras medidas, dividido por dois, cujo valor foi somado às faixas do *buffer*.

O mapa de uso da terra da bacia do ano de 2007, na escala 1:100.000, foi adquirido de Silva e Dias (no prelo), de onde foram extraídas e agregadas as classes de interesse. As categorias contidas nesse mapeamento que estavam sobrepostas às áreas de APP foram reclassificadas em dois grupos: vegetação ciliar suprimida, composta por regiões onde a vegetação natural foi modificada, e vegetação ciliar, composta por regiões de vegetação natural. A **Tabela 2** mostra as classes originais do mapeamento das formações vegetais encontradas nas áreas de APP e sua reclassificação.

Tabela 2. Reclassificação das formações vegetais encontradas nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) da bacia do rio Salobra.

Formação Vegetal	Classe Adotada
Fa (Floresta Estacional Semi-decidual Aluvial – Mata, Mata Ciliar)	Veg. Ciliar
Cs (Floresta Estacional Decidual Submontana)	Veg. Ciliar
Sd (Savana Florestada – Cerradão)	Veg. Ciliar
Sas (Cerrado sem Floresta de Galeria)	Veg. Ciliar
Saf (Cerrado com Floresta de Galeria)	Veg. Ciliar
Sa+Sd (Arborizada+Florestada)	Veg. Ciliar
Sg+Sa (Gramíneo-Lenhosa+Florestada)	Veg. Ciliar
Tpt (Savana Estépica Parque)	Veg. Ciliar
Tgs (Savana Estépica sem Floresta de Galeria – Campo)	Veg. Ciliar
Pa (Vegetação Pioneira)	Veg. Ciliar
Sct (Ecótono de Savana)	Veg. Ciliar
Vs.S (Vegetação Secundária em Cerrado)	Veg. Ciliar Suprimida
Vs.C (Vegetação Secundária em Floresta Estacional Decidual)	Veg. Ciliar Suprimida
AcS (Agricultura na Região de Savana)	Veg. Ciliar Suprimida
ApC (Pastagem plantada em Floresta Estacional Decidual)	Veg. Ciliar Suprimida
ApS (Pastagem plantada na Região de Savana)	Veg. Ciliar Suprimida
Iu (Influência Urbana)	Veg. Ciliar Suprimida

Fonte: GeoMS (2010)

De posse da classificação da cobertura vegetal e dos *buffers* com as APPs, foi realizada a intersecção desses dois *layers*, tendo-se como resultado um mapa contendo a vegetação das APPs, podendo-se verificar seu estado atual em relação à legislação ambiental vigente.

4. Resultados e Discussão

Foram coletadas 100 medidas da largura do rio Salobra ao longo de sua extensão a partir das imagens HRC, cujo valor máximo observado foi de 50m. Dessa forma, foram consideradas apenas as duas primeiras classes sugeridas pelo CONAMA: até 10m e de 10 a 50m. Observou-se que em quase toda a extensão do rio Salobra a classificação das medidas ficou acima de 10 metros e, portanto, a faixa marginal de mata ciliar obrigatória nesses trechos foi de 50m (a partir das margens). Apenas no trecho inicial do rio, localizado nas regiões mais altas (acima de 600m), as faixas de mata ciliar obrigatória foram definidas em 30m. O valor médio das larguras coletadas foi de 18,86m, com desvio padrão de 9,24m.

Em relação aos afluentes do rio Salobra, não foi possível determinar a largura dos cursos d'água por meio das imagens HRC, mesmo com a resolução espacial de 2,5 metros. Esses cursos d'água são estreitos e a presença da vegetação arbórea na margem mascara a informação. Além disso, embora as imagens pancromáticas apresentem melhor

detalhamento da superfície, elas têm menor informação espectral, o que impossibilita a geração de composições coloridas para facilitar a identificação dos alvos. Assim, no caso dos afluentes, foi considerada uma faixa obrigatória de 30m a partir das margens. Já para as nascentes identificadas, adotou-se uma margem de 50m, conforme determinação do CONAMA.

Após o cruzamento entre o mapa dos *buffers* e o mapa com a vegetação da bacia, foram delimitadas, dentro das APPs, as regiões em conformidade e em desacordo à legislação ambiental, como mostram as **Figura 2** e **3**, que ilustram os mapas finais.

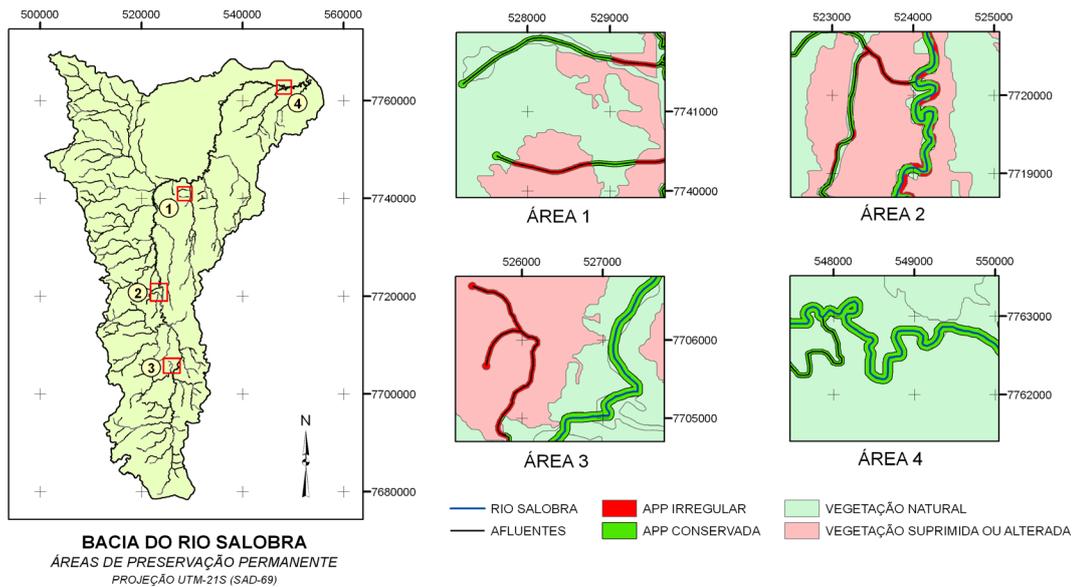


Figura 2. Resultado da análise atual das APPs na bacia do rio Salobra, com sobreposição às categorias de vegetação.

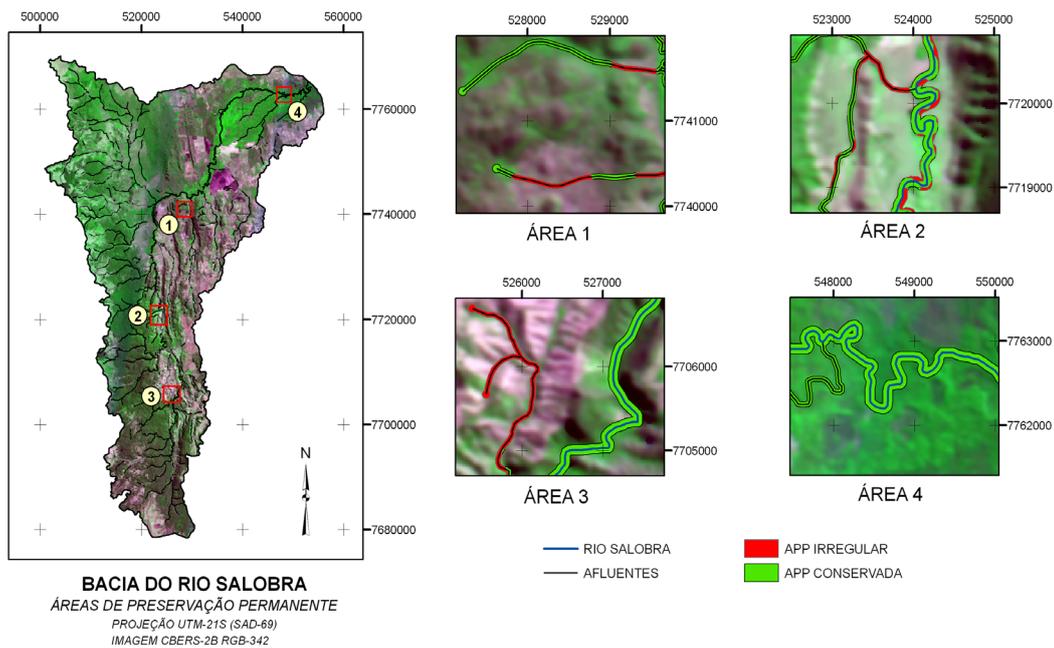


Figura 3. Resultado da análise atual das APPs na bacia do rio Salobra, com sobreposição à imagem CBERS.

Verificou-se que a maior parte das APPs ao longo do rio Salobra está protegida e que a maior parte das áreas não protegidas localiza-se ao redor dos afluentes. As **Figura 2 e 3** ilustram, como exemplo, quatro regiões em escala mais adequada, onde é possível observar com mais detalhes os *buffers* sobrepostos às categorias de vegetação e à imagem CBERS. No caso da **Figura 2**, as regiões de fundo avermelhado representam as formações vegetais classificadas como áreas não naturais e, portanto, as APPs que se encontram no interior dessas regiões estão desprotegidas. Essa situação é observada nas Áreas 1, 2 e 3.

A Área 1 mostra dois afluentes do rio Salobra com APPs desprotegidas. Na Área 2, parte das APPs do rio Salobra e parte das APPs de seus afluentes também estão desprotegidas. No caso da Área 3, é possível verificar um grande trecho de afluentes com APPs desprotegidas, incluindo as nascentes. Já a Área 4 ilustra uma região sem qualquer parte desprotegida.

Os valores das áreas contidas nos mapas das **Figuras 2 e 3** foram extraídos, sendo mostrados na **Tabela 3**.

Tabela 3. Situação das Áreas de Preservação Permanente na bacia do rio Salobra em relação à legislação ambiental.

Área de Preservação Permanente	Área (ha)
Área total da APP	6.992,04 (100%)
APP em conformidade com CONAMA	5.999,83 (85,8%)
APP em discordância com CONAMA	992,21 (14,2%)

A área total de APPs, segundo os critérios adotados neste trabalho, é de aproximadamente sete mil hectares, onde quase seis mil deles estão protegidos com cobertura ciliar e, portanto, em concordância com a legislação ambiental. As áreas restantes, 992,21 hectares, ou 14,2% do total, apresentaram cobertura vegetal suprimida ou outro tipo de cobertura vegetal não caracterizada como ciliar e, portanto, estão desprotegidas.

Vale ressaltar que os mapas das formações vegetais utilizados neste trabalho não

permitem um detalhamento adequado da cobertura vegetal, uma vez que foram feitos na escala 1:100.000 a partir da interpretação visual de imagens CBERS, com resolução espacial de 20m. Dessa forma, os resultados alcançados sobre o estado atual das APPs são apenas indicativos, sendo necessários outros tipos de levantamentos para verificação dos resultados.

Mesmo considerando as limitações dos dados utilizados, os resultados mostraram o potencial das ferramentas geotecnológicas no auxílio da definição e monitoramento das APPs, podendo ser utilizadas como uma ferramenta auxiliar nas atividades de licenciamento ambiental e fiscalização. Considerando a metodologia proposta e os dados utilizados, as APPs do Rio Salobra estão relativamente bem protegidas, com apenas 14,2% de áreas em desacordo à legislação ambiental. No entanto, é importante que as áreas desprotegidas sejam identificadas para que processos de recuperação ciliar possam ser conduzidos.

5. Conclusões

Os resultados mostraram o potencial das ferramentas geotecnológicas e das imagens de satélite no auxílio da avaliação das Áreas de Preservação Permanente na bacia do rio Salobra, no Mato Grosso do Sul. De acordo com os critérios e dados adotados neste trabalho e, segundo as determinações do CONAMA, as APPs na bacia somam cerca de sete mil hectares, das quais 14% estão em desacordo com a legislação ambiental e, portanto, não apresentam proteção. A metodologia apresentada pode auxiliar as atividade de licenciamento ambiental e fiscalização no Estado, embora sejam também necessários outros tipos de levantamentos *in loco* para averiguação dos resultados.

As imagens HRC/CBERS-2B foram úteis na estimativa da largura do rio Salobra em seus 200 km de extensão, mas não apresentaram bons resultados na estimativa da largura dos rios afluentes, com menor largura.

6. Referências

- BRASIL. Lei Federal No 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Institui o Novo Código Florestal Brasileiro).
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 13 de jun. De 2010.
- Dias, H.S. Funções e importância das matas ciliares. **O agrônomo**. Campinas, 2000.
- DGI/INPE. **Catálogo de imagens.** Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- GeoMS **Relatório parcial das atividades do Projeto GeoMS no período 18/12/2006 a 31/03/2010.**, 2010. 78p.
- Houghton, R. A. The Worldwide extent of land-use change. **Bioscience**, v.44, p.305-3015, 1994.
- Machado, R. A. A indenização das áreas de preservação permanentes (APP) do Direito Brasileiro. **Revista Magister de Direito Ambiental e Urbanístico**, Porto Alegre, n.9, 2007.
- Sachs, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento.** São Paulo: Cortez, 472p., 2007.