

Fusão dos Sensores TM - LANDSAT e HRC - CBERS 2B para a identificação de áreas degradadas na APP do rio Jaru – RO

Henrique Bernini^{1,2}
Astrea Alves Jordão¹
Eliomar Pereira da Silva Filho²
Kátia Regina Casula³

¹ Sistema de Proteção da Amazônia SIPAM/CTO-PV
Avenida Lauro Sodré, 6500, Aeroporto, CEP: 76803-260, Porto Velho – RO, Brasil.
{[henrique.bernini](mailto:henrique.bernini@sipam.gov.br), [astrea.jordao](mailto:astrea.jordao@sipam.gov.br)}@sipam.gov.br

² Universidade Federal de Rondônia - UNIR/Mestrado em Geografia
Campus - BR 364, Km 9,5 CEP: 78900-000 - Porto Velho – RO, Brasil
{[hbernini](mailto:hbernini@unir.br), [eliomar](mailto:eliomar@unir.br)}@unir.br

³ Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Jaru.
Rua Florianópolis, 362, CEP: 78940-000, Jaru – RO, Brasil
katiacasula@yahoo.com.br

Abstract. The state of Rondônia has around 33% of its deforestation area, according to data from SEDAM (2008), estimated to be about 10% of ciliary forest. The definitions and limits of these areas not currently have maps that adequately represent these territorial areas not protected from use and occupancy of the surrounding rivers and lakes. In this context, the monochromatic image fusion with multispectral images is a better alternative to this proposed mapping. Within the methodology of recovery degraded area developed in Rondônia, is at first to survey the conditions of areas riparian vegetation and others steps to monitor these areas to recover. This paper is exposed using the techniques of image fusion of satellite TM Sensor U.S. Landsat 5 satellite and CBERS 2B HRC in identifying deforested areas in the riparian forest along the river Jaru. The first step of the methods used in this study is to preprocess the data for best accuracy in the interpretation, and the second moment in the methods analyzes were made with vector data for the delimitation of area identified without the presence of vegetation in perimeter studied. The results were satisfactory and similar with the literature, since the analysis also shows 46% of the studied area is in an advanced level of degradation resulting legal inconsistency of land use in riparian forest.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, Rondônia, sensoriamento remoto, processamento de imagens, Rondônia.

1. Introdução.

O estado de Rondônia possui em seu território uma área desflorestada de 33% de acordo com dados da Sedam, (2008). Dentro desta perspectiva sobre o espaço, estima-se que de 10 a 12% seja de vegetação ciliar, principalmente por se tratar de Áreas de Preservação Permanente em regiões classificadas como Zona 1 de acordo com o Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado de Rondônia - ZSEE/RO. O nível de degradação é bastante alto devido a geopolítica da Amazônia priorizar uma dinâmica regional recente desfavorecendo o papel e o valor da riqueza localizada neste território conforme explicado por Becker (2005). Mediante a atual configuração do espaço, estas áreas são prioritárias para as ações de recomposição florestal.

Quanto à função ecológica deste ambiente ciliar, o repovoamento da vegetação nas margens dos corpos hídricos permite a melhoria da qualidade e quantidade de água, diminuição da erosão e do aporte de sedimentos e poluentes nos rios, aumento da

biodiversidade local, como barreira contra incêndios florestais, e ainda, eleva os índices regionais de vegetação nativa. Numa escala global, contribui para absorção e fixação do carbono, diminuindo os gases do efeito estufa, além de promover a conservação da biodiversidade e combater a desestabilização das unidades de bacia hidrográfica.

As margens dos rios podem ser entendidas também como corredores ecológicos, uma vez que os rios ligam uma bacia hidrográfica a outra. Sendo assim, além de permitir a movimentação da fauna e da flora neste espaço, faz também ligações com Unidades de Conservação, e formam barreira contra a degradação destas áreas protegidas.

A utilização de imagens de satélite e técnicas de processamento digital de imagens tem se mostrado uma ferramenta eficaz no monitoramento da superfície terrestre e os fenômenos que ocorrem ao longo de seu espaço. O desenvolvimento e aplicação dessas ferramentas à gestão ambiental têm sido alvo de inúmeros estudos e pesquisas, o que permite grande acessibilidade de recursos, a custos relativamente baixos (CARDOSO, 2005).

As definições e os limites das APP não se dispõem atualmente de mapas que adequadamente representem estes espaços territoriais protegidos tampouco o uso e ocupação no entorno dos reservatórios artificiais, dos cursos d'água e das nascentes, fazendo-se necessário a utilização de imagens de alta resolução. O uso de imagens com alta resolução espacial e espectral, fornecem boas escalas de mapeamentos, entretanto apresentam alto custo de aquisição, o que torna dispendioso a utilização dessas ferramentas na identificação de áreas degradadas quando o espaço a ser estudado encontra-se em um perímetro grande.

Neste contexto, a fusão de imagens pancromáticas de alta resolução com imagens multiespectrais de resolução inferior se torna uma alternativa mais incisiva para monitoramento com escalas que privilegiam os detalhes da superfície terrestre. Recentemente imagens de satélite de alta resolução, do satélite CBERS-2B (*China Brazilian Earth Resources Satellite*), passaram a ser distribuídas de forma gratuita pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As imagens do sensor HRC (*Câmera Pancromática de Alta Resolução*) possui resolução espacial nominal de 2,7 metros, porém se apresentam na forma de imagem monocromática, o que vem a dificultar na identificação de determinados alvos (SANTIAGO, 2007).

Contudo, para melhor aproveitamento das informações produzidas por esses sensores alguns métodos de processamento de imagens orbitais assumem um papel importante na metodologia de recuperação dessas áreas sendo recomendada a projetos e planejamento que envolve a restauração de áreas degradadas. Instituições como Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM/CR-PV que desenvolve o Projeto de Manutenção e Restauração de Bacias Hidrográficas - PROBACIAS concomitante ao Programa de Recuperação de Matas Ciliares - PRMC promovido pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, tem aplicado novas técnicas de fusão de sensores para obter informações qualitativa das APP's à recuperar e das próximas etapas a exemplo do monitoramento do mesmo.

Sob esta demanda na metodologia de trabalho, este artigo tem como objetivo expor a utilização das técnicas de fusão de imagens dos Sensores TM do satélite norte americano Landsat 5 e HRC do satélite CBERS 2B na identificação de áreas desflorestadas na APP do Rio Jaru no estado de Rondônia.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da Área

A área de estudo compreende um percurso de 20 km de extensão a partir do ponto de captação de água utilizada pela Companhia de Água e Esgoto de Rondônia – CAERD ao longo do rio Jaru, com uma área de 256, 57 hectares dentro do perímetro urbano do Município de Jaru, no vale do rio Jaru a uma latitude 10°26'20" sul e a uma longitude 62°27'59" oeste, estando a uma altitude de 124 metros. Sua população estimada em 2008 era de 53.955 habitantes e atualmente possui uma área de 2.944 km², dividida em propriedades rurais que em sua maioria possui 100 ha (PRMC/SEDAM, 2009).

A demanda para o trabalho no Rio Jaru partiu da solicitação pelo Ministério Público – Promotoria de Jaru, devido a má qualidade da água no período da estiagem, provocando a mortandade de peixes dentre outros prejuízos a biota aquática. Também foi percebido o mau uso das margens do rio Jaru e seus afluentes pelos empreendimentos instalados ou próximos das margens, e seus despejos de efluentes sem tratamento ou tratados inadequadamente.

Aliado a degradação ocasionada pela transformação das áreas florestadas em pastagens nas propriedades rurais ocorrentes na sub-bacia. Fatores que corrobora com a forma de ocupação, a qual foi padrão para todo o estado de Rondônia, não houve preocupações em relação às questões ambientais, portanto, o passivo ambiental que se encontra na região está num estágio bastante agravado, principalmente em relação às matas ciliares e reserva legal.

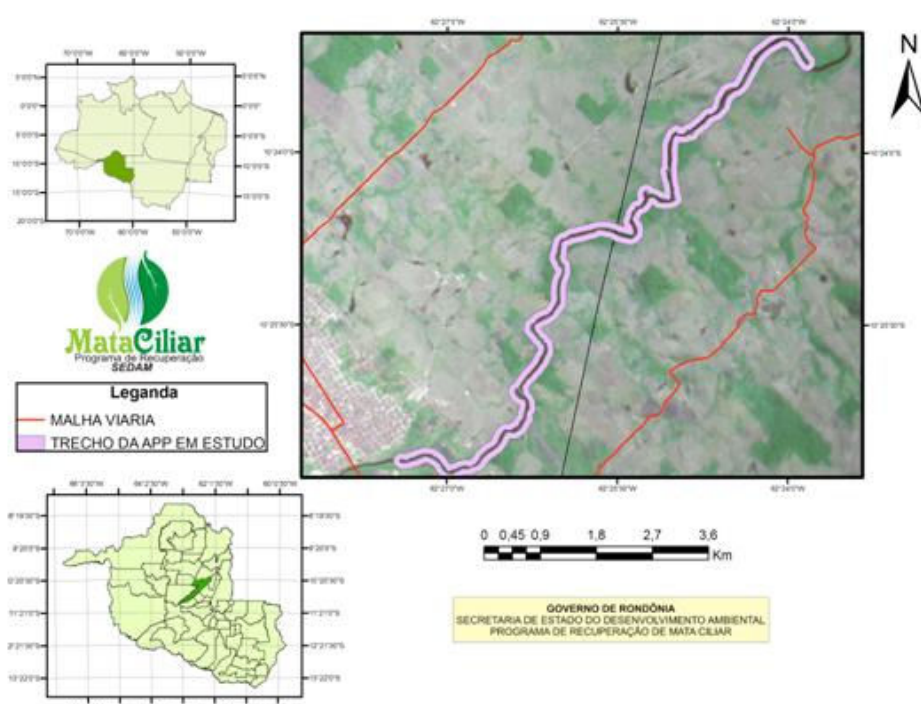


Figura 1: Faixa de APP ao longo do rio Jaru localizado na região central do estado de Rondônia.

2.2 Material Utilizado

Para o presente trabalho foram utilizados os dados:

- Malha viária na escala de 1:100.000 disponibilizado pelo Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM;
- Rede hidrográfica na escala de 1: 100.000 disponibilizado pela SEDAM;

- Imagem de satélite Landsat 5 Thematic Mapper órbita/ponto 231/67 com data de 21 de julho de 2008 disponibilizada pela Coordenadoria de Geociências – COGEO/SEDAM;
- Imagem de satélite CBERS 2B do sensor HRC, órbita/ponto 174-E-112-1, data de passagem 18 de setembro de 2008 disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>;
- Software Global Mapper 10;
- Software Arc Gis 9.2.

2.3 Pré Processamento

A metodologia descrita a seguir, compreende os procedimentos necessários na utilização de geotecnologias para fins de produção de cartografia temática, envolvendo todas as etapas do processo de preparo das imagens, até a obtenção de arquivos vetoriais prontos para serem trabalhados em Sistemas de Informações Geográficas – SIG.

Foi utilizado a imagem Landsat 5 TM pelo fato de ter semelhanças espectrais e resolução geométrica parecida com as imagens dos sensores CBERS 2B, sendo georreferenciada e tratada pelo COGEO/SEDAM e por servir de base para o registro das imagens do sensor HRC (High Resolution Camera) com resolução espacial e 2,7 m.

As imagens CBERS 2B HRC foram cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE através do programa de disponibilização de imagens gratuitas. Os dados foram tratados com base na imagem Landsat 5 pelo software Global Mapper 10.

Seguindo a metodologia sugerida por Braga (2009), como a Landsat encontrava-se em Universal Transversa Mercator (UTM)/World Geodetic System 1984 (WGS84) sendo necessário reprojeta-las na mesma projeção, datum e elipsóide das imagens CBERS que se encontram em Universal Transversa Mercator (UTM)/South American Datum 1969 (SAD69), utilizando a função Arc Catalog do software Arc Gis 9.2.

Através do Global Mapper procedeu-se a fusão da imagem Landsat com a imagem CBERS 2B trabalhando o modo *Intensity* e *Translucency* de cada imagem. A partir disso é gerado uma nova imagem com a resolução esperada. A importância dessa técnica está em integrar a melhor resolução espacial da banda pancromática à melhor resolução espectral das demais bandas, produzindo uma imagem colorida que reúne ambas as características (NOVAES, 2008).

Após a manipulação dos dados matriciais, foi gerado através do algoritmo *Buffer* no software Arc Gis 9.2 a delimitação da APP a ser estudada. Um “buffer” ou mapa de distância é definido como sendo uma área de extensão regular, que é desenhada ao redor de um ou mais elementos espacialmente definidos (pontos, linhas ou polígonos) (INPE, 2000). Seguindo o que rege a legislação (Código Florestal, Lei 4.771-65 e resolução do CONAMA no 303), em relação ao tamanho da área pela largura do rio. No caso estudado o rio Jaru tem possui uma largura de 60 metros em média o que pela legislação deve ter uma faixa de 100 metros de APP.

A partir da APP delimitada gerou-se através do algoritmo *features* polígonos que por interpretação visual da matriz gerada são identificadas como área não correspondente a floresta. A interpretação da imagem e a identificação dessas áreas servem como a principal ferramenta para um levantamento e monitoramento da possível recuperação das áreas degradadas nas App's.

3. Resultado e Discussão

O resultado concernente a fusão das imagens TM do Landsat e do sensor HRC do CEBERS 2B permaneceram a altura do esperado, a composição das bandas de ambos os sensores permitiu uma melhor qualidade na interpretação do produto favorecendo a identificação das áreas desflorestadas apresentando uma riqueza de detalhes. A partir da técnica de fusão pode ser elaborados mapas com melhor precisão quanto a resolução e em uma escala menor como 1:5. 000 o que melhora o nível de detalhamento e conseqüentemente de informações.



Figura 2: Figura2a - Imagem Landsat 5TM



Figura 2b – Imagem fusão (TM + HRC).

De maneira geral, o uso da terra aqui mapeado, estão parcialmente situadas nas áreas legalmente protegidas, sobretudo aquelas resultantes de ações antrópicas. As análises dos dados vetoriais foram observadas que, dos 256, 57 ha da APP em estudo 119, 75 ha da área não se encontra mais com a cobertura vegetal pertinente, o que corresponde a 46,4% dá região delimitada, caracterizando incompatibilidade legal.

Tabela 1: Aspectos Quantitativos da área de estudo.		
	Área hectare	Percentual
Área total	256.57	100
Área desflorestada	119.75	46.4
Fragmento ecológico	136.82	53.6

Os maiores polígonos de desmatamento encontram-se no trecho dos 10 primeiros quilômetros de extensão do rio Jaru a partir do ponto de captação de água do município. A soma desses polígonos é de 50,75 ha o que corresponde a 42,64% da área desmatada e em relação a área total corresponde a 19,82% da área total da APP.

Quanto aos aspectos qualitativos da app, o maior polígono de desflorestamento se encontra justamente ao lado do perímetro urbano do município onde está agregado a maior parte das indústrias do município tais como os laticínios que são os maiores poluentes em potencial do rio Jaru na APP estudada. Além do potencial poluidor industrial, há também pequenas propriedades com criação e abate de porcos na área de APP, utilizando o rio para jogar o resíduo produzido na criação o que também caracteriza incompatibilidade legal como definida por NOVAES (2008) sendo áreas de Preservação Permanente que foram utilizadas para alguma atividade diferente daquela prevista em lei.

Outro fator observado nos resultados é que, em alguns polígonos localizados no setor rural, há apenas uma faixa de área com cobertura vegetal que varia de 30 a 50 metros da margem do rio. Esse fator pode ocorrer quando por parte dos proprietários (produtores) rurais não tem informações adequadas sobre a legislação e conserva apenas a faixa de 30 metros a partir da margem.

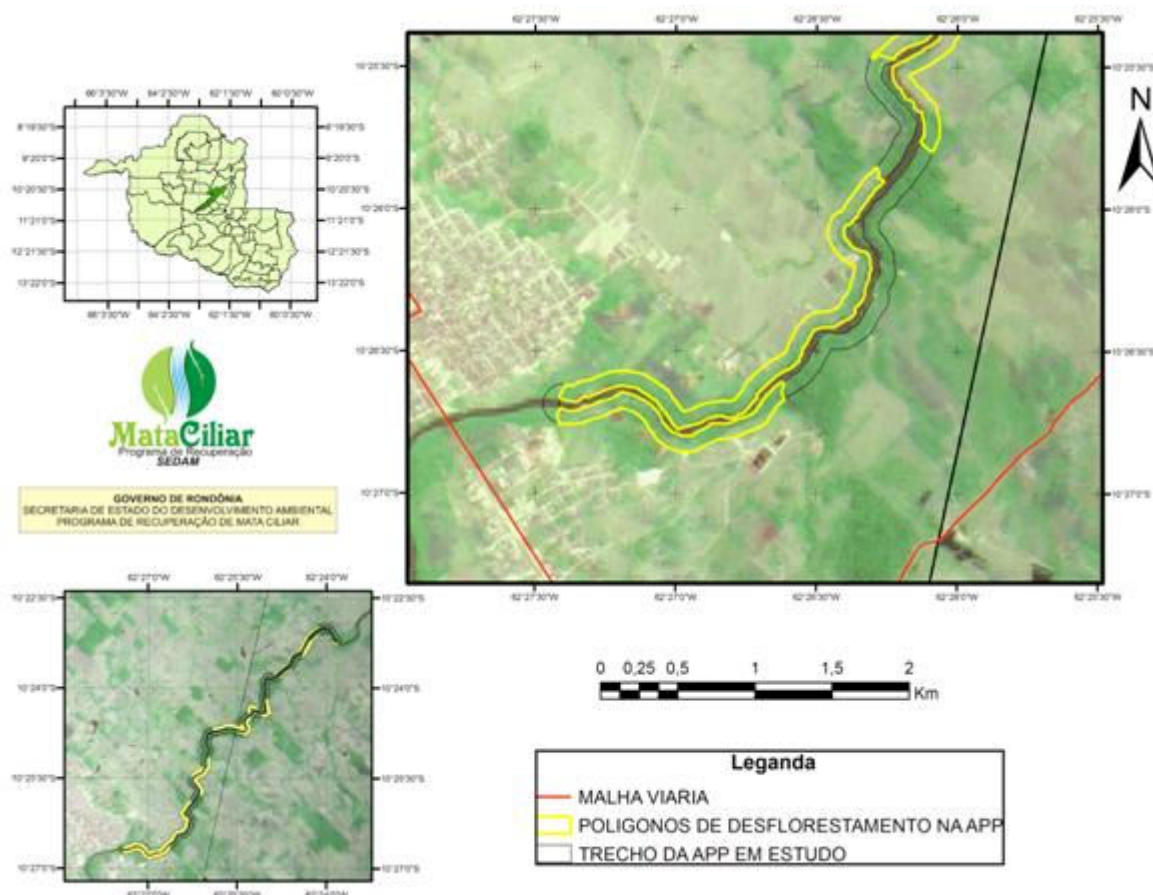


Figura 3: polígonos de desflorestamento em Área de Preservação Permanente.

4. Conclusões

As técnicas de geoprocessamento se mostraram útil na identificação das áreas sem cobertura vegetal, pois as imagens do satélite tornaram mais rápidas e precisas a elaboração dos polígonos identificados.

Realizando uma comparação visual entre as imagens anterior e após as fusões, nota-se que as imagens fusionadas proporcionam uma melhor visualização dos detalhes, onde os mesmos aparecem realçados após a fusão.

As imagens de alta resolução também contribuem para diminuir possíveis dúvidas durante a prática de classificação e interpretação de imagens no processo de mapeamento.

As informações analisadas através desse trabalho mostram que, a situação das Áreas de Preservação Permanente no município de Jaru é agravante. O mapeamento permitiu verificar a distribuição espacial da cobertura vegetal dando uma noção da situação em que se encontram após a degradação sofrida ao longo dos anos.

Segundo NOVAES (2008), Apesar da fusão ter apresentado um bom resultado, recomenda-se para este tipo de técnica um melhor registro das cenas. No caso de imagens de alta resolução é necessário adquirir pontos em campo, através de um GPS de precisão, inferior

a um metro para ter mais propriedade na confirmação de áreas de incompatibilidade legal de uso.

5. Agradecimentos

Ao Engenheiro Florestal, Dr. Eraldo Matricardi, pela colaboração na elaboração do PRMC. A Secretária de Estado de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM e aos técnicos da Sedam, José Trajano dos Santos (Geólogo, Coordenador do Meio Físico), Antonio Rodrigues Cardoso (Eng. Florestal), Ibaldeci Ferreira (Geógrafo), Valdir Harmatiuk (Secretário Adjunto). Ao Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM/CR-PV e os técnicos Thiago Bortoletto Rodrigues (Biólogo), Dra. Ana Cristina Strava (Corrdenadora de operações), Michel Watanabe (Geógrafo) e Janielson Lima, pelo apoio institucional. Ao Ministério Público na pessoa do promotor de justiça Dr. Adilson Donizete. A empresa EMBRAGEO pelas trocas de informações técnicas. Ao Laboratório de Cartografia da UNIR, Prof. Dr. Eliomar P. Filho (Geógrafo), Giovanni Bruno Souto Marini (Geógrafo) e a Prof. Msa. Tatiane Checchia. A todas as instituições que participam do desenvolvimento dos trabalhos sendo co-responsáveis pelo sucesso alcançado.

6. Referência Bibliográfica

Akemi, E. S.; Identificação de áreas de mata ciliar em região do Pontal do Paranapanema-SP utilizando fusão de imagens CCD/CBERS-2B e HRC/CBERS-2B. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2989-2994.

Becker, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados** 19 (53) 2005.

Bernasconi, P.; Abad, R.; Micol, L.; **Identificação de Áreas Prioritárias para Recuperação Município de Carlinda – MT**. Disponível em < <http://www.icv.org.br> >, Instituto Centro de Vida. 7 de março de 2008.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2000) “**Fundamentos de Geoprocessamento**”. Tutorial – SPRING.

Hott, M. C.; Guimarães, M. M.; Miranda, E. E. Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 16-21 abril 2005, Goiânia: INPE, 2005.p. 3061-3068.

Leonardi, F.; Fusão de Imagens CBERS 2B: CCD-HRC. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 6951-6958.

Novaes, M. R.; Rudorff, B. T. F.; Crepani, E.; Sugawara, L. M.; **Técnica de Fusão de Imagens para Facilitar a Detecção de Áreas Canavieiras em Incompatibilidade Ambiental**. Disponível via <http://www.dsr.inpe.br/canasat/>. Acessado em julho de 2008.

Prado, F. A.; Boin, M. N.; Meneguetto, A. A. C.; **Uso de imagens de sensoriamento remoto na análise do cumprimento da legislação ambiental**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4151-4158.

Pincinato, F. L. **Sensoriamento Remoto e SIG na análise da viabilidade de recuperação de áreas de preservação permanente irregulares em São Sebastião** – In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 16-21 abril. 2005. p. 2323-2330.

Santiago, M. M.; Oliveira, T. H.; Silva, C. A. V.; Torres, M. F. A.; Galvncio J. D.; **Fusão de imagens do satélite Alos e CBERS-2B como suporte ao mapeamento e quantificação da área do manguezal do Pina – PE.** Disponível via http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo1/033.pdf.

Schimith, R. F.; Vieira, E. M.; Xavier, F. V.; Oliveira, J. C. de; Filho, Elpídio Inácio Fernandes. **Identificação de áreas de preservação permanente e monitoramento utilizando imagens Aster.** In: VI Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2004, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2004.

SEDAM. **Projeto técnico 001-2009 – Recuperação de Mata Ciliar do Rio Jarú.** Programa de Recuperação de Mata Ciliar do Estado de Rondônia. Disponível via < <http://www.sedam.ro.gov.br/web/guest/MataCiliar> >Porto Velho, RO, agosto de 2009.

Souza, C. C.; Teixeira, G. B.; **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) do município de Santo Antonio do Pinhal – SP: um subsídio a preservação ambiental.** Instituto Centro de Vida. 7 de março de 2008.