



GEOTECNOLOGIA E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS NO SUDOESTE DA AMAZONIA BRASILEIRA

Frank Oliveira Arcos - Professor Especialista do curso de Geografia – UFAC,
frankarcos@gmail.com.br;

Elisandra Moreira de Lira - Professora Assistente do Curso de Geografia da Universidade
Federal do Acre-UFAC;

Waldemir Lima dos Santos - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia do
Instituto de Geociências – UFMG.

RESUMO: As Áreas de Preservação Permanente (APP's) são áreas nas quais, por imposição da lei, a vegetação deve ser mantida intacta, tendo em vista garantir a preservação dos recursos hídricos, da estabilidade ecológica, da biodiversidade, bem como o bem estar das populações humanas. Tais áreas são espaços territoriais especialmente protegidos por lei (Lei nº. 4.771/65 e Resolução CONAMA nº. 303/2002). Após o levantamento bibliográfico sobre técnicas de sensoriamento remoto e fotointerpretação, utilizou-se o software SPRING/INPE 4.31, procedendo-se o mapeamento e a quantificação dos tipos de cobertura do solo nas categorias: mata, campo, solo exposto e urbanizado, para os anos de 1999, 2002 e 2005. A diminuição do poder de renovar-se atribuído à natureza torna-se prejudicado a partir das ações sociais, promovendo com maior rapidez alterações ao meio natural.

Palavras-Chave: Área de Preservação Permanente. Mata Ciliar. Geotecnologia; Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT: Permanent Preservation Areas (APPs) are areas in which, as rules the environmental law, vegetation must be kept untouched in order to preserve hydric resources, ecological stability, biodiversity, as well as to preserve the locals. The use of APPs is only accepted in case of public utility or social interests, according to legal provisions. Such areas are territories especially protected by the law (Lei nº. 4771/65 e Resolução CONAMA nº. 303/2002). After bibliographic collecting about remote sensing techniques and photointerpretation, it was used the software SPRING/INPE 4.32, proceeding the mapping and quantification of all types of soil covering in categories: forest, grassland, exposed and urbanized soil, for the years of 1999, 2002 and 2005. The decrease of renewal power assigned to nature is weakened due to social actions, promoting natural alterations more rapidly.



Keywords: Permanent Preservation Area. Forest. Geotechnology. Remote Sensing.

1-INTRODUÇÃO

Os consideráveis níveis de desmatamento ao longo das matas ciliares há muito vem causando danos ao meio natural, notadamente no que se refere aos igarapés ditos “urbanos” onde são depositados lixo e esgoto *in natura* oriundo das residências que se situam às margens dos mananciais.

A respeito disso, Brandão & Lima (2002) afirmam que:

Grande parte dos problemas ambientais enfrentados atualmente é resultada de processos degradacionais ocorrentes desde a primeira Revolução Industrial, porém [...] a partir da década de 60 do século XX [...] passaram a surgir preocupações mais amplas em relação ao meio ambiente dirigidas por grupos ambientalistas [...] a fim de harmonizar interesses econômicos e conservacionista, almejando como resultado final, a busca pela melhoria na qualidade de vida de todos.

Há muito a preservação dos recursos naturais renováveis vem sendo motivo de discussão no meio científico, e este, têm colaborado com muitas propostas de cunho político, social, econômico e ambiental, que busca melhorar a qualidade de vida nos centros urbanos.

O crescimento populacional das cidades às margens dos cursos d’água vem causando desequilíbrio ecológico, através da ocorrência da retirada da vegetação.

Conforme Vestena e Thomaz (2006) comentam que:

A preservação da mata ciliar é de suma importância para manter o nível de qualidade da água, pois proporciona a diminuição dos



processos de erosão e assoreamento no leito dos rios, além de dificultar o despejo de lixo e esgoto nos cursos d' água.

O conceito de Áreas de Preservação Permanente (APP), presente no Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65), emerge do reconhecimento da importância da manutenção da vegetação de determinadas áreas - as quais ocupam porções particulares de uma propriedade, não apenas para os legítimos proprietários dessas áreas, mas, em cadeia, também para os demais proprietários de outras áreas de uma mesma comunidade, de comunidades vizinhas, e, finalmente, para todos os membros da sociedade.

Áreas de Preservação Permanente (APP) são conceituadas como Áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL,1965).

As APP's são áreas marginais dos corpos d'água (rios, córregos, lagos, reservatórios) e nascentes; áreas de topo de morros e montanhas, áreas em encostas acentuadas, restingas e mangues, entre outras. As definições e limites de APP são apresentados na Resolução CONAMA n° 303 de 20/03/2002. O artigo 3° da referida resolução foi aprimorado com a edição da resolução CONAMA 369/2006 para, de sobremaneira, aplicar a lei para combater a degradação e o desmatamento das matas ciliares dos rios mantendo a composição florística e faunística no âmbito da bacia hidrográfica de nossa região.

Embora a legislação ambiental brasileira seja considerada bastante ampla, alguns fatores têm contribuído para torná-la pouco ágil, dentre esses, destaca-se a deficiência em meios e materiais para apurar com rigor as agressões ao meio ambiente. Diante desse fato, as metodologias possíveis de serem implementadas por meio do geoprocessamento, tornam-se alternativas viáveis para reduzir de maneira significativa às deficiências relativas ao cumprimento das leis (NASCIMENTO *et al.*, 2005).

Contudo o estudo ora apresentado tem como objetivo precípuo de realizar o mapeamento da APP (matas ciliares) de forma a quantificar o desmatamento e qualificar o uso do solo, tendo como foco o canal principal dos igarapés Judia e Batista, considerando a importância dos mesmos para a comunidade local e regional aliados a real necessidade da manutenção e conservação dos recursos hídricos.



2-MATERIAL E MÉTODOS

O referido trabalho monográfico é fruto de 2 (dois) anos de intensas pesquisas em campo, leitura de bibliografias com ênfase ao assunto em tela e trabalho de gabinete. Os materiais e dados levantados nesse período (imagens de satélite e informações digitais) junto aos órgãos oficiais de meio ambiente receberam especial atenção quanto à tabulação, digitação e digitalização.

As imagens do satélite LANDSAT foram adquiridas junto à divisão de Geoprocessamento do Instituto de Meio Ambiente do Acre - IMAC, o Sistema de Informação Geográfica – SIG, software específico que forneceria as informações via processamento digital, o SPRING, versão 4.3, fornecido gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE nos auxiliariam a inferir sobre os dados coletados na área e estudo.

A área de estudo compreende as APP's dos igarapés Batista e Judia, onde foi efetuada uma análise espacial sobre a relação homem *versus* natureza, as quais se destacam as ações de desmatamento e uso das matas ciliares, diagnosticadas através do mapeamento de tais áreas.

Com as imagens de satélite disponibilizadas, iniciou-se imediatamente o tratamento das informações com a delimitação da área da APP dos igarapés Batista e Judia seguindo critérios da legislação pertinente, Resolução CONAMA 303 de 20/03/2002 e Código Florestal Brasileiro, Lei nº. 4.771/1965.

O igarapé Judia tem sua nascente principal no município de Senador Guimard nas coordenadas geográficas 10°2'40''S e 67°44'25''W e sua foz no rio Acre, sob as coordenadas 9°58'27''S e 67°47'29''W, incluindo um trecho bastante urbanizado no município de Rio Branco (AC) e em Senador Guimard (AC). Já o igarapé Batista tem sua nascente nas coordenadas geográficas 10°0'55'' S e 67°55'03'' W, desaguando no igarapé São Francisco sob as coordenadas 9°57'3,7'' S e 67°50'19'' W, o mesmo também apresenta trechos em áreas urbanizadas da montante a jusante.

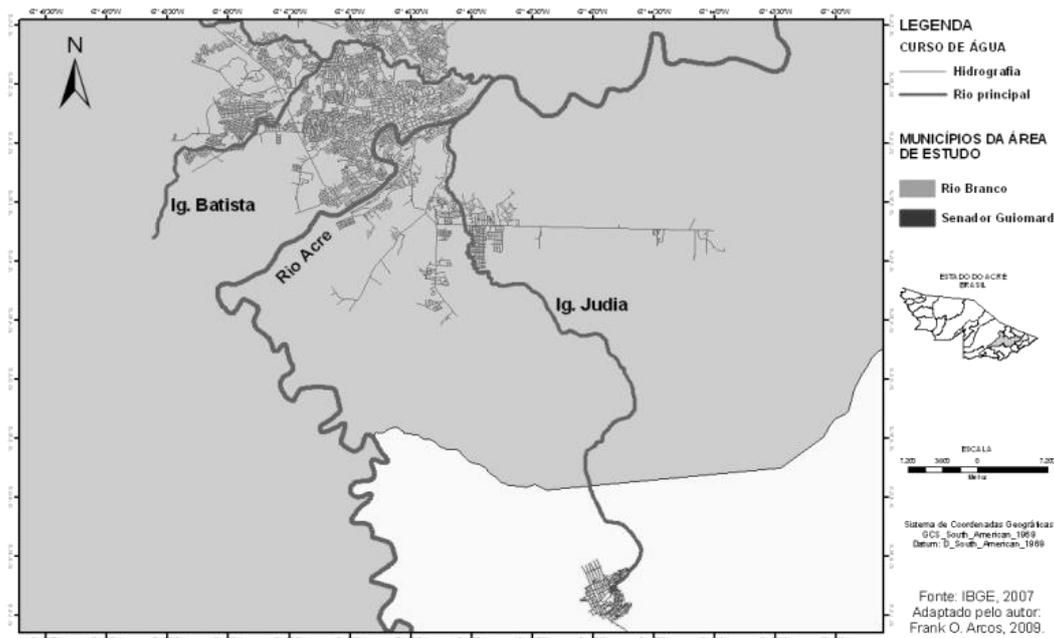


Figura 1. Localização da área de estudo identificando os igarapés Batista e Judia.

Neste sentido, as APP's analisadas consistiram no estudo das matas ciliares com a utilização do software SPRING versão 4.3, gerando *buffer* de 50 (cinquenta) metros de cada margem dos igarapés Judia e Batista, da nascente à foz, onde foi possível a delimitação das APP's com a elaboração dos mapas temáticos de forma qualificada e quantificada, identificando-se as coberturas vegetais classificadas nas categorias: mata, campo, solo exposto e urbanizado. Em seguida, realizaram-se as discussões dos resultados obtidos e conclusões da pesquisa.

3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização das APP's ao longo de rios e igarapés para diversas finalidades têm conduzido técnicos, cientistas e comunidade acadêmica a um debate incessante acerca da proteção e conservação dos recursos hídricos.

No intuito de analisar o uso dessas áreas no município de Rio Branco (AC), propusemos estudar as APP's (entendidas aqui como as matas ciliares) de dois igarapés, Judia e Batista, compreendendo uma área de estudo no total de 152 ha e 132,3 ha, respectivamente, considerando-se uma distância de 50 (cinquenta) metros de cada margem dos mananciais, da



nascente principal à foz do canal principal, como preceitua a Resolução do CONAMA nº. 303 de 20/03/2002.

No decorrer da pesquisa observamos que os dois igarapés têm algumas semelhanças, como por exemplo, os (2) dois igarapés são perenes, pois há registros de terem vazão durante o ano inteiro, ora são regularmente abastecidos pela água da chuva, escoamento superficial e o lençol freático. Por receberem água da zona de saturação são considerados rios e/ou igarapés efluentes. CUNHA, 2001 e 2003 *apud* CUNHA E GUERRA (2003).

Ambos os igarapés têm o mesmo padrão de drenagem em função do escoamento, classificado como endorreico, ou seja, correm dentro de suas respectivas micro bacias em direção a um rio principal. Neste caso, o igarapé Batista deságua no rio São Francisco e o Judia no rio Acre. Em função da gênese, podemos considerá-los como rios insequentes, pois, direcionam-se de acordo com a morfologia do terreno em direção variada, sem nenhum controle geológico aparente, típico de áreas de topografia plana, conforme proposto por CHRISTOFOLETTI (1980).

De acordo com Christofoletti (1980) os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região. No caso das microbacias de drenagem, ambas dos aludidos igarapés, estas têm sua classificação como dendrítica, tipicamente desenvolvidas sobre rochas de estruturas sedimentares. (CHRISTOFOLETTI,1980, CUNHA,1995 e 2003, *apud* CUNHA E GUERRA, 2003).

Ao analisarmos os igarapés através da imagem do Satélite LANDSAT Cena02/ 267, em escala de 1:60.000 (um para sessenta mil) após a inserção da base hidrográfica do estado fornecida pelo IMAC, observamos que ambos têm canais do tipo reto de acordo com a metodologia apresentada por Christofoletti (1980). Ambos apresentando um índice de sinuosidade menor que 1,50. O índice encontrado para o igarapé Batista foi de 1.23 e para o igarapé judia foi de 1.36, portanto, os dois possuem tendência retilínea, embora com trechos de caráter meândrico.

A intensa ocupação de APP's dos igarapés representa o primeiro passo para o desequilíbrio ecológico, haja vista ser seguida de diversos usos conflitantes, principalmente em Rio Branco (AC), notadamente quanto à retirada da mata ciliar, cedendo lugar às mais



diversas atividades: construções para moradia, formação de pasto para criação de bovinos, etc, trazendo consigo graves problemas de ordem ecológica (SANTOS, 2005). Nesse sentido, citamos a retirada da mata ciliar, problemas com a erosão, o pisoteio do gado, queimadas, acúmulo de lixo, dejetos jogados diretamente no curso dos igarapés e habitações irregulares situadas em áreas de risco.

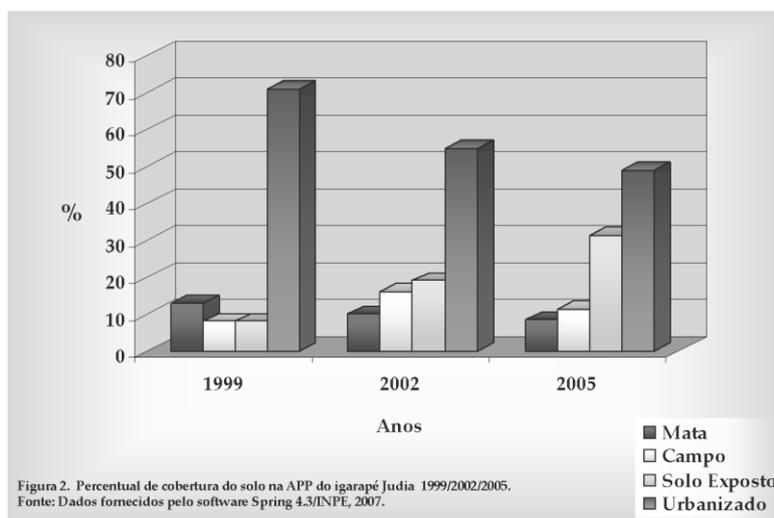
A partir dos dados obtidos, constatamos que no ano de 1999 o igarapé Judia apresentava 13,00% de mata, enquanto que em 2002 e 2005 decaiu para 10,00% e 8,40%, respectivamente, demonstrando o intenso desmatamento de sua mata ciliar. No entanto, verificou-se um aumento de 8,00% em 1999 para 31,40% em 2005, na categoria solo exposto, evidenciando a efetiva ação quanto aos desmatamentos na APP, apresentados na tabela 1 e figura 2.

Tabela 1: Categorias e valores de cobertura do solo na APP do igarapé Judia (AC) - 1999/2002/2005.

CATEGORIAS	ANOS					
	1999		2002		2005	
ÍNDICES	HA	(%)	HA	(%)	HA	(%)
MATA	20,00	13,00	15,70	10,00	12,80	8,40
CAMPO	12,50	8,00	23,90	16,00	17,00	11,20
SOLO EXPOSTO	12,00	8,00	29,50	19,00	47,70	31,40
URBANIZADO	107,12	71,00	82,90	55,00	74,50	49,00
TOTAL	152	100	152	100	152	100

Fonte: Dados fornecidos pelo software *Spring 4.3* / INPE

Para melhor entendimento, observam-se os componentes extraídos a partir do SIG no gráfico de dados abaixo que demonstra a evolução das categorias analisadas dentro do período estudado.



Quanto à categoria urbanizada, no ano de 1999 predominava, porém em outros anos esta declinou, ocorrendo o crescimento nas outras classes, aumento na área cultivada, pastos e expropriação da terra pelos latifundiários presentes nesta região.

Nos últimos anos, com o aumento da resolução espacial em imagens de Sensoriamento Remoto, ampliou-se a aplicação para ambientes urbanos. A alta resolução destas imagens provou ser útil não somente para o estudo da vegetação, mas também para o mapeamento da ocupação urbana, pois permitem identificar objetos como construções e ruas, que não eram visíveis em imagens de resolução espacial menor (STURM, *et al.*, 2002).

Como podemos observar na figura 3, em 1999 dentro da APP do igarapé Judia, verifica-se a ocorrência de relativo fragmento florestal, com a presença considerável de campos e algumas manchas de solo exposto. Neste sentido, observa-se que área do entorno está bastante degradada, pois, não somente o igarapé Judia sofre com os desmatamentos, assoreamentos e a diminuição da APP, mas outros cursos d'água também estão passando por processo semelhante.

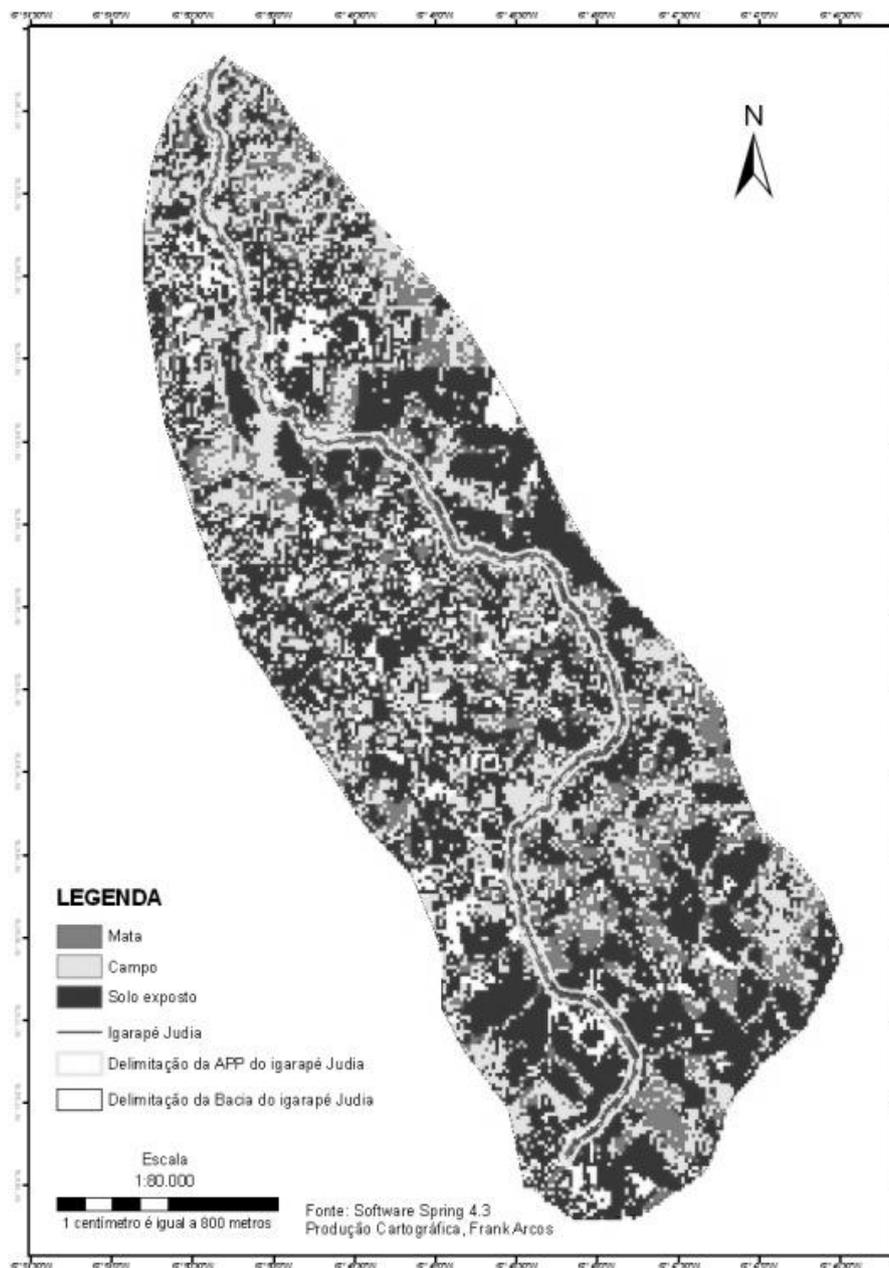


Figura 3 – Cobertura do Solo na APP do Igarapé Judia – 1999

Ocorre que no ano de 2002 (fig. 5) dentro da série analisada observamos aumento do solo exposto, campo e a diminuição dos fragmentos de mata ciliar. Na categoria campo, nota-se que há uma melhora em seus percentuais devido ao processo de resiliência do meio, ou seja, a regeneração natural dessas áreas face às mesmas permanecerem por algum tempo inalteradas.

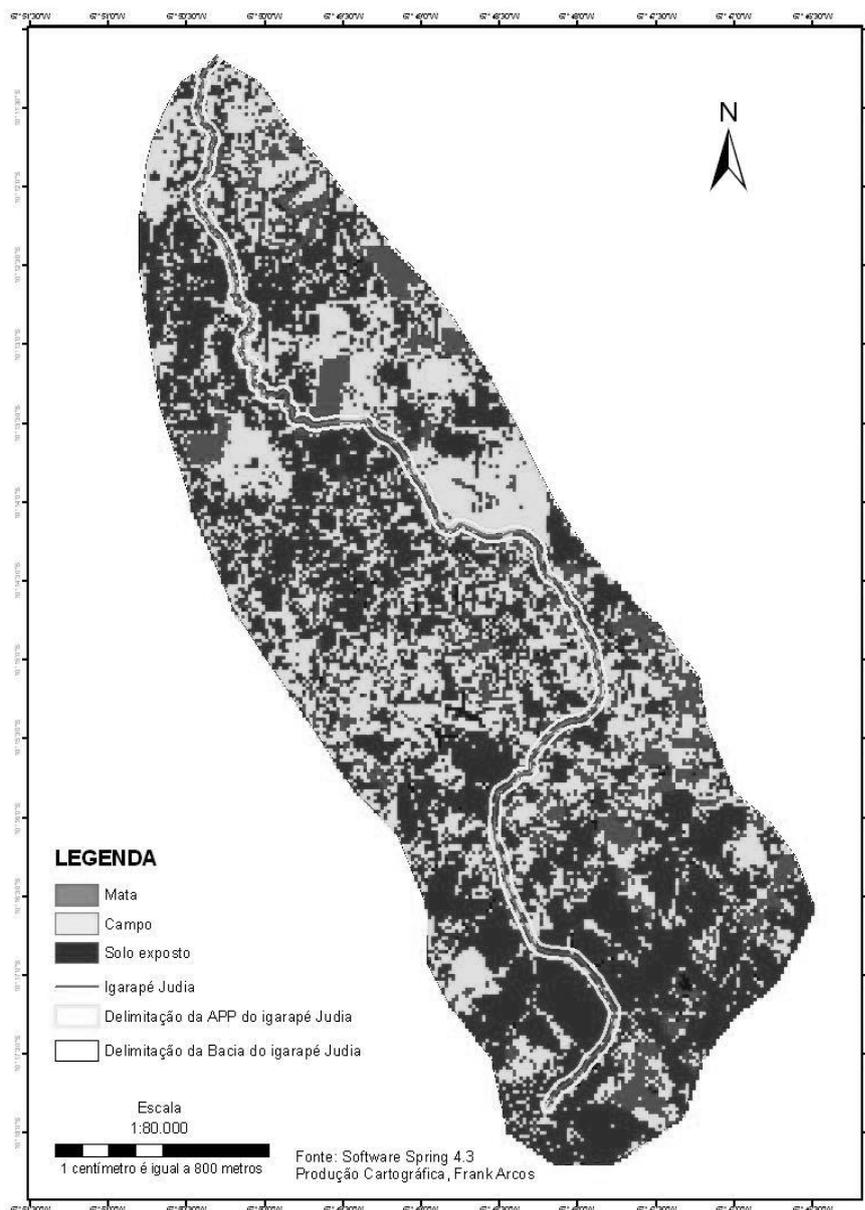


Figura 4 – Cobertura do Solo na APP do Igarapé Judia – 2002

Em contrapartida em 2005, figura 5 percebe-se o aumento das outras categorias, por exemplo, solo exposto, campo e mata face às atividades agropecuárias de uso extensivo na APP do igarapé Judia, havendo notadamente processo de degradação dentro da área de estudo.

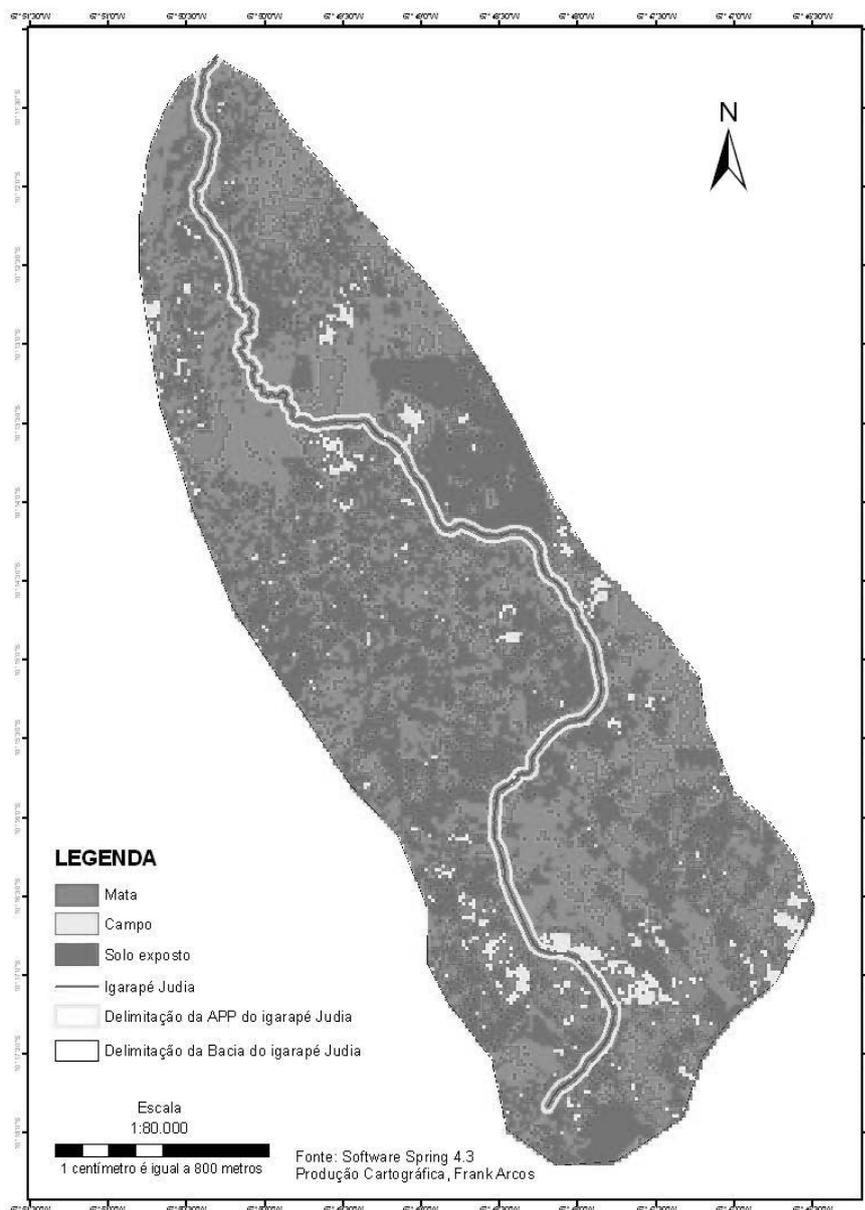


Figura 5 – Cobertura do Solo na APP do Igarapé Judia – 2005

Entretanto neste mesmo ano a região norte e notadamente o estado do Acre passou por um período atípico, devido às condições climáticas e o uso inadequado do fogo para eliminação de mata para o aumento das áreas de pastagem e culturas perenes, houve inúmeros incêndios florestais que provocaram ainda mais a diminuição da vegetação, em comparação a 1999, embora houvesse regeneração natural na APP em 2002 como observados anteriormente.

Ao analisarmos a tabela 2 e figura 6 apresentados abaixo, constata-se que no ano de 1999 o Igarapé Batista apresentava 7,00% de mata, enquanto que em 2002 e 2005 decaiu para

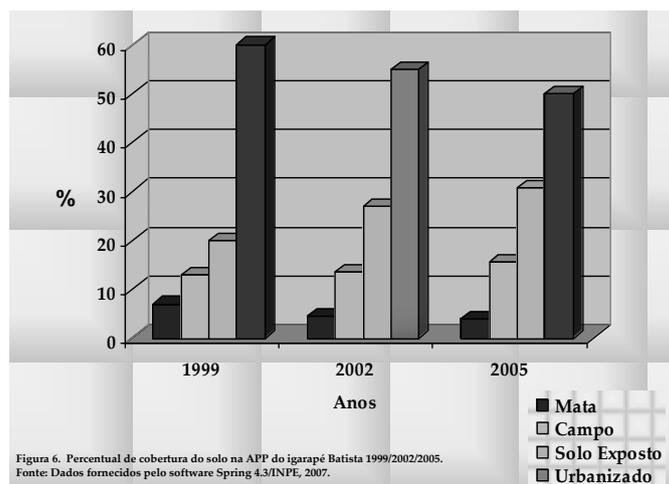


4,50% e 3,90%, respectivamente, apresentando crescimento no índice de desmatamento em sua mata ciliar, observando claramente que a classe solo exposto manteve o nível de crescimento ocorrendo a elevação de seus percentuais de 26,60% em 1999 aumentando para 30,70% em 2005, evidenciando mais uma vez a prática do desmatamento na APP desse igarapé.

Tabela 2: Categorias e valores de cobertura do solo na APP do igarapé Batista (AC)
1999/2002/2005

CATEGORIAS	ANOS					
	1999		2002		2005	
ÍNDICES	HA	(%)	HA	(%)	HA	(%)
MATA	9,09	7,00	5,99	4,50	5,15	3,90
CAMPO	17,00	13,00	17,90	13,50	20,50	15,50
SOLO EXPOSTO	26,60	20,00	36,25	27,00	40,60	30,70
URBANIZADO	79,61	60,00	72,16	55,00	66,05	49,90
TOTAL	132,30	100	132,30	100	132,30	100

Fonte: Dados fornecidos pelo software *Spring 4.3* / INPE.





Quanto à categoria urbanizada nota a diminuição de seu percentual, devido às mudanças ocorridas com obras de infra-estrutura e retiradas de moradores para áreas de menor risco nas décadas de 1999 até 2005.

Com a APP do igarapé Batista, em 1999 (fig. 7) não há diferença dos resultados anteriores, o processo de degradação derivado da retirada da mata ciliar para aumento de áreas para novas culturas e pecuária também fica evidente na APP do igarapé Batista.

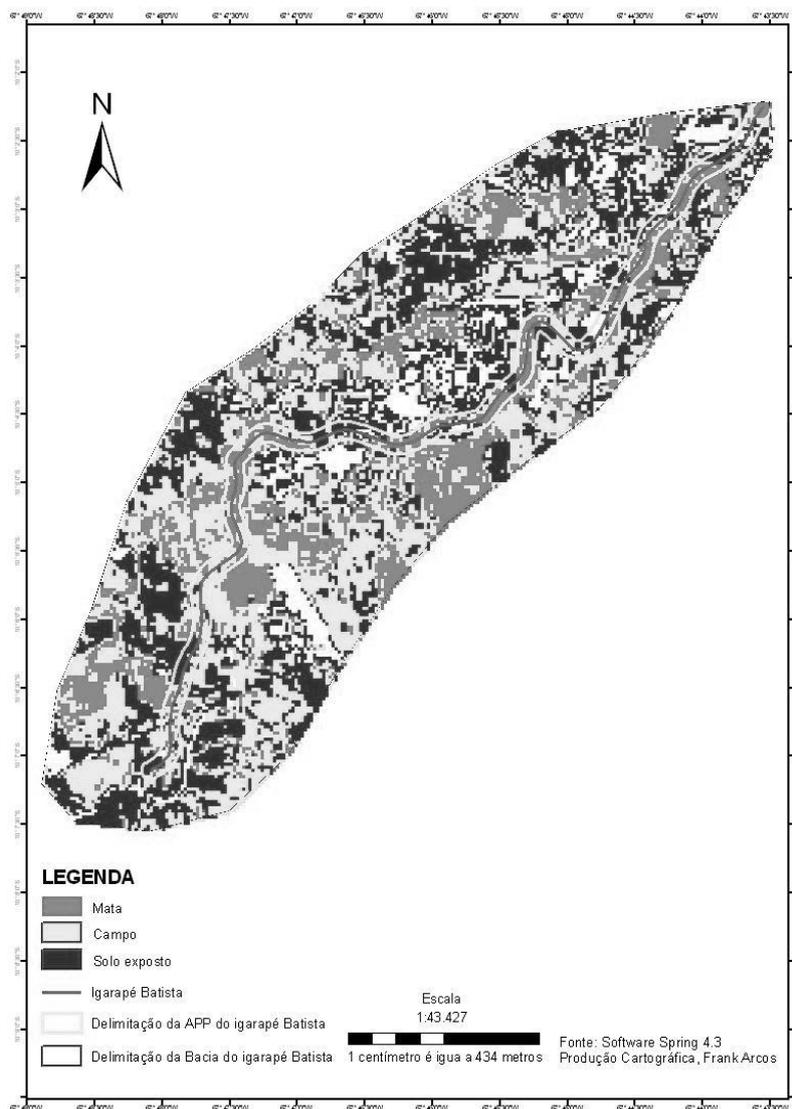


Figura 7 - Cobertura do Solo na APP do Igarapé Batista – 1999

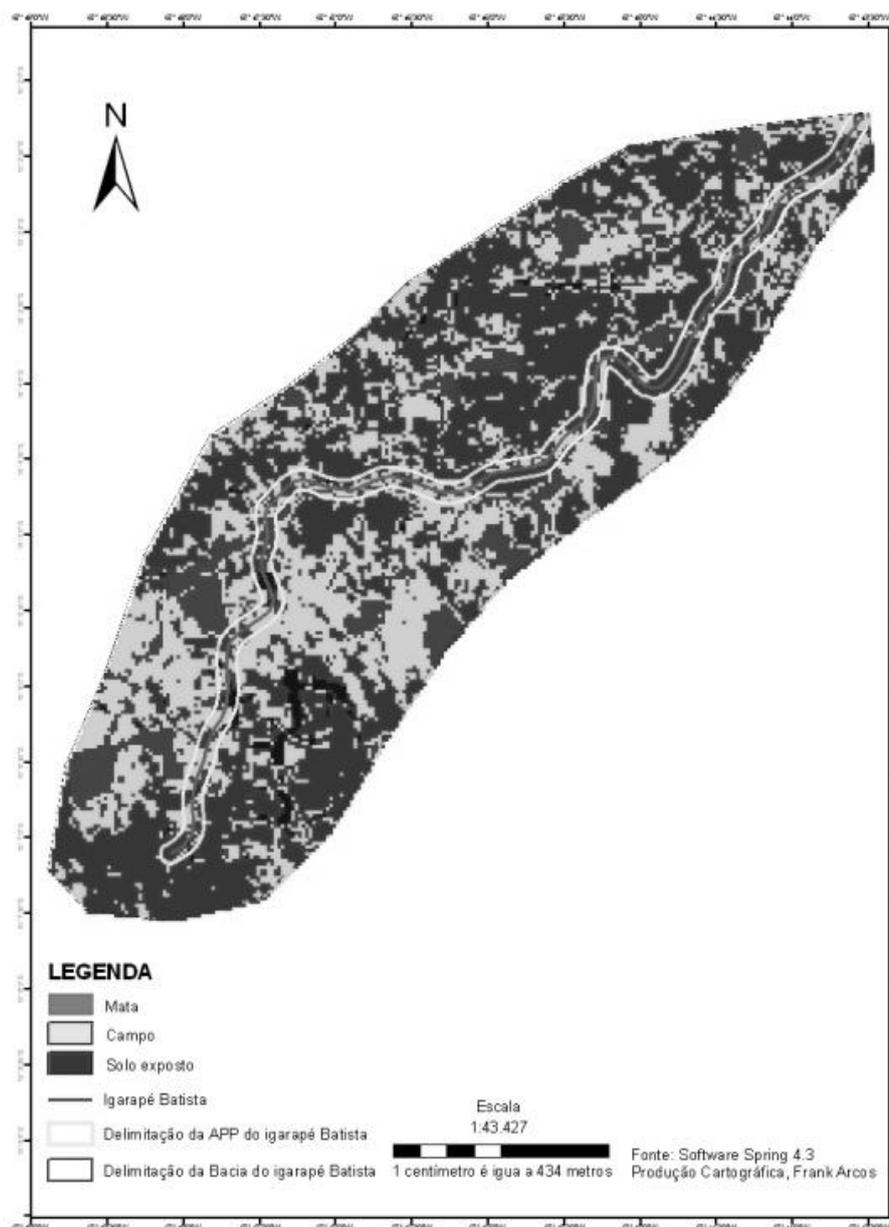


Figura 8 - Cobertura do Solo na APP do Igarapé Batista – 2002

A similaridade de ambos os igarapés e os resultados extraídos a partir do software indicam esta área de estudo também passou pelo processo de renaturalização dos seus elementos naturais. Uma vez que, no ano de 2002 (fig. 8) os dados inferem sobre o aumento da categoria campo em detrimento das outras.

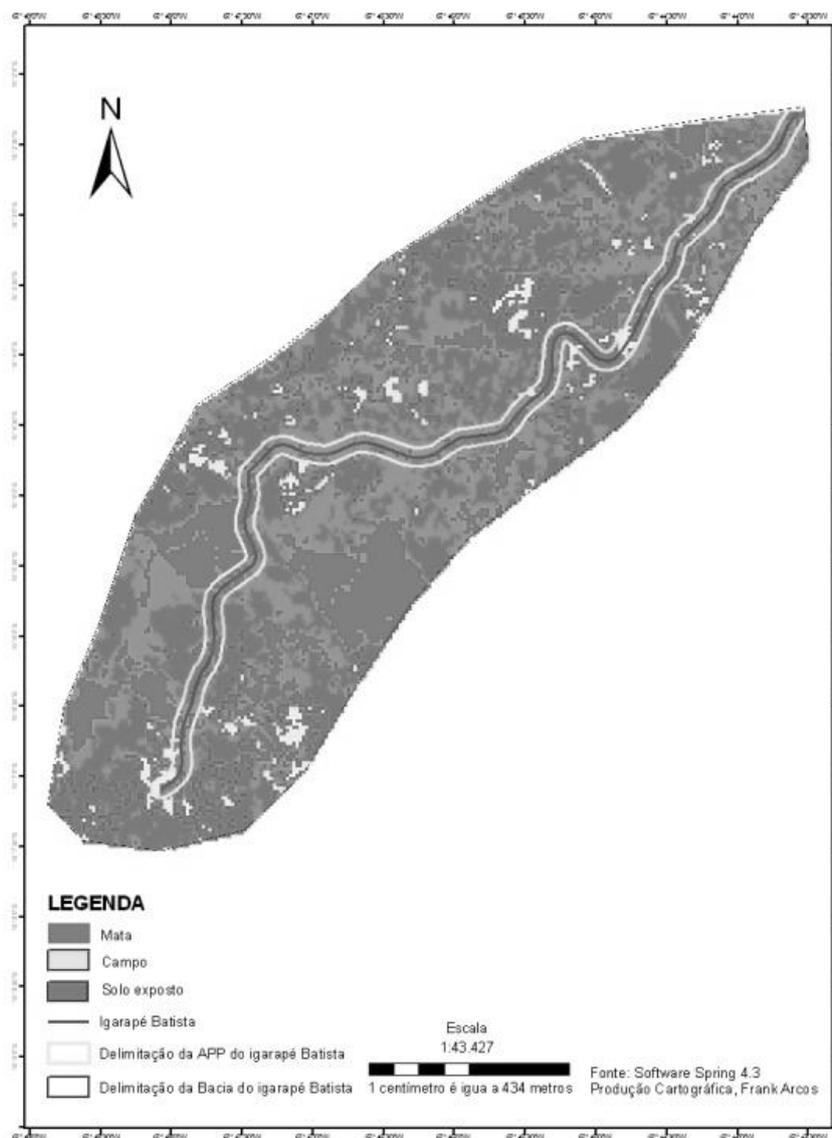


Figura 9 - Cobertura do Solo na APP do Igarapé Batista – 2005.

Como enfatizado anteriormente, o estado teve problemas em conter os incêndios no ano de 2005, conseqüentemente havendo considerável diminuição dos fragmentos florestais dentro da área da APP do Igarapé Batista.

A partir das análises e das comparações entre as APP's dos Igarapés Batista e Judia nota-se que ambas passam por intensa atividade antrópica, estas APP's estão profundamente alteradas, consistindo em uma mudança rápida de postura no que se refere à preservação das matas ciliares dos Igarapés estudados, isto, por parte das instituições que foram constituídas para fiscalizar e monitorar os danos no meio natural em nosso Estado.



Havendo ações conjuntas entre instituições governamentais e científicas onde estas deverão propor e implementar atividades que visem a educação ambiental dos moradores inseridos na APP e dentro da bacia de cada igarapé, promovendo também a diminuição de algumas atividades danosas como o desmatamento, queimadas, com o fim de minimizar os impactos observados até o presente momento.

Com a idéia de que é preciso prevenir muito mais do que corrigir, torna-se imperativo a elaboração dos diagnósticos ambientais, para que se possam elaborar prognósticos, e com isso estabelecer diretrizes de uso dos recursos naturais de modo mais racional, minimizando a deterioração da qualidade ambiental e, posteriormente, a minimização dos danos causados pela ação humana, via reposição ou mesmo utilização de técnicas modernas de reflorestamento para as áreas degradadas em estudo.

4-CONCLUSÕES

1. O uso de geotecnologias para a detecção de danos ambientais a flora, fauna e recursos hídricos e na geomorfologia é, de vital importância para o planejamento, seja urbano, ambiental e rural. A partir deste conhecimento científico houveram inúmeros benefícios a sociedade, por exemplo, o monitoramento do clima e os fatores do tempo, identificação em tempo real de queimadas e desmatamentos ocorridos em grandes, médias e pequenas propriedades na Amazônia Legal e em áreas limítrofes com outros países vizinhos.
2. A partir destes recursos computacionais identificou-se a forte degradação nas áreas de preservação permanente (APP) dos igarapés Batista e Judia, bem como, se quantificou os danos ambientais que vem ocorrendo a partir do processo de urbanização em seus leitos através da ocupação desordenada, diminuição da vegetação ciliar, erosão de suas margens, aumento de áreas para serem usadas como pasto e o uso do fogo.
3. A importância das APP's para a conservação do recurso água é primaz, uma vez que, as matas ciliares formam verdadeiras barreiras naturais e minimizam os impactos em decorrência das intensas chuvas na região e seus efeitos erosivos, não deixando que no escoamento superficial ocorra o carregamento de sedimentos para dentro do igarapé, provocando conseqüentemente o seu assoreamento.
4. No Estado do Acre especificamente nos municípios Rio Branco e Senador Guiomard, a maioria dos igarapés que perpassam estas cidades estão com sérios problemas



ambientais, como por exemplo, o acúmulo de lixo, resíduos sólidos e líquidos, esgoto *in natura*, despejados diretamente em seus principais mananciais.

5. A legislação ambiental brasileira é uma das mais atualizadas do planeta, com padrão e rigidez somente impostos aqui, porém em muitos casos não é obedecida e cumprida de forma integral, pois muitos são os danos provocados aos recursos hídricos, flora e fauna. A certeza da impunidade é a vertente de que nada será resolvido em tempo hábil, ficando para as futuras gerações a resolução dos problemas deixados no presente.
6. Através das análises e conclusões referentes à pesquisa realizada, no tocante ao uso das APP's de dois igarapés para as cidades representativas para a cidade de Rio Branco (AC), propomos uma política calcada na educação ambiental, que deverá gerar com urgência mudanças na qualidade de vida e maior consciência na conduta pessoal, quanto ao uso dos recursos naturais, assim como uma harmonia entre os seres humanos e outras formas de vida.

5-REFERENCIAS

BRANDÃO, S. L.; LIMA, S. C. Diagnóstico ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APP) margem esquerda do rio Uberabinha, em Uberlândia (Mg). **Revista Caminhos de Geografia**, nº 3 (7), outubro 2002, p. 41-60.

BRASIL, **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nos 4.771, de 15 de setembro e 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CUNHA, S. B. & GUERRA, A.J.T. (Org.). Canais fluviais e questão ambiental. *In.* _____. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996. Disponível em: <
<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>> Acesso em 02-jan-2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.

Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.



NASCIMENTO, M. C. de *et. al.* Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio alegre. **Anais...** do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2289-2296.

STURM, U. ANTUNES, A. F. LINGNAU, C. BAHR, Hans-Peter. Análise da ocupação em Áreas de Preservação Permanente (APP) na área urbana do município de Matinhos utilizando a imagem Ikonos II. **Anais...** do III Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2002.

VESTENA, L. R.; THOMAZ, E. L. Avaliação de conflitos entre Áreas de Preservação Permanente associadas aos cursos fluviais e uso da terra na bacia do rio das Pedras, Guarapuava-Pr. *Ambiência*. **Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 2 n° 1 Jan/Jun. 2006.