

Análise do conflito de uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do Rio Apeú, nordeste do Pará, Brasil

Shislene Rodrigues de Souza¹;
Maria de Nazaré Martins Maciel²;
Francisco de Assis Oliveira³;
Stephan de Almeida Jesuino⁴;

¹Universidade Federal Rural da Amazônia. Caixa Postal 917, CEP 66077-530, Belém (PA).
xflorest@gmail.com

² Universidade Federal Rural da Amazônia. Caixa Postal 917, CEP 66077-530, Belém (PA).
nazare.maciell@ufra.edu.br

³Universidade Federal Rural da Amazônia. Caixa Postal 917, CEP 66077-530, Belém (PA).
francisco.oliveira@ufra.edu.br

⁴ Universidade Federal Rural da Amazônia. Caixa Postal 917, CEP 66077-530, Belém (PA).
stephan.almeida@gmail.com

Abstract. The Apeú river basin, as an expressive drainage network in the Northeast of Para, shows instabilities which are characteristics of environmental problems due to misuse. The fact that it reflects in the Amazônia as all, occurs in the majority of the cases due to the increase of the use of the conditional land the disordered occupations that had devaluated the forest bulks. Therefore, the mapping and the identification of the conflict in Permanent Preservation Areas (PPAs) of this basin were performed, according to the Forest Code (Law no. 4.771/65) and the 2002 CONAMA determination registered under the number 303. Using maps in which the natural cover and the soil use were depicted by using GIS techniques with analysis of conflict of use in the areas of permanent preservation, it was arrived conceptual conclusion that 22% of the APP's do not present protection condizente with the law. Thus, considering context historical of region, where the alone use displayed and pasture had been the units that had been more expressed in the vegetal coverings, can say that the constructed farming activities throughout the time had not left to escape the areas of permanent preservation which must have a bigger attention in the territorial and ambient management of the hidrográfica Basin of the river Apeú.

Palavras- chave: remote sensing, land use conflict area, spatial analysis, ciliares áreas, sensor remoto, área do conflito da utilização da terra, análise espacial, matas ciliares

1.INTRODUÇÃO

Inevitavelmente a intervenção humana nos recursos naturais tem causado transtornos preocupantes na sobrevivência dos seres vivos no planeta. As conseqüências atribuídas, entre outras motivações ao aumento do uso da terra, remetem a diversos níveis de impactos no meio ambiente, manifestada por respostas ligada a especificidade de cada local.

Ambrósio et al. (2008) discrimina as mudanças sucessivas produzidas pelo uso antrópico como sendo fenômenos caracterizados pela dinâmica da relação de causa e efeito entre seis fatores: demográfico, econômico, tecnológico, político e institucional, sociocultural e ambiental. A fragmentação florestal é uma delas, dado por um processo antrópico de ruptura da continuidade das unidades de paisagem que se não combatido a tempo, leva ao desflorestamento total de alguns biomas.

A configuração efetiva da gravidade do desflorestamento pode ser baseada no tipo de cobertura substituída e no procedimento adotado para sua formação (TUCCI, 2002). No caso da Amazônia, muitos desses processos ocorreram por ocupações desordenadas acompanhadas

de atividades produtivas que desvalorizaram os maciços florestais, principalmente nas chamadas matas ciliares (MARTINS, 2001; SOARES, 2008).

As matas ciliares são vegetações que ocupam as margens de cursos d'água e são de extrema importância para a estabilidade dos mesmos, já que são atribuídas a elas algumas funcionalidades, como: a infiltração de água no solo, a qualidade da água a partir da proteção de eventos externos; sombreamento, estabilidade térmica da água, minimização de processos erosivos; abrigo e alimento para grande parte da fauna aquática (LIMA e ZAKIA, 2004).

A função ecológica destas populações vegetativas tendeu a nortear novos valores preservacionistas aos remanescentes florestais que em condições adversas são testados na sua capacidade de resiliência no meio em que se encontram. A resolução nº303, do CONAMA/02 (BRASIL, 2009) dispõe sobre parâmetros, definições, limites destas áreas; reconhecidas, bem como outros espaços territoriais especialmente protegidos, instrumentos de relevante interesse ambiental, sendo indissociável do conceito de desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações (SERIGATTO, 2006). Particularmente, no Estado do Pará as APP's ainda são abordadas com base na Lei Federal 4771/67 (BRASIL, 2008), onde nascem as diretrizes de caracterização destes espaços e o arcabouço de regulamentação para a sua manutenção no direito de propriedade.

Adicionalmente, em prol a gestão das bacias hidrográficas, a utilização de imagens está se tornando cada vez mais comum devido a potencialidade dada no acompanhamento e na avaliação da dinâmica de ocupação destes elementos. Numa visão de ordenamento espacial das atividades de exploração e conservação de áreas, Lorena (2001) ressalta que o grande número de dados disponíveis em função do número de plataformas orbitais em operação tem colaborado para os estudos das variações dos alvos que ocorrem na Terra. Neste contexto, o processo de análise de mudanças a partir de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são convenientes para bacias hidrográficas de grande influência.

A bacia hidrográfica do rio Apeú, como uma rede de drenagem expressiva na região do nordeste do Pará apresenta instabilidades, características de problemas ambientais causados por uso inadequado. Tendo em vista a importância deste assunto, este estudo realizou o mapeamento e a identificação do conflito de uso nas áreas de preservação permanente desta bacia de acordo com o Código Florestal (Lei nº 4.771/65) e a Resolução CONAMA nº 303 de 2002.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Apeú ocupa uma área de aproximadamente 315 km² (SANTOS, 2006; JESUS, 2009) e está localizada no nordeste do Pará, ou mais precisamente, na mesorregião metropolitana de Belém (Figura 1). A bacia se estende entre as coordenadas 1°13'10" e 1°27'37" de latitude Sul e 48°04'42" e 47° 53'30" de longitude Oeste (Figura 1), sendo que aproximadamente 77% de sua área pertence ao Município de Castanhal, 16% ao Município de Santa Izabel do Pará e 7% ao Município de Inhangapi. O rio Apeú nasce na fazenda Buriti, no Município de Castanhal e radesemboca no rio Inhangapí (SANTOS, 2006). O rio Apeú tem como afluentes os igarapés Macapazinho, Castanhal e Americano (FERREIRA, 2003), além de Janjão, Fonte Boa, Marapanim, Taiteua, Papuquara, Capiranga, Itaqui e São João (ARAÚJO, 1997).

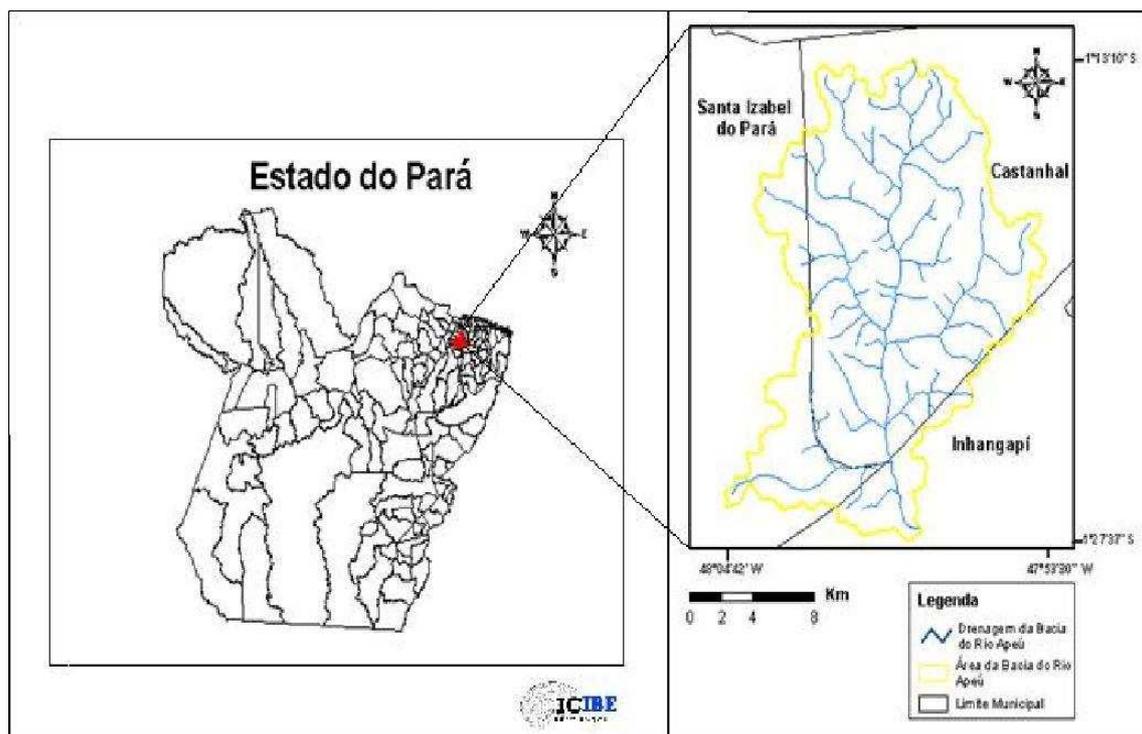


Figura 1- Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Apeú

Geologicamente, esta área é constituída dos terrenos terciários da Formação Barreiras além dos sedimentos recentes do quaternário, representados por cascalhos, areias e argilas inconsolidadas que ocorrem nas faixas estreitas e descontínuas, acompanhando os cursos d'água (BRASIL, 1974). As feições geomorfológicas caracterizam-se pela presença de colinas de topos aplainados e moderadamente dissecados, compondo um dos setores do Planalto Rebaixado Amazônico e a planície sedimentar do Pleistoceno e Holoceno (BRASIL, 1974).

A cobertura vegetal está sob domínio da Floresta Ombrófila Densa (VELOSO e GOES FILHO, 1982) ou floresta densa de terra-firme que pode ser vista margeando os rios, onde passa a se caracterizar como floresta de igapó ou floresta de igapó estacional (SILVA, 1995). Em menor proporção são também encontradas formações vegetativas reconhecida popularmente como capoeira que foi originada a partir da intervenção humana ao longo da ocupação na região.

2.2 Sistematização e Georreferenciamento dos dados utilizados

O processo de análise do uso nas áreas de preservação permanente- APP's iniciou com a reunião das informações da área de estudo, apoiada de um lado, por bases digitais da imagem Landsat georreferenciada de órbita/ponto 223/ 061 (bandas TM 3, 4 e 5) e de outro, por base cartográfica compilada a partir de dados digitais disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE e Diretoria de serviço geográfico-DSG, na escala de 1:100.000, que contiveram entre outros elementos, a rede de drenagem da área de abrangência do local.

O estudo de cunho multitemporal (anos de 2001, 2004 e 2008), contou ainda com o tratamento e análise do banco de dados realizadas nos programas Envi 4.5 (ENVI, 2009) e ArcGis 9.3 (ESRI, 2009) que fundamentaram as outras etapas.

2.3 Delimitação da área da bacia e não das APPs

Como passo seguinte, foi efetuado o limite da bacia do Rio Apeú que se baseou em dados georreferenciados do relevo da área em questão, derivados de produtos Shuttle Radar Topography Mission - SRTM, a partir da ferramenta Hidrology, que por sua vez funciona acoplada ao programa ArcGis 9.3. Nesse sentido, o limite da bacia foi determinado pelos divisores topográficos que circunscrevem a área de drenagem em direção a um canal ou coletor principal.

2.4 Pré-processamento de Imagem

Para dá embasamento às análises posteriores, inicialmente foram realizadas o registro das imagens 2004 e 2008 através da imagem 2001. Em seguida, procedeu-se à conversão dos números digitais (DN) para reflectância aparente através da metodologia proposta por Markham e Barker (1986).

2.5 Elaboração do Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra

De posse da imagem já retificada, a mesma foi submetida ao processo de classificação. O processo de classificação foi conduzido a partir do algoritmo de máxima verossimilhança que, por ser ligado ao método supervisionado, necessita de um conhecimento prévio das feições ocorrentes na área de estudo. Tal análise teve apoio do trabalho de campo, permitindo assim, correlacionar as feições espectrais presentes nas imagens com padrões de cobertura vegetal e uso da terra observados no campo.

Após a coleta de amostras das classes de interesse, foi efetuada uma análise do desempenho das mesmas sendo, a seguir, gerada a classificação visando obter o maior índice Kappa. A partir do mapeamento para as geoclasses, foram realizadas edições temáticas de modo a refinar as informações presentes na imagem.

2.6 Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APP's)

O procedimento que definiu as áreas de preservação permanente foi efetuada ao longo dos cursos d'água e nas nascentes, utilizando-se o programa ArcGis 9.3, onde criou-se *buffers* de 30m para cada margem do rio ao longo de toda a drenagem da bacia, e de 50m para as nascentes. Esse limite está fundamentado na resolução CONAMA nº 303/2002 que define a área mínima de preservação permanente para os cursos d'água com menos de dez de largura e para as nascentes, independentes de seu tamanho.

2.7 Mapa de conflito de uso nas APP's

Para a definição das áreas de conflito de uso nas APP's, foi realizado uma sobreposição ou *overlay* do mapa das APP's com o mapa de uso e cobertura da terra obtida da área de interesse. Tal procedimento delimitou as unidades de uso que estão inseridas nos limites de 30m considerados para APP's ao longo dos cursos d' água e de 50m para APP's ao redor das nascentes. As classes solo exposto, agricultura/reflorestamento, pastagem e áreas de mineração foram aqui incluídas na categoria de uso inadequado, enquanto as florestas ombrófila densa e de sucessão secundária como de uso adequado na quantificação das classes nas APP's.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Bacia hidrográfica do Rio Apeú por ser predominantemente plana, restringiu-se em uma análise com pouca complexidade no que tange as categorias de APP's .

Considerando a legislação (Código Florestal de 1965, alterado pela Medida Provisória nº 1956-57 de 14/12/2000, e regulamentadas pela Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002), a área mínima de preservação permanente ao longo dos cursos d'água na bacia do rio Apeú deveria ser de 1.274,95 ha ou 12,74 km², equivalente a 4,05% da área total da bacia. Já para as áreas de preservação permanente em torno das nascentes dos rios, esta área deveria corresponder a 49,34 ha (0,49 km²), equivalente a 0,15% da área total da bacia. Assim chega-se a um valor total mínimo de área de preservação de 1.324,29 ha, o que corresponde a 4,20% da área total da bacia.

Então, baseado nesta área mínima requerida de APP's, fez-se o mapeamento e análise de conflito de uso nestas áreas, conforme descrito a seguir.

3.1 Mapeamento de conflitos de uso nas APP's

No mapa de conflitos de uso das APP's, os *buffers* gerados de 30 metros para as margens dos cursos d'água e de 50 metros ao redor das nascentes, inclui áreas de uso adequado (áreas ocupadas por floresta ombrófila densa e sucessão secundária) e de uso inadequado (áreas ocupadas por solo exposto, agricultura/reflorestamento, pastagem e áreas de mineração) para os anos de 2001, 2004 e 2008. Como pode ser visto no ano de 2008 (Figura 2).

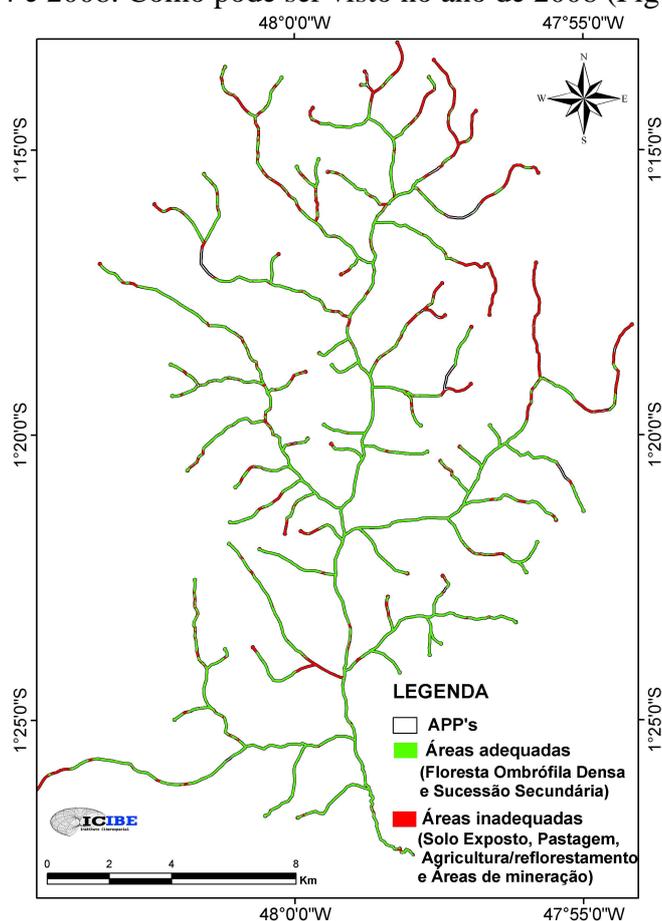


Figura 2- Mapa de Conflito de uso nas áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do rio Apeú - ano 2008

A Tabela 1 mostra a área ocupada pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo de uso ao longo das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Apeú, onde observa-se que nos três anos analisados a bacia do rio Apeú apresentou em torno de 21% das áreas marginais dos cursos d'água, destinada legalmente para APP's, ocupada de forma

inadequada, sendo que o maior conflito de uso observado está relacionado com a classe pastagem, a qual ocupou de 10 a 13% da área de APP's. Nas áreas de entorno das nascentes, a situação é ainda mais conflituosa, pois observa-se que mais de 38% de áreas de preservação estão com usos inadequados, onde de forma similar às áreas de margens de cursos d'água, também a pastagem é a classe mais presente, ocupando de 22 a 29% da área destinada a APP's.

A presença de pastagem em áreas de APP's, dentro da bacia do rio Apeú, também foi evidenciada no estudo desenvolvido por Santos (2006), a qual comenta que a presença do gado nestas áreas poderá incorrer em compactação do solo por meio do pisoteamento, dificultando assim a regeneração natural. Esta compactação diminui sensivelmente o poder de infiltração da água em regiões mais profundas, desencadeando processos erosivos.

Um dos graves usos inadequados também observados na área de estudo é a presença da classe solo exposto, caracterizada pela retirada completa da cobertura vegetal ao longo dos cursos d'água, lugar onde dever-se-ia evidenciar a mata ciliar. Nos três momentos de análise, a área ocupada por esta classe esteve entre 8 e 14%. Conforme Silveira *et al.* (2005), a mata ciliar confere proteção ao solo contra o impacto direto das gotas de chuva, diminuindo a velocidade de escoamento superficial e favorecendo a infiltração de água no solo através de caminhos preferenciais formados por seu sistema radicular.

Situação, ainda, de maior conflito ocorre nas áreas em torno das nascentes, onde se percebe que nos anos analisados, 14 a 17% destas áreas de APP's estão completamente expostas.

Nas nascentes a presença da classe solo exposto evidencia processos de degradação ainda mais grave à medida que a retirada da cobertura vegetal (diminuição do poder de infiltração do solo) implica em diminuição da vazão das nascentes, em médio e em longo prazo (LIMA, 2008), acarretando conseqüentemente a eliminação gradativa dos rios alimentados por esta nascente. A implantação de práticas agrícolas que vêm normalmente logo após o desflorestamento nessas áreas, também podem conduzir a contaminação das águas por compostos químicos utilizados no manejo de áreas cultivadas.

Tabela 1- Área ocupada pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo nas áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Apeú

Classe uso do solo	Ano de 2001		Ano de 2004		Ano de 2008	
	Cursos d'água	Nascente	Cursos d'água	Nascente	Cursos d'água	Nascente
	%	%	%	%	%	%
SEX	8,90	14,29	10,87	15,07	13,12	16,34
PST	12,24	22,52	10,13	26,55	11,10	28,58
AGF	0,14	1,76	0,10	0,53	0,21	1,75
MIN	0,08	0	0,03	0	0,05	0
FOD	43,51	10,70	34,22	5,31	43,46	8,02
SSD	35,14	50,73	44,66	52,54	32,07	45,31
TOTAL	100	100	100	100	100	100

SEX= solo exposto, PST= pastagem, AGF= agricultura/reflorestamento, MIN= áreas de mineração, FOD = floresta ómbrofila densa, SSD= sucessão secundária

É importante ressaltar que cerca de 22% das áreas de preservação permanente da bacia do rio Apeú mapeadas estão relacionadas a usos inadequados com necessidade de controle da erosão, enquanto que 78% corresponde às áreas de preservação permanente previstas por lei. Nesta condição, as vegetações que recobrem a rede de drenagem ainda contribuem para a regularização do fluxo hídrico, tanto na manutenção dos aspectos de porosidade da superfície do solo como na viabilização da transpiração que exerce um papel fundamental no fenômeno da evapotranspiração (VALENTE e GOMES, 2005) e assim na umidade atmosférica que formam as precipitações.

4. CONCLUSÃO

As áreas de Preservação Permanente, apesar do aumento e maior atenção conferida a partir do ano de 1965, ainda é alvo de ocupação da terra em áreas próximas aos corpos de água na rede de drenagem em questão, uma vez que 22% das APP's conceituais não apresentam proteção condizente com a lei.

As unidades de uso pastagem e solo exposto foram as que mais ocuparam espaço nas áreas das APP's, e conseqüentemente, as que mais contribuíram para o processo de desflorestamento da vegetação. Assim, considerando-se o contexto histórico da região, pode se dizer que as atividades agropecuárias construídas ao longo do tempo não deixaram escapar as áreas de preservação permanente as quais devem ter uma maior atenção na gestão territorial e ambiental da Bacia hidrográfica do rio Apeú de modo a garantir o seu desenvolvimento, sem afetar a preservação dos seus recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBRÓSIO, L. A.; FASIABEN, M. C. R.; MORAES, J. F. L. Dinâmica dos usos e coberturas da terra em área de preservação permanente na bacia hidrográfica dos rios Mogi Guaçu e Pardo, no período entre 1988 e 2002. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46.; 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008. Artigo, p.1- 14

ARAÚJO, P.P. (Org.). **Castanhal**: estudo de pesquisa e comprovação hidrológica escala 1:8.000. Belém: CPRM, 1997 [s. p.] il. Programa de Apoio à Gestão Territorial- GATE

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº. 303** de 20 de Março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html> Acesso em: 23 dez. 2009

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Regulariza o Código Florestal Brasileiro. In: Senado Federal. **Legislação Republicana Brasileira**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em: 18 set. 2008.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia (MME). Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha AS 22 e AS 23- Belém-PA/ São Luis – MA: geologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. 226p.

ENVIRONMENT FOR VISUALIZING IMAGES (ENVI). **Guia do ENVI**. Disponível em: <http://www.envi.com.br/guia_envi>. Acesso em nov.2009.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **Programa ArcGis**. Disponível em: <www.esri.com/software/arcgis/index.html>. Acesso em: fev.2009

FERREIRA, J.C.V (org.). **O Pará e seus Municípios**. Belém: SEMEAR/ Rede Celpa, 2003. p. 443-445

JESUS, A. A. S. **Geoprocessamento Aplicado a Estimativa de Perda de Solos por Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica do Rio Apeú (Nordeste do Pará) - Amazônia Oriental**. 2009.102p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônomicas)- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2009.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: EDUSP/ Fapesp, 2004. cap.3, p.33-44.

LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba. 2008. 245p. Disponível em:< <http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2009

LORENA, R. B. **Evolução do uso da terra em porção da Amazônia Ocidental (Acre), com uso de técnicas de detecção de mudanças**. 2001.116p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento remoto)-Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, São José dos Campos. 2001

MARKHAM, B. L.; BARKER, J. L. **Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures**. Landsat User Notes, Lanham, MD: EOSAT, v.1, n.8, Ago.1986. 21p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa. Minas Gerais: Editorial Emerson de Assis. Aprenda Fácil, 2001.146p.

SANTOS, O.C.O. **Análise do Uso do Solo e dos Recursos Hídricos na Microbacia do Igarapé Apeú, Nordeste do Estado do Pará**. 2006. 256p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006

SERIGATTO, E.M. **Delimitação automática de áreas de preservação permanente e Identificação de conflitos de uso da terra na bacia do rio Sepotuba-MT**. 2006.188p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006

SILVEIRA, E. M. O.; CARVALHO, L. M. T.; SILVA, A. M. Uso conflitivo do solo nas áreas de preservação permanente no município de Bocaina de Minas/MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12.; 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE. Artigo, p.1673-1680

SILVA, M.F. **Estudos Fitossociológico das Orchidaceae da Floresta marginal do rio Apeú, Município de Castanhal**. 1995. 108p. Dissertação (Mestrado em ciências biológicas)-Universidade Federal do Pará, Belém. 1995

SOARES, F.V.P. O. Uso Racional das Matas Ciliares como forma de Conservação dos Recursos Hídricos e Desenvolvimento Econômico e Social das Comunidades Tradicionais: Município de Autazes-AM. In: Simpósio de Pós- graduação em Geografia do Estado de São Paulo, 8.; 2008, Rio Claro, **Anais...** São Paulo: SIMPGEO. Artigo, p. 161-178

TUCCI, C.E.M. **Impactos da Variabilidade Climática e uso do solo sobre os Recursos Hídricos. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Câmara Temática sobre Recursos Hídricos. 2002. p.1-64. Disponível em: <www.iph.ufrgs.br/corpodocente/tucci/publicacoes/relclima.PDF>. Acesso em: 17 ago. 2009

VALENTE, O.F.; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrológicas de cabeceiras**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 210p

VELOSO, H.P.; GOES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical**. Salvador: IBGE . 1982. 85p. Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL