

COMPOSIÇÃO DE UMA BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL ALIADA À GESTÃO PARTICIPATIVA DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ - AMAZONAS

Composition of digital cartographic database allied participatory management of the Sustainable Development Reserve Mamirauá – Amazon

Josimara Martins Dias¹
Newton Müller Pereira¹
Adalene Moreira Silva²

¹Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Instituto de Geociências

R. João Pandiá Calógeras, 51 – Cidade Universitária

Campinas, São Paulo - 13083-870, Brasil

Josimara.dias@ige.unicamp.br

newpe@ige.unicamp.br

²Universidade de Brasília - UNB

Instituto de Geociências

Campus Universitário Darcy Ribeiro

Brasília, Distrito Federal - CEP 70910-900, Brasil

adalene@unb.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar a aplicação de uma metodologia específica para a composição e atualização de uma base cartográfica digital para a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, localizada no estado do Amazonas, especificamente em um segmento de área denominado “várzea do médio Solimões” na Amazônia brasileira. A metodologia aplicada tem como base a complementaridade entre as especificidades de três sensores orbitais (SRTM/InSAR, TM/Landsat 5 e Ikonos II) e entrevistas semi-estruturadas com gestores da Reserva. A aquisição de uma base cartográfica digital precisa, que possa ser utilizada em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), é um instrumento importante de suporte ao planejamento e à gestão de Unidades de Conservação, tanto na fase de elaboração do Plano de Manejo dessas Unidades quanto posteriormente no processo de implementação das diretrizes e normas do respectivo Plano. No Brasil ainda há muitas Unidades de Conservação sem um Plano de Manejo ou sem implementá-lo, contexto que demanda maior investimento em geotecnologias por parte das instituições responsáveis pela conservação dos recursos naturais, seja em Unidades de Conservação, seja no território brasileiro em geral.

Palavras chaves: Amazônia, Gestão Ambiental, Sistemas de Informações Geográficas

ABSTRACT

This paper explores the application of a specific methodology for the composition and upgrade of a digital cartographic database to the Sustainable Development Reserve Mamirauá located in the state of Amazonas, one particular segment of the area known as flooded forest. The methodology is based on complementarity between the specificities of three orbital sensors (SRTM/InSAR, TM/Landsat 5 and Ikonos II) with semi-structured interviews for the managers of the Mamirauá. The acquisition of a basic mapping with exactness which may be used in a Geographic Information System (GIS) is an important tool that supports the planning and the management of the Conservation Units, both during the preparation of the Management Plan and subsequently, in the process of implementation guidelines and rules of these Plan. There are still many Units of Conservation without a Management Plan or without implemented and this context shows that more investment is needed in geotechnologies from institutions in charge of the conservation of natural resources in the Brazilian territory.

Keywords: Amazon, Environmental management, Geographic Information System

1. INTRODUÇÃO

No conjunto de tecnologias relacionadas à produção e transmissão de informações encontram-se as “geotecnologias”. Essas ferramentas revolucionaram vários métodos científicos de análise espacial, assim como as formas de controle e planejamento dos lugares por agentes públicos ou privados.

O instrumental das geotecnologias tem sido utilizado principalmente para a gestão e monitoramento ambiental, que é, por natureza, uma problemática multidisciplinar e que exige a interação e negociação entre diferentes atores, ou seja, a integração das diferentes “visões de mundo” e projetos sociais sobre o ordenamento dos recursos no planeta. A importância das geotecnologias em relação à aquisição de “informações ambientais” (MELLO, 2006) já foi demarcada inclusive pela “Agenda 21 Global”, nos Capítulos denominados “Ciência para o Desenvolvimento Sustentável” e “Informações para a tomada de decisões”.

No âmbito das geotecnologias, o sensoriamento remoto orbital, acompanhado de técnicas de geoprocessamento, exerce papel de destaque. O ponto crucial do sensoriamento remoto orbital está na capacidade de extrapolar a percepção visual humana sobre os objetos na Terra através da captação de várias faixas do espectro eletromagnético. A combinação das potencialidades de imagens orbitais, oriundas das especificidades de cada sensor, contribui de forma decisiva à maior precisão nas análises espaciais, tais como as análises necessárias à elaboração de Estudos de Impacto Ambiental e Planos de Manejo de Unidades de Conservação.

Na esteira das geotecnologias também se encontram os *softwares* caracterizados como Sistemas de Informações Geográficas (SIG). De acordo com FERREIRA (2003), o SIG é uma consequência natural do desenvolvimento de teorias e modelos sobre a análise espacial que surgiram a partir da década de 1960. Todavia, atualmente o SIG é considerado como um método computacional de sobrepor e combinar diversos tipos de dados com referência espacial em um mesmo mapa ou carta topográfica para a geração de informações.

O SIG pode ser definido como um poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, transformar e exibir dados georreferenciados sobre o mundo. Reúne um conjunto de técnicas que têm auxiliado as ciências em geral, e, por isso, também é caracterizado como “sistema de suporte à decisão” (BURROUGH, 1986 e FERREIRA, 2003).

De forma sintética, as potencialidades de um SIG podem ser sistematizadas da seguinte maneira: agiliza o gerenciamento preciso de bancos de dados, subsidiando a tomada de decisões; permite a elaboração de prognósticos eficientes; favorece a gestão territorial democrática e participativa através da disponibilização de informações à sociedade; e se ajusta ao planejamento

interdisciplinar, na medida em que profissionais de diversas áreas podem trabalhar sobre uma mesma base com informações inter-relacionadas para a tomada de decisões quando a localização geográfica é uma característica fundamental (GARAY & DIAS, 2001; JACINTHO, 2003 e RAMOS & LOCH, 2004).

Outro ponto importante a destacar, conforme CÂMARA e MONTEIRO (2009), é que trabalhar com as geotecnologias significa utilizar computadores e softwares específicos como instrumento de representação de dados espacialmente referenciados. Então, a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico é um problema central na elaboração de bases cartográficas. Para utilizar um SIG é necessário escolher as representações computacionais mais adequadas e a semântica adequada à sua aplicação. No caso específico da gestão de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, nas quais deve existir um “Conselho Gestor” (Decreto n. 4.340/2002) com a função de estabelecer o diálogo entre pesquisadores, gestores e as comunidades tradicionalmente residentes nessas áreas, a elaboração e o uso de mapas temáticos com representações visuais e semânticas compreendidas por todos esses atores é fundamental.

No Brasil, as experiências com o uso de geotecnologias na etapa da gestão de Unidades de Conservação (após a elaboração do documento normativo Plano de Manejo) ainda são incipientes. Em geral, essas ferramentas são muito utilizadas nas etapas iniciais, ou seja, na delimitação da área e no processo de elaboração do Plano de Manejo, não ocorrendo continuidade posteriormente da aplicação sistemática de geotecnologias nas atividades relacionadas à gestão dessas áreas. Essa carência ocorre principalmente pela dificuldade na obtenção de recursos para estruturar laboratórios próprios e a contratação de recursos humanos capacitados para tal finalidade.

Soma-se a esse cenário o fato de que o mapeamento cartográfico oficial brasileiro (disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE) nas escalas de 1:50.000 a 1:25.000 ainda é escasso, configurando um “vazio cartográfico” do território. De acordo com o OLIVEIRA (2006), apesar de importantes programas públicos de monitoramento ambiental no Brasil, boa parte da cartografia oficial disponível tem mais de 30 anos e, em 2007, somente 14% do território brasileiro estava mapeado na escala 1:50.000 e 3% na escala 1:25.000, apesar de serem escalas importantes para as atividades de planejamento ambiental.

A Amazônia, ícone das reivindicações internacionais pela preservação da biodiversidade e locus de históricos conflitos sócio-ambientais, possui também importantes programas de monitoramento ambiental estruturados com geotecnologias, como o Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), o Programa de monitoramento da floresta amazônica

brasileira por Satélite (PRODES) e o Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER). Em 2009, a região norte também registrou o maior número de Áreas Protegidas Públicas delimitadas no Brasil (43% do território da Amazônia) e, no mundo, é a região que apresentou a maior evolução na delimitação de área protegidas nos últimos 10 anos, conforme dados da pesquisa de JENKINS E JOPPA (2009). Contudo, na prática, boa parte dessas áreas ainda não possui Plano de Manejo adequado e/ou implementado, podendo ser definidas simbolicamente como “Unidades de Papel” (BRITO, 2000, MORSELLO, 2001 e MEDEIROS, 2006).

Atualmente o Ministério de Desenvolvimento Agrário está empreendendo uma nova política de regularização fundiária no Brasil, contando com a precisão proporcionada pelas geotecnologias. O foco principal é a regularização de 67,4 milhões de hectares nos nove estados que integram a Amazônia, legalizando, nos próximos cinco anos, 296,8 mil posses anteriores a 2004 e com até 15 módulos fiscais (1,5 mil hectares), através do Programa “Terra Legal” (medida provisória 458) e espera-se que tal programa contribua para o desenvolvimento sustentável regional aliada ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (www.mda.gov.br).

No atual contexto, o presente artigo relata a iniciativa bem sucedida de aplicação de geotecnologias na gestão da Unidade de Conservação denominada Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), localizada no estado do Amazonas. A RDSM é gerida por uma Organização Social de Interesse Público (OSCIP) denominada Instituto Mamirauá, através de um contrato de gestão compartilhada com o governo estadual e o Ministério de Ciência e Tecnologia. Além dos recursos destinados pelo MCT a RDSM também conta o financiamento de diversas instituições nacionais e internacionais, tais como o WWF (*World Wildlife Fund for Nature* – Reino Unido).

Inicialmente a Reserva Mamirauá foi enquadrada na categoria “Estação Ecológica” (Decreto 12.836 de 09/03/1990) que não permitia a permanência de populações humanas na área. Entretanto, dada a quantidade de comunidades tradicionais residentes nessa área (indígenas e ribeirinhas) e, principalmente, à rede política nacional e internacional articulada pelo biólogo pesquisador Márcio Ayres, o governo do estado do Amazonas alterou a classificação dessa área para “Reserva de Desenvolvimento Sustentável” com a Lei 2.411 de 16/07/1996 (INOUE, 2003).

Trata-se de um modelo de Unidade de Conservação inovador que surgiu na década de 1990 e que posteriormente influenciou a configuração do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.982, 17/07/2002). Atualmente gestão da RDSM conta com um Conselho Gestor, do qual participam representantes de diversas instituições e comunidades locais interessadas no uso e/ou conservação dos

recursos naturais, além dos pesquisadores do Instituto Mamirauá.

Em 2004 a RDSM recebeu apoio do “Programa Petrobrás Ambiental” para a aquisição da infra-estrutura adequada à utilização de geotecnologias. Tais recursos estão direcionados para a prospecção científica de recursos naturais e o monitoramento das atividades de uso sustentável praticadas por comunidades ribeirinhas na área da Reserva (como a pesca, por exemplo), ou seja, com o pressuposto de uma gestão integrada e participativa.

Assim, o presente trabalho se dedicou à elaboração de uma base cartográfica digital (vetorial) atualizada para a Área Focal da RDSM na escala 1:100.000, integrando as potencialidades de três sensores orbitais diferentes (SRTM, TM5/Landsat e IKONOS II) e as demandas dos usuários captadas através de entrevistas semi-estruturadas. O banco de dados atualizado no SIG contém toponímias para os corpos d’água que foram classificadas a partir das referências empíricas de pesquisadores do Instituto Mamirauá e de representantes das comunidades ribeirinhas locais. Essa metodologia pretende reforçar a potencialidade das geotecnologias entre os instrumentos de diálogo que possibilitam uma maior integração dos diferentes atores na gestão participativa de áreas de conservação.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área total da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá abrange 11.240.00 km² entre os limites dos municípios de Tefé, Maraã, Alvarães, Uarini, Juruá e Fonte Boa, distante 600 km a oeste da capital Manaus (ver Figura 1). Localizada no estado do Amazonas, especificamente no segmento denominado “várzea do médio Solimões”, trata-se de um ecossistema singular no bioma amazônico que abriga espécies ameaçadas de extinção.

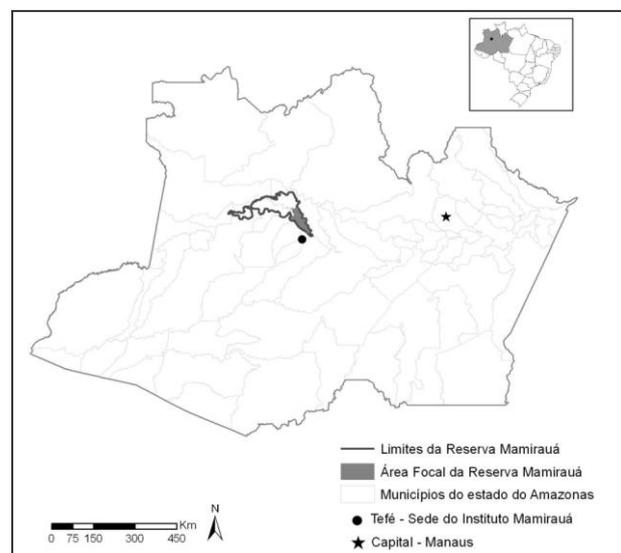


Fig. 1 - Localização da Reserva de

Os rios Solimões, Japurá, Ati Paraná e Paraná Panapuá representam as fronteiras naturais da Reserva definidas pelo Decreto 12.836, de 09/03/1990. Devido à dificuldade para gerir uma área de tal extensão, a Reserva foi dividida em “Área Focal” (com 260.000 ha) e “Área Subsidiária (864.000ha)”. A primeira contém zonas de uso sustentável e de preservação permanente, gerenciadas pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMM). Na Área Subsidiária também há diversas comunidades ribeirinhas, as quais serão orientadas para atividades de manejo sustentável de acordo com os resultados das experiências alcançadas com o primeiro Plano de Manejo na Área Focal.

O primeiro Plano de Manejo da Reserva foi publicado em 1996 e abrange somente a Área Focal. Esse Plano foi elaborado a partir de pesquisas em diversas áreas do conhecimento científico e técnicas de “mapeamento participativo”. Integrantes das comunidades tradicionais locais foram incentivados a desenhar a localização de suas vias de acesso e dos recursos naturais de maior uso para a posterior negociação dos limites das zonas de manejo sustentável. A Área Focal da Reserva foi subdividida em nove setores políticos, de acordo com a organização prévia de representação das comunidades locais (Aranapu, Barroso, Boa União, Horizonte, Ingá, Jarauá, Liberdade, Mamirauá e Tijuaca), as quais já se encontravam organizadas politicamente desde a década de 1980 com a ajuda da igreja católica local.

Trata-se de uma área de floresta alagada, cuja principal referência é a dinâmica sazonal do nível das águas. A sazonalidade é definida pelas estações de “vazante” (julho a setembro), “seca” (outubro a novembro), “enchentes” (dezembro a abril) e “cheia” (maio e junho). Na estação da cheia boa parte da área permanece alagada e, em média, o nível das águas é de sete a dez metros (AYRES, 1995 e 2005). As várzeas são áreas biologicamente significativas devido ao alto grau de endemismo de espécies adaptadas às mudanças radicais da paisagem entre as estações citadas.

Os rios de água branca, como o Solimões, carregam muitos sedimentos criando extensas planícies inundáveis e um complexo ecossistema de ilhas, restingas, chavascals, paranás e outras formações específicas. O ecossistema de várzea é marcado por uma dinâmica intensa em função do regime de águas que afeta a geomorfologia, a flora e a fauna local, tal regime cria e destrói terrenos de forma veloz (AYRES, 1995). Há um grande número de corpos d’água, os quais são definidos por sua estrutura física, como os rios, braços, paranás, furos, canais (ou canos) e lagos.

Os processos geomorfológicos peculiares ao domínio morfoclimático amazônico influenciam nas formas resultantes da erosão pluviofluvial, que deram origem a elementos da drenagem da várzea amazônica.

Tais elementos são os “igarapés”, “paraná” e “furos”, bem como os lagos de terra firme e os lagos de várzea, conforme as denominações regionais (NUNES, 2008).

O extenso, largo e profundo braço de um grande rio que na planície de inundação amazônica forma uma grande ilha é denominado de “paraná”. Os canais que nas várzeas amazônicas estabelecem comunicação entre o rio principal e o seu afluente mais próximo, acima da confluência definitiva, são os “furos”. Os cursos de água de pouca extensão e reduzida largura, mas com bacias bem definidas, tanto da várzea como da terra firme, recebem o nome indígena de igarapés. Tanto os furos quanto os paranás são cursos complementares, no sentido que eles restituem ao rio principal a fração de descarga recusada na confluência (NUNES, 2008).

Para as comunidades ribeirinhas locais da Reserva Mamirauá, a maior parte das formações de corpos d’água é denominada como “lagos”, os quais possuem também toponímias atribuídas historicamente, como, por exemplo, “lago Tucuxi”, “Lago Grande”, “Paraná da Cobra”, entre outros (DIAS, 2008). Segundo AB’SÁBER (2003), a nomenclatura popular para diferentes cursos d’água na Amazônia é muito rica e cada um desses nomes traduz conceitos obtidos através de vivências prolongadas, passando a ter, para os habitantes locais, um caráter referencial do espaço.

De acordo com informações de um representante do manejo de pesca, só na área central da Reserva Mamirauá existem “mais de 700 lagos” e esse número é facilmente ratificado nas imagens orbitais da área. Todavia, há corpos d’água temporários e perenes de acordo com as estações da várzea. A posição, o tamanho e o formato desses corpos d’água variam em poucos anos, podendo ocorrer até mesmo a extinção de alguns. Além da paisagem física, no intervalo de poucos anos também há migrações ou deslocamentos das comunidades ribeirinhas locais, dadas as oscilações no nível das águas nas estações (LIMA, 1996).

As especificidades geográficas da várzea amazônica tornam a gestão participativa da Reserva Mamirauá um desafio permanente. Na estação da cheia boa parte da área permanece alagada e ocorrem significativas alterações morfológicas nos corpos d’água (AYRES, 2005; JARDIM-LIMA et al, 2005). PEIXOTO et al. (2007) ao analisarem imagens orbitais TM/LANDSAT 5 sobre a várzea no médio Solimões detectaram que no período de 26/19/1984 a 04/09/2005, a RDS Mamirauá obteve cerca de 17.800 ha ($\approx 6,85\%$ da área focal) de áreas sedimentadas e cerca de 14.500 ha ($\approx 5,57\%$ da área focal) de áreas erodidas, ficando com um saldo de áreas de 3.300 ha ($\approx 1,27\%$ da área focal), aproximadamente.

Grande parte dos corpos d’água são utilizados para a pesca, principal atividade econômica das comunidades ribeirinhas locais e a delimitação da zona de preservação permanente em benefício das espécies ameaçadas, assim como a repartição dos “lagos” para cada setor político, têm gerado conflitos pelo direito de

acesso aos recursos, principalmente quando há mudanças na posição geográfica ou na quantidade de lagos. Nesse contexto, faz-se necessária a atualização sistemática dos mapas locais destinados à negociação dos limites para o manejo sustentável entre os setores políticos representados pelas comunidades locais no Conselho Gestor da Reserva.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

No decorrer desta pesquisa foram utilizados o laboratório de informática do Instituto de Geociências - UNICAMP e o Laboratório do Centro de Computação do Instituto Mamirauá, Tefé - AM.

As coordenadas das comunidades tradicionais residentes no interior da Reserva e a reambulação dos alvos encontrados nas imagens foram coletadas em dois trabalhos de campo (junho de 2005 e julho de 2007) com apoio de um aparelho GPS de navegação cedido pelo IDSM (Garmin Map 76CS, precisão de 15 metros) e configurado com Datum WGS 84, Fuso 20 Sul.

Para o processamento das imagens orbitais foi utilizado o software ENVI 4.1 (*Sulsoft*) e para a captura dos dados cartográficos em formato vetorial utilizou-se o software ArcGis 9.2 (ESRI). O trabalho também contou com uma pesquisa bibliográfica, análise de bases de dados geográficos existentes sobre a RDSM (mapas analógicos e digitais, planilhas com registros de coordenadas e toponímias, etc.). Além dos dados coletados e processados, também foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com representantes dos programas de manejo sustentável desenvolvidos na RDSM (pesquisadores e comunidades ribeirinhas).

3.1 Sensor SRTM/InSAR (*Shuttle Radar Topography Mission*)

Os dados altimétricos gerados pela *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) por meio da tecnologia de interferometria SAR (InSAR) foram coletados entre os dias 11 e 22/02/2000 e cobrem cerca de 80% da superfície do planeta Terra. Em geral, os dados apresentam resolução espacial original de 1 arc sec (~ 30m), mas para a América do Sul a resolução dos dados foi alterada para 3 arc sec (~ 90m), mas ambos contendo resolução radiométrica de 16-bit. O SRTM operou simultaneamente com duas antenas, respectivamente nas bandas C e X.

O projeto SRTM realizou passagens com resolução de 30m para os EUA e planejados com 90m para o resto do mundo. O Datum de referência é WGS84 (MANTELLI, 2008). Para a composição do modelo digital integrado para a região da RDS Mamirauá foram utilizados dados com resolução espacial de ~ 90m da banda C, disponibilizados pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA-EUA) no endereço eletrônico ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/South_America,

os quais também foram processados por M. NUNES (2008) e disponibilizados pelo mesmo.

3.2 Imagem do Sensor TM/ Landsat 5

O sensor TM (*Thematic Mapper*)/LandSat 5, lançado em 1984 pela NASA, possui uma faixa de imageamento de 185 km com resolução temporal de 15 dias, resolução espacial de 30 m e resolução multiespectral (7 bandas).

O presente trabalho utilizou um mosaico formado por cenas do sensor TM/LANDSAT 5, que foi disponibilizado pelo Instituto Mamirauá (IDSM) já com a composição de bandas em falsa cor e nível 6 de correção. As cenas desse mosaico foram imageadas em 19 de agosto de 1999 (estação de vazante na várzea amazônica) e estão georeferenciadas com projeção UTM, Datum WGS84, fuso 20 Sul (órbitas-ponto 001-61, 002-61 e 002-62). Esse mosaico cobre toda a área da Reserva (1.124.000 hectares) com apenas 1% de nuvens, ou seja, dois fatores que tornam esse mosaico importante para a elaboração da base cartográfica de toda a Área Focal da RDSM.

3.3 Sensor orbital IKONOS II

O sensor IKONOS II, operado pela SPACE IMAGING - EUA, lançado em 1999, é um satélite comercial com alta resolução espacial. As faixas imageadas alcançam 13 km e na opção multiespectral (bandas 1-Azul, 2-Verde, 3-Vermelho e 4-Infra-Vermelho próximo) a resolução espacial é de 4 metros. Na opção pancromática esse sensor possui resolução espacial de 1m. A resolução radiométrica é de 11 bits (2048 níveis de cinza), ou seja, possui o poder de contraste e de discriminação nas imagens muito superior à maioria dos sensores orbitais existentes atualmente (Pinheiro, 2003; Rocha, 2007).

Devido ao alto custo dessas imagens, o Instituto Mamirauá adquiriu apenas uma amostra em relação à área total da Reserva para desenvolver estudos pilotos de modelagens em SIG e atualização da base cartográfica digital com alta resolução espacial (as imagens foram compradas da empresa GeoEye). Para cobrir toda a área da Reserva seria necessário adquirir mais de 800 cenas do sensor IKONOS II e seu alto custo impossibilita tal cobertura no atual momento.

A cobertura do maior número possível de ações que demandam mapas temáticos na Reserva Mamirauá foi o critério utilizado pelos coordenadores do IDSM para a escolha das áreas-piloto do IKONOS II. A amostra utilizada no presente trabalho possui 22 cenas, que foram imageadas no dia 09 de setembro de 2006 (estação de vazante na várzea amazônica) e registram somente 1% de nuvens. Essas cenas cobrem os setores políticos Jarauá, Tijuaca e Coraci, delimitados na Área Focal da Reserva (área pontilhada nº 1 na Figura 2). As mesmas também foram adquiridas com sistema de

projeção UTM, Datum WGS84, fuso 20 Sul e interpolação pelo método de convolução cúbica.

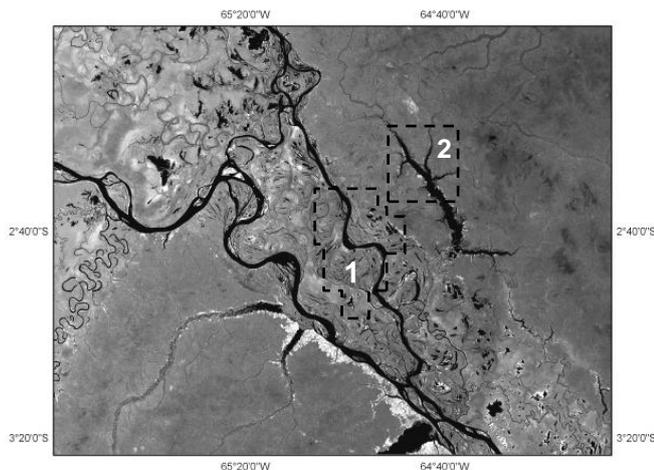


Fig. 2 – Imagem Sensor TM/Landsat-5 e áreas cobertas pelas cenos Ikonos II (pontilhada)

3.4 Integração das especificidades dos diferentes Sensores

Todas as imagens orbitais utilizadas nesse trabalho correspondem à estação de vazante na várzea amazônica porque essa estação possibilita a identificação mais detalhada de corpos d'água perenes e também dos temporários. Na estação de seca a grande maioria dos lagos diminui muito em extensão e/ou secam; já na estação da cheia a área da Reserva permanece praticamente toda alagada. Tais alterações na paisagem dificultam a delimitação precisa dos limites e feições dos corpos d'água, principalmente dos mais utilizados nas atividades de manejo sustentável.

A classificação e diferenciação entre os alvos é uma das funções prioritárias do processamento digital de imagens de orbitais. Dessa forma, para a correta distinção e identificação visual dos alvos para a vetorização, optou-se inicialmente pela reambulação temática das principais feições apresentadas no mosaico TM/LANDSAT-5. Os valores espectrais dos principais alvos foram extraídos no software ENVI 4.2 e a confirmação foi realizada com GPS de navegação nos trabalhos de campo e nas entrevistas com os gestores e usuáries da Reserva.

Após a reambulação, foram aplicadas técnicas de realce da imagem TM/LANDSAT-5 a partir da filtragem de frequências. As técnicas de filtragem são muito empregadas no tratamento de imagens digitais com várias finalidades, tais como o realce de bordas, eliminação de ruídos, suavização de contraste ou ainda na identificação de feições lineares não perceptíveis na imagem original. Essas técnicas consistem em discriminar seletivamente as feições de alta, média ou baixa frequência que compõem as imagens de sensoriamento remoto a partir das mudanças de um intervalo de Nível de Cinza (NC) para outro (CROSTA, 1993). Dessa forma, diferentes filtros foram aplicados no mosaico TM/LANDSAT-5 a partir da ferramenta

Convolutions and Morphology (Envi 4.2), tais como Passa-baixa, Passa-alta, Passa-banda, Roberts e Sobel, os quais auxiliaram na distinção dos limites e formas das feições importantes para a base cartográfica, principalmente na delimitação dos corpos d'água presentes na Área Focal da Reserva.

Para a delimitação dos limites dos corpos d'água e ilhas também foi fundamental o suporte das imagens do sensor SRTM/InSAR. Por ser um sensor ativo, o mesmo não necessita de luz solar para o imageamento e por atuar na região de microondas do espectro eletromagnético também não sofre a influência do Ambiente. Esse sensor destaca muito bem os cursos d'água (SILVA, 2006). Além dos corpos d'água, essa imagem auxiliou na delimitação dos limites da Reserva a partir da confluência entre os rios Solimões, Japurá, Ati Paraná e Paraná Panapuá, conforme o Decreto de sua criação (Decreto 12.836, 09/03/1990).

Em se tratando de áreas alagáveis, o espalhamento especular e o retro-espalhamento em áreas de solo inundado são informações importantes que podem ser captadas pelo SRTM/InSAR e permite esboçar aplicações para caracterizar vegetação em áreas alagáveis com uso de interferometria na banda C (5.6 cm). SILVA (2006) ressalta a importância de se obter um mapa georreferenciado das áreas inundáveis da bacia amazônica como suporte a modelos quantitativos de ciclos biogeoquímicos entre áreas alagáveis e atmosfera. Essa perspectiva potencializa os desdobramentos científicos do trabalho de atualização da base cartográfica da Reserva Mamirauá.

Em relação ao trabalho realizado com as imagens IKONOS II, inicialmente foram criados quatro mosaicos para as bandas azul, verde, vermelho e infravermelho respectivamente, unindo as 22 cenas do sensor através da função de "mosaicagem com edição de atributos" do Envi 4.2. Essa função também permite a restauração de determinados ruídos indesejáveis, como o balanceamento de cores, por exemplo. Também foi necessário eliminar as faixas de pixels com DN = 0 nos limites de sobreposição, ou seja, linhas sem dados radiométricos. Não foi necessário realizar correção radiométrica nas cenas IKONOS II, pois a qualidade das mesmas se mostrou satisfatória para a discriminação dos alvos do projeto da nova base cartográfica da RDSM.

As próximas etapas com as imagens IKONOS II foram: a) geração de composições coloridas a partir da fusão das bandas espectrais e b) experimentação das configurações possíveis e a análise das informações que poderiam ser extraídas de cada uma delas para a classificação dos alvos. As aferições visuais utilizadas para a seleção das melhores composições para a classificação dos alvos foram de forma, tons de cor, texturas, localização e associações orientadas pela experiência de pesquisadores do IDSM.

Entretanto, outras informações importantes que podem ser extraídas a partir das cenas IKONOS II ainda demandam pesquisas específicas e mais aprofundadas. NUNES (2008) realizou um estudo sobre a classificação vegetal na mesma área de estudo, mas utilizou os

sensores MODIS e ASTER.

3.5 Delimitação dos vetores e organização dos registros qualitativos no Banco de Dados Geográfico

O Instituto Mamirauá (IDSM) disponibilizou dados cartográficos antigos que continham os setores políticos da Área Focal, a localização das comunidades ribeirinhas e a localização dos lagos da Área Focal. Esses dados foram digitalizados a partir de mapas analógicos com escala 1:500.000 e 1:250.000 produzidos no início da década de 1990. As toponímias das entidades não estavam corretamente cadastradas nos bancos de dados e havia erros topológicos típicos de um processo de digitalização feito por um operador sem experiência.

Com relação ao polígono de corpos d'água, detectou-se disparidades de toponímias para entidades com as mesmas coordenadas geográficas e toponímias iguais para entidades com coordenadas geográficas diferentes. Além dos dados cartográficos antigos, também foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com representantes dos Programas de Manejo Sustentável da Pesca, da Agricultura Familiar Sustentável, da Fiscalização e do setor de Informática. O objetivo dessas entrevistas foi captar a percepção dos usuários em relação à importância do uso sistemático de SIG na gestão da Reserva; as principais dificuldades para a sua utilização sistemática; e, principalmente, para confirmar as toponímias das entidades para a nova base cartográfica.

Então, para a atualização da base cartográfica e correção dos erros encontrados, as imagens orbitais processadas foram exportadas do formato .img próprio do ENVI 4.2 para os formatos GeoTiff (LandSat-5 e SRTM) e Erdas (IKONOS II), pois são formatos reconhecidos pelo *software* ArcGis 9.2. Com o auxílio das ferramentas da extensão *ArcEditor* foi possível vetorizar todas as camadas de informação geográfica necessárias em formato shapefile, conforme a distinção a seguir:

- Polígonos (Corpos d'água principais como o rio Solimões e Japurá, ilhas e Setores Políticos da RDSM);
- Linhas (Corpos d'água secundários e com formato linear integrado aos corpos principais e limites políticos da área total da RDSM);
- Pontos (Comunidades Ribeirinhas, Comunidades Indígenas e Flutuantes de Pesquisa). Os pontos foram inseridos a partir de uma tabela contendo as coordenadas geográficas – UTM, WGS84, 20° Sul - que foram extraídas com o GPS em trabalho de Campo na Reserva.

Cada um dos alvos vetorizados recebeu um registro das respectivas toponímias de acordo com dados pesquisados nas bases de dados antigas e também com base nas entrevistas realizadas com pesquisadores do Instituto Mamirauá, como, por exemplo, como, por exemplo, Lago Tucuxi, Rio Japurá, Comunidade ribeirinha Vila Nova, etc. No banco de dados referente

aos corpos d'água também foi inserido um campo específico para classificar os tipos de corpos d'água de acordo com as referências locais: Rio, Lago, Cano, Igarapé, Paraná e Ressaca.

A sistematização correta das respectivas toponímias no banco de dados geográfico é fundamental para que as informações contidas nos mapas temáticos possam ser compreendidas adequadamente por todos os usuários. A principal função desses mapas na gestão da RDSM é justamente definir e divulgar as áreas de uso para cada comunidade ribeirinha residente na Reserva e, nesse sentido, a representação equivocada de uma dada delimitação territorial pode “autorizar” inadequadamente a exploração dos territórios vizinhos e/ou de preservação permanente. Isso ocorre porque as comunidades locais já compreendem bem a linguagem dos mapas como uma forma de representação de seus espaços de ação nessa Reserva e, principalmente, como uma referência normativa para os limites das áreas de manejo sustentável. Tal compreensão e aceitação é resultado das atividades de “mapeamento participativo”, desenvolvidas desde o primeiro Plano de Manejo da RDSM na década de 1990 (Dias, 2008).

Para o cadastro das toponímias foi necessário um trabalho exaustivo de uniformização e padronização dos termos para reduzir ao máximo as dissimetrias existentes entre as diversas fontes de informação consultadas (bases de dados analógicas, digitais, pesquisadores e representantes das comunidades ribeirinhas). Essa padronização foi realizada durante as entrevistas utilizando cartas das imagens TM/LANDSAT 5 e IKONOS II impressas em folhas A3, nas escalas 1:100.000 e 1:50.000 respectivamente. Os entrevistados indicaram sobre essas folhas as toponímias para alvos que não constavam nas bases antigas ou que apresentavam divergências nos termos.

4. RESULTADOS

A análise dos dados cartográficos pré-existentes da RDSM confirmou a existência de erros estruturais referentes à topologia dos polígonos, que influenciavam na área dos programas de manejo sustentável e dissimetrias no cadastro das toponímias. Assim, a estrutura desses dados cartográficos confirmou a necessária atualização da base cartográfica até então utilizada para as atividades de gestão e planejamento. Os principais erros encontrados nas bases antigas e que foram corrigidos estão listados a seguir:

1. Localização geográfica desatualizada das comunidades residentes no interior da Reserva;
2. Corpos d'água com localizações geográficas diferentes, dentro de um mesmo setor político, com o mesmo atributo “nome” (toponímia) nos bancos de dados;
3. Corpos d'água ainda não identificados com as respectivas toponímias nas bases de dados antigas;
4. Inexistência de uma sistematização coerente para as categorias de corpos d'água entre os atributos dos

shapefiles antigos. Não havia nenhuma base de dados com um campo específico para diferenciar as categorias de rios, lagos, canos, paranás, igarapés e ressacas, entre outras provenientes da cultura regional ou de trabalhos científicos sobre as características físicas da rede de corpos d'água da área.

Na etapa da digitalização dos alvos a partir do mosaico TM/Landsat -5, os filtros de Robert e Sobel foram mais eficientes para a distinção visual dos limites dos alvos. Em relação aos mosaicos IKONOS II, a composição colorida RGB 1, 3, 4 se mostrou mais adequada para a identificação visual de bancos de areia e delimitação das ilhas; enquanto a composição RGB 3, 2, 1 foi mais adequada para a identificação das casas de comunidades ribeirinhas. Essas duas composições também se mostraram eficientes para distinção e delimitação visual dos corpos d'água presentes na Reserva (figuras 3.A e 3.B).

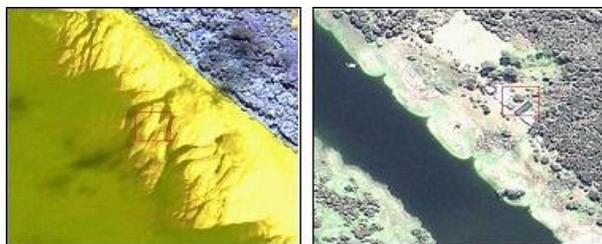


Fig. 3.A (esquerda) - Composição Colorida IKONOS II RGB 1, 3, 4, bancos de areia - praias da várzea amazônica no rio Solimões;

Figura 3.B (direita) - Composição Colorida Ikonos II RGB 3, 2, 1 - vegetação nas margens de um corpo d'água e casas de uma comunidade ribeirinha.

Foram vetorizadas sete camadas de informação: 1. Corpos d'água (linhas e polígonos), 2. Rios Principais (polígonos), 3. Ilhas (polígonos), 4. Setores Políticos (polígonos), 5. Comunidades Ribeirinhas (pontos), 6. Comunidades Indígenas (pontos) e 7. Bases de Pesquisa (pontos). Essas camadas foram selecionadas considerando os atributos mais importantes da configuração espacial da Área Focal na Reserva Mamirauá, arquivadas como *shapefile* (.shp) e georeferenciados em UTM, WGS84, Z20-Sul.

A partir das imagens utilizadas, foram vetorizados e cadastrados 753 corpos d'água na Área Focal da Reserva. A figura 4 apresenta um da Área Focal com os corpos d'água vetorizados e os setores políticos com a topologia corrigida. Essa figura também apresenta exemplos de corpos d'água importantes que se localizam entre os limites de mais de um setor político (setas pretas), ou seja, são exemplos de localidades com potencial para conflitos entre as comunidades locais no manejo da pesca.

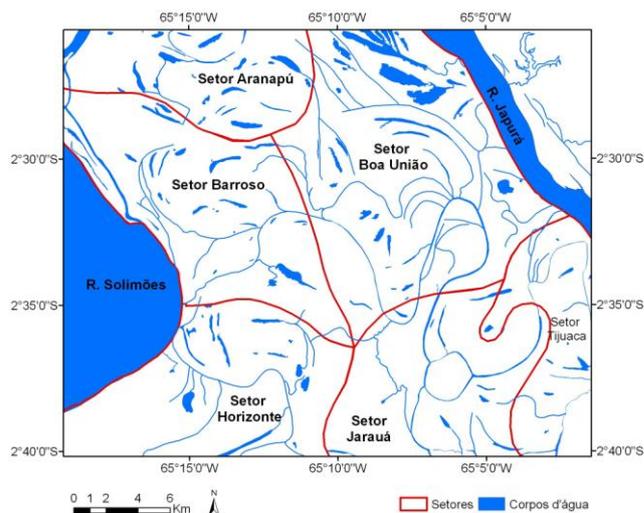


Figura 4. Mapa com corpos d'água e setores políticos vetorizados na Área Focal da RDSM

A figura 5 apresenta um segmento do mapa da Área Focal elaborado com uma proposta de classificação dos corpos d'água e as camadas geradas de acordo com as tipologias encontrada nas bases de dados analisadas e entrevistas com usuários. Entretanto, não foram encontradas as toponímias para todos os corpos d'água digitalizados.

Todos os shapefiles foram vetorizados com o ArcEditor-ArcGis 9.2, escala de mapeamento 1:100.000 e possuem registros com as toponímias padronizadas. Então, com as bases cartográficas atualizadas e georeferenciadas é possível gerar análises de proximidade (*buffer*), de distâncias, densidades de objetos ou ações que ocorrem na Reserva, elaborar mapas corocromáticos ou coropléticos, entre outras opções que darão suporte ao planejamento e à elaboração de relatórios técnico-científicos. A classificação dos corpos d'água e suas respectivas toponímias também possibilitam maior compreensão das referências espaciais das comunidades ribeirinhas locais e, assim, maior possibilidade de diálogo entre os pesquisadores, os gestores ambientais e os representantes dessas comunidades.

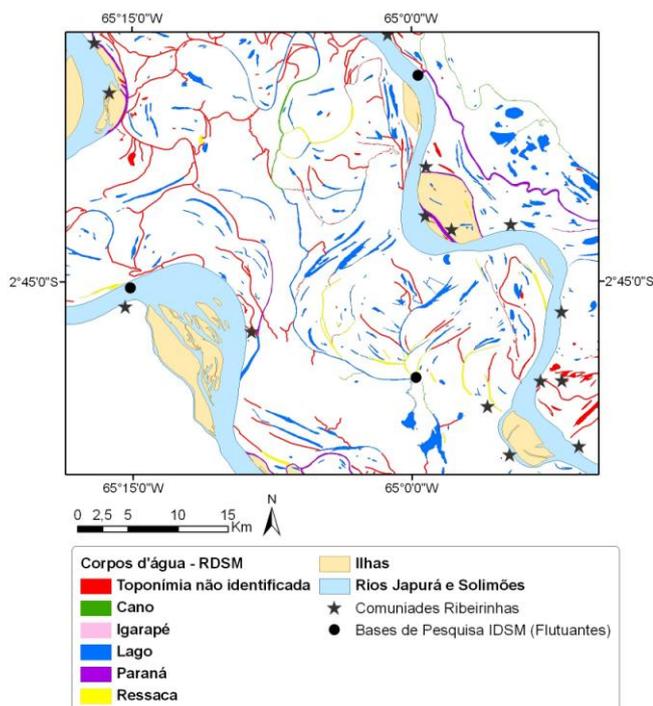


Figura 5. Classificação dos corpos d'água de acordo com os registros históricos da RDSM e demais camadas de informação sobre a configuração espacial na RDSM

5. CONCLUSÕES

Existem várias e distintas metodologias para identificar as ameaças ou conflitos políticos que permeiam uma Unidade de Conservação após a elaboração do Plano de Manejo. Dentre elas, pode-se considerar fundamental a implementação de um programa de monitoramento contínuo com SIG para suprir o planejamento e a gestão dessas áreas com informações espaciais. O monitoramento representa a avaliação periódica de atributos quantitativos e qualitativos do ambiente, os quais podem ser ecológicos, físicos, sociais ou econômicos, possibilitando, assim, analisar problemas potenciais e planejar ações as mitigadoras.

O SIG se destaca porque também permite diversas formas de apresentação das informações sobre a organização de um dado lugar com o emprego de simbologias vetoriais variadas (entre pontos, linhas e polígonos). O formato vetorial subsidia diversas análises espaciais, bem como a elaboração de mapas temáticos corocromáticos e coropléticos, entre outros tipos, de acordo com os dados cadastrados nas bases de dados georelacionais.

Entretanto, caso não ocorra um controle de qualidade dos atributos inseridos no banco de dados para a definição qualitativa dos registros, o resultado final será um mapa colorido, capaz de impressionar, mas que na prática é impróprio para a tomada de decisões. Principalmente em Unidades de Conservação de Uso Sustentável, onde o uso dos recursos precisa ser

negociado e discutido entre atores com conhecimentos e objetivos diferentes sobre a natureza (pesquisadores, governantes e comunidades tradicionais). Nessas áreas, controvérsias na delimitação de zonas de manejo e de proteção integral, bem como das toponímias dos alvos, podem gerar muitos conflitos, como os conflitos no manejo da pesca na Reserva Mamirauá.

A Reserva Mamirauá é um exemplo de destaque no Brasil e há cerca de cinco anos vem investimento em geotecnologias para a gestão. Os resultados do presente artigo se inseriram no âmbito dos projetos apoiados pelo Instituto de Pesquisas Mamirauá, cujo objetivo central era atualizar e aprimorar a base cartográfica da Área Focal delimitada pelo Plano de Manejo da Reserva.

Para a maior precisão na delimitação das principais feições (corpos d'água, ilhas, comunidades, flutuantes de pesquisa, entre outros) utilizou-se como metodologia a integração das especificidades de três tipos de sensores diferentes: SRTM/InSAR, TM/Landsat 5 e IKONOS II a partir de técnicas de processamento digital aplicadas nos *softwares* ENVI 4.2 e ArcGis 9.2, tais como mosaicagem, aplicação de filtros, georreferenciamento, classificação e vetorização dos alvos selecionados para as camadas da base cartográfica.

Para a sistematização e cadastro das toponímias dos corpos d'água nos Bancos de Dados Geográficos foram realizadas consultas participativas, coletando informações tanto de pesquisadores quanto de representantes de comunidades locais. Espera-se, como desdobramento, que tal sistematização auxilie no diálogo entre os atores locais e na legitimação das diretrizes estabelecidas pelo Conselho Gestor da Reserva, utilizando como instrumento os diversos mapas temáticos que podem ser gerados em um SIG portando as referências mais aceitas localmente.

A atualização e detalhamento preciso dos corpos d'água é fundamental porque são alvos diretamente ligados às atividades de manejo do pescado pelas comunidades ribeirinhas locais, além das pesquisas relacionadas às espécies aquáticas endêmicas. Por se tratar de uma região de várzea, com constantes alterações na paisagem, os alvos mapeados sofrem alterações morfológicas rápidas, principalmente os corpos d'água, através dos movimentos de massa sedimentar e a localização desatualizada ou imprecisa desses alvos pode gerar mais conflitos entre as comunidades locais. Além da paisagem física, também há migrações das comunidades ribeirinhas locais dadas as oscilações no nível das águas entre as estações.

As comunidades residentes na Reserva negociam a quantidade de lagos para cada setor, mas quando um corpo d'água se desloca para a área de outro setor ou seca definitivamente, surgem conflitos pela exploração dos recursos de outro setor político. Nesse contexto, a sistematização da base cartográfica atualizada auxilia no diálogo entre os atores locais e na legitimação das diretrizes estabelecidas pelo Conselho Gestor da

Reserva, pois os representantes das comunidades locais, que também participam dos programas de manejo sustentável, já estão habituados com a linguagem cartográfica utilizada desde a elaboração do primeiro Plano de Manejo. Nesse contexto, a representação correta das toponímias e dos limites políticos nos mapas é fundamental para a gestão participativa porque são referências históricas e tradicionais para as comunidades locais. Essas referências não podem ser negligenciadas na dinâmica democrática do Conselho Gestor de uma Unidade de Conservação de Desenvolvimento Sustentável.

Tendo em vista que a maior parte das Unidades de Conservação delimitadas na Amazônia brasileira ainda não possui nem um Plano de Manejo, a possibilidade de avançar na direção de uma gestão participativa utilizando instrumentos capazes de mediar o diálogo entre os integrantes do Conselho Gestor, contextualiza a importância do desenvolvimento de práticas cartográficas inovadoras, além da cartografia oficial. Nesse sentido, a Reserva Mamirauá demonstra boas perspectivas de cartografia participativa, mas ainda há muito a percorrer mediante os desafios contínuos da sustentabilidade no cenário da várzea amazônica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio dos pesquisadores do Instituto Mamirauá, assim como os representantes das comunidades Ribeirinhas que forneceram informações sobre as toponímias mais utilizadas para os alvos da base cartográfica durante as entrevistas e à infraestrutura física disponibilizada pelo Instituto Mamirauá (barcos, aparelho GPS e imagens orbitais) através do “Programa Petrobrás Ambiental”.

Agradecemos também o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Prêmio Samuel Benchimol 2006 que possibilitaram o desenvolvimento da dissertação de mestrado que deu origem ao presente artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. R. P; QUEIROZ, H. L. de. **Relatórios anuais das atividades desenvolvidas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá**. Tefé: IDSM, 2003, 2004, 2005 e 2006.

AYRES, J.M.; MOURA, E.A.F. & LIMA-AYRES, D. Estação Ecológica Mamirauá: o desafio de preservar a várzea Amazônica. In: **Trópico em Desenvolvimento: Alternativas contra a Pobreza e a Destruição Ambiental do Próprio Húmido**. Série POEMA, pp.35-52. UFPA, Belém, 1995.

AYRES, J.M. **Corredores Ecológicos das Florestas Tropicais do Brasil**. Belém, SCM, 2005.

Agenda 21 Global, 1992. Comissão das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Disponível em: <www.mma.gov.br> [acesso: março de 2009].

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford, Clarendon Press, 1986.

CÂMARA, G., DAVIS, C.; e MONTEIRO, A. M. V., 2001. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2006. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd> [acesso: novembro de 2009].

CASTILLO, R.. **Sistemas orbitais e uso do território: integração eletrônica e conhecimento digital do território**. Tese de Doutorado em Geografia, DG-FFLCH-USP, São Paulo, 1999.

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1993.

DIAS, J. M. A **aplicação de Geotecnologias na Gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá**. Dissertação de Mestrado, IG-DPCT-UNICAMP, Campinas, 2008.

DRUMOND, M. A. **Participação Comunitária no Manejo de Unidades de Conservação**. Brasília, Terra Brasilis, 2003.

FERREIRA, M. C. **Procedimentos metodológicos para modelagem cartográfica e análise regional de epidemias de dengue em sistema de informação geográfica**. Tese de Livre-Docência, DGEO-IG-UNICAMP, Campinas, 2003.

GARAY, I. & DIAS, B. F. S. (orgs). **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais – Avanços conceituais e novas metodologias de avaliação e monitoramento**. Petrópolis, Vozes, 2001.

GIORDANO, L. do C. & RIEDEL, P. Setti. Técnicas de SIG e Sensoriamento Remoto no planejamento ambiental de Parques Lineares. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 58/02, Agosto, p.139-152, 2006.

INOUE, C. Y. A. **Regime global de biodiversidade. Comunidades epistêmicas e experiências locais de conservação e desenvolvimento sustentável: o caso Mamirauá**. Tese de Doutorado, CDS-UnB, Brasília, 2003.

JACINTHO, L. R. de C. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como Ferramentas na Gestão Ambiental de Unidades de Conservação: O caso da APA do Capivari-Monos – SP**. Dissertação de Mestrado, IG-USP, São Paulo, 2003.

JARDIM-LIMA, D.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L. de; NOVO, E. M. L. de M.; RENNÓ, C. D. **Dinâmica do Pulso de inundação: aplicações de sensoriamento remoto na avaliação da área de águas abertas e morfologia dos lagos de várzea da RDSM - Amazônia Central**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia/INPE, p.3069-3076, 2005.

JENKINS, C. N. & JOPPA, L. Expansion of the global terrestrial protected area system. **Biological Conservation**, v. 142, p.1-20, 2009.

LIMA, D. de M. **Equidade, Desenvolvimento Sustentável e preservação da Biodiversidade: Os limites da Parceria Ecológica**. Simpósio de Diversidade Biológica e Cultural da Amazônia em um mundo em transformação, Belém, 1996.

MANTELLI, L. R. **Análise do modelo de elevação do terreno com base em dados SRTM na região de Breves, sudeste da Ilha do Marajó**. São José dos Campos, INPE, 2008.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de Áreas protegidas no Brasil. **Revista Ambiente & Sociedade**. Vol. IX, n.1, p. 41-64, 2006.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa, UFV, 2003.

MORSELLO, C. **Áreas protegidas Públicas e Privadas: seleção e manejo**. São Paulo, Annablume/FAPESP, 2001.

NUNES, G. M. **Sensoriamento remoto aplicado na análise da cobertura vegetal das reservas de desenvolvimento sustentável Amanã e Mamirauá**. Tese de Doutorado, IG-NICAMP, Campinas, 2008.

OLIVEIRA, E. F. A CONCAR e o desafio de mapear o Brasil. **Revista InfoGeo**, n. 45, junho de 2007.

RAMOS, P. R. & LOCH, C. **Sensoriamento Remoto como Ferramenta para Gestão Ambiental e o Desenvolvimento Local**. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC, Florianópolis, 2004.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Georeferenciadas: Conceitos e fundamentos**. Campinas, Editora Unicamp, 2003.

SILVA, B. S. G. **Uso da grade de elevação (SRTM) na interpretação de classes de vegetação em áreas alagáveis**. 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, 2006.

WODZYNSKI, R. & BRITZ, R. M. O uso de SIG no Plano de Manejo de Reservas Naturais. **Revista InfoGeo**, n. 47, agosto de 2007.