

Análise multitemporal da Área de Proteção Ambiental de Belém e Parque Ambiental de Belém

Thiago Moreira Cardoso¹
Felipe Freire Monteiro¹
Adriano Venturieri²
Guilherme Soares Campos³

¹ Universidade do Estado do Pará - UEPA
Caixa Postal 4001 - 66095-100 - Belém - PA, Brasil
{thiago_mcardoso, felifrei}@yahoo.com.br

² EMBRAPA Amazônia Oriental
Caixa Postal 48 - 66095-100 – Belém - PA, Brasil
adriano@cpatu.embrapa.br

³ Escola Superior da Amazônia – ESAMAZ
66053-180 - Belém - PA, Brasil
geoamazonia@yahoo.com.br

Abstract. The environmental protection area and the environmental park are placed in the Belém metropolitan region, between the provinces of Ananindeua and Belém. These couple unities preserve the lakes Bolonha and Água Preta, responsables for about 65% of the population atended by the public water distribution in the region. At the last decades these units have been sofring the consequences of the increasing urban areas on its resources. Objecting to identify the effects of this dynamic on the unit's environmental resources, a space-time analysis was carried using TM-Landsat 5 imagery from years 1984, 1994, 2004, 2006 and 2008, under digital image processing techniques. The analysis showed a increasing tendency in the urban areas when compared to green areas, and also the presence of anomalous aquatic vegetation in the lake Bolonha in years 2004 and 2006. Leading to the conclusion that the intensive urban expansion is the major menace to the environmental resources in the environmental protection area and environmental park of Belém.

Palavra-chave: remote sensing, urban expansion, environmental protection area, sensoriamento remoto, expansão urbana, unidade de proteção ambiental.

INTRODUÇÃO

As unidades de proteção ambiental (UPA's) localizadas na região metropolitana de Belém vem sofrendo ao longo das últimas décadas os efeitos da expansão urbana desordenada. Neste cenário encontra-se a Área de Proteção Ambiental dos Mananciais de Abastecimento de Água de Belém – A.P.A. Belém e o Parque Ambiental de Belém – P.A.B, com suas peculiares problemáticas ambientais.

Segundo o Instituto de Terras do Pará – ITERPA, 2008, a extensão das UPA's, juntas, correspondem a 8.800 hectares, envolvendo os municípios de Belém e Ananindeua. No entanto, a criação especialmente do A.P.A. Belém deriva da necessidade, conforme discrimina o Decreto Estadual nº 1551/93, de proteção dos reservatórios de água dos lagos Bolonha e Água Preta. Hoje, estes por sua vez, são responsáveis pelo abastecimento de 65% da população da região metropolitana de Belém. (SECTAM, 2003).

A configuração de um quadro de degradação ambiental em unidades de conservação localizadas nas grandes cidades segue uma tendência mundial nos países em desenvolvimento, onde a alta taxa de urbanização associada a ausência de políticas públicas voltada para as melhorias sociais, ambientais, infra-estruturais, refletem negativamente nos recursos naturais. (BATISTA & CALIJURI, 2007).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2006, referentes ao ano de 2006, atribuem aos municípios onde estão inseridas as UPA's, uma população de aproximadamente 93% da região metropolitana de Belém, sendo 1.408,847 habitantes na capital paraense e 484,278 habitantes no município de Ananindeua.

Mesmo com mecanismos legais que amparam legalmente as unidades de proteção, ainda assim, as restrições que a legislação, vigente desde julho do ano 2000, impõe através do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, é notável a ameaça aos reservatórios de abastecimento de água do Parque Ambiental de Belém, assim como aos recursos florestais da Área de Proteção Ambiental, devido a intensa pressão exercida no entorno e no interior das unidades por meio de habitações clandestinas e atividades ilegais.

Contudo, fez-se necessário a utilização de técnicas e produtos do sensoriamento remoto para que fosse possível a identificação, entre os anos de 1984 a 2008, dos efeitos da pressão urbana sobre os recursos ambientais das unidades supracitadas.

METODOLOGIA

Nesta etapa foram desenvolvidas atividades práticas e teóricas fundamentadas na ciência do sensoriamento remoto e temas correlatos, com o auxílio de softwares específicos como *Spring 5.0.2* e *ArcGIS 9.2*.

Área de estudo

A realização do estudo procedeu em duas unidades de proteção ambiental. Primeira e mais abrangente com 7.500 ha denominada de A.P.A. Belém ou Área de Proteção Ambiental dos Mananciais de Abastecimento de Água de Belém, localizada entre as coordenadas geográficas 01° 22'S e 48° 20'W. Enquanto que a segunda UPA, localizada no interior da A.P.A. Belém, e definida como Parque Ambiental de Belém – P.A.B., localiza-se entre as coordenadas geográficas 01° 23'S e 48° 23'W, conforme apresenta a figura 1.

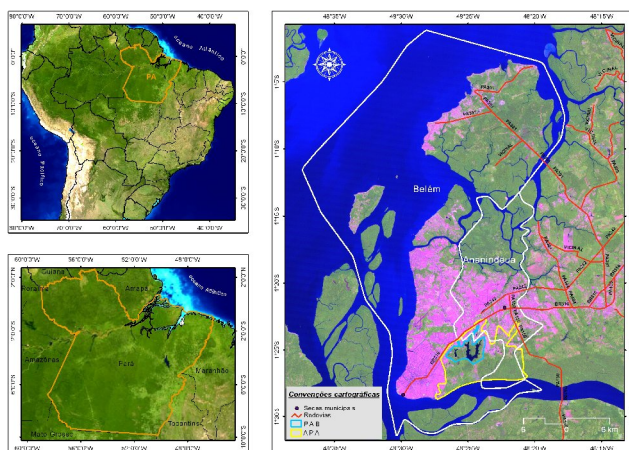


Figura 1: Carta imagem de localização da área de estudo. Imagem LandSat 5 – TM, orbita/ponto 223/61, 2008. Fonte: INPE, 2008.

Processamento de imagens digitais

O processamento de imagens configura-se por procedimentos que facilitam a extração de informações das imagens em análises posteriores (CROSTA, 1992, apud VENTURIERI, 1997). Segundo NOVO, 1989, citado pelo mesmo autor, atribui às técnicas de pré-processamento a transformação de dados digitais brutos em dados radiométrico e geometricamente corrigidos. Esses por sua vez são necessários devido a ocorrência comum de degradação das imagens de sensores remotos por vários motivos, entre eles estão o desajuste de calibração, mau funcionamento esporádico do sensor, problemas na transmissão, recepção e registro dos dados, interferência atmosférica sob a radiância e distorções na forma dos pixel causadas por variações da altitude da plataforma. (MENEZES et al. 1991).

O desenvolvimento deste processo foi realizado em três etapas distintas, fundamentadas em procedimentos técnicos e metodológicos em ambiente específico utilizando o software Spring 5.0.2.

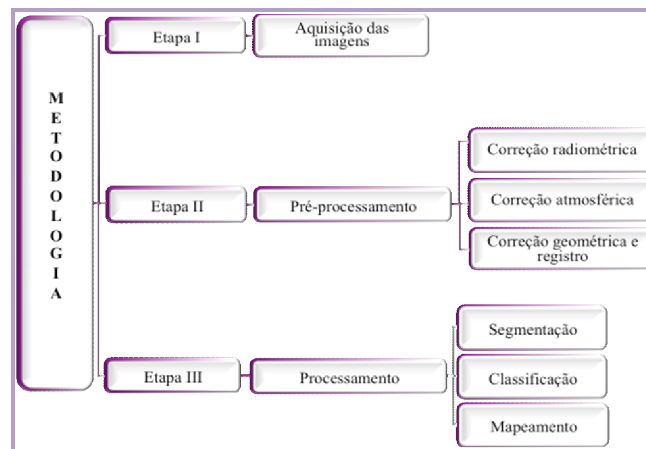


Figura 2: Procedimentos metodológicos

A figura 2, representa o desenvolvimento dessas etapas metodológicas que procederam, a partir da aquisição das imagens do satélite LandSat-5 da órbita/ponto 223/61, do sensor Thematic Mapper – TM, dos anos de 1984, 1994, 2004, 2006 e 2008, disponíveis gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, configurando a etapa I. No passo seguinte, foram realizados os procedimentos práticos referentes ao pré-processamento de imagens digitais, como correção radiométrica a fim de corrigir degradações à imagem, ocasionadas por ruídos oriundo de desajustes na calibração dos detectores, erros esporádicos do sensor e problemas na transmissão, recepção e registro dos dados.

Em seguida, procedeu-se a correção atmosférica a fim de reduzir a atenuação dos danos oriundos dos fenômenos de absorção e espalhamento provenientes da interação entre REM (Radiação Eletromagnética), os componentes atmosféricos e o alvo de interesse.

Também foi necessário o registro da imagem, precedido pela correção geométrica, com o intuito de reduzir os danos causados por erros sistêmicos como, distorção panorâmica, rotação da Terra, erro instrumental e instabilidade da plataforma. (HENDGES et. al, 2003). A última etapa do processo foi subdivida em três importantes passos. No primeiro, as imagens foram submetidas ao processo de *Segmentação*, com o intuito de compartimentá-la em regiões homogêneas a partir do método de crescimento de regiões atribuindo valores 12/12 no fator similaridade/pixel com o intuito de associar

às celular que possuem maior correlação formando as respectivas regiões. (RUHOFF et. al, 2003). Em seguida foi realizada a classificação supervisionada utilizando o algoritmo *Bhattacharya*, associado a registros em campo. Logo após, procedeu-se o mapeamento das classes identificadas.

A fase de análise e interpretação dos resultados ocorreu no momento corrente ao processamento digital. A quantificação das classes obtidas foi realizada com base no sistema de coordenada projetada *Albers* e a elaboração dos mapas ocorreu no software ArcGIS 9.2.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise visual da imagem inicial do ano de 1984 (figura 3), nove anos antes da criação das unidades de proteção ambiental, A.P.A. Belém e Parque Ambiental de Belém, já é notável a presença intensa de habitações às proximidades dos reservatórios, ao norte, assim como nas florestas, na região mais ao sul. Enquanto que no mapa do ano de 1994 (figura 4), observa-se uma regeneração na porção sul e sudoeste da A.P.A, após a identificação de um intenso processo de antropização por meio do desmatamento observado no mapa da figura anterior.

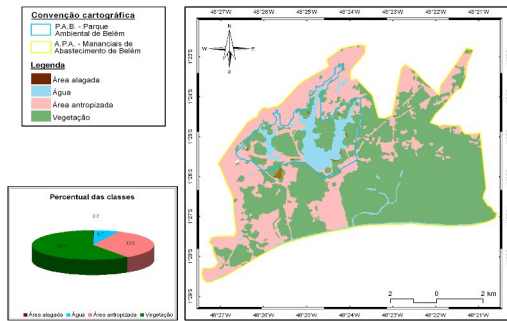


Figura 3: mapa de uso e ocupação das UPAs no ano de 1984. Fonte: autores.

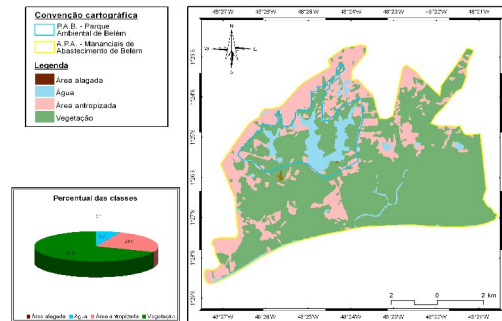


Figura 4: mapa de uso e ocupação das UPAs no ano de 1994. Fonte: autores.

No ano de 2004 (figura 5), e 2006 (figura 6), identificou-se o surgimento de uma nova classe espectral, sobre os dois principais lagos que suprem o abastecimento de água na região metropolitana de Belém, as Macrófitas.

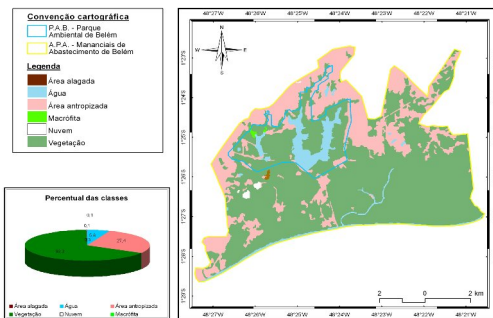


Figura 5: mapa de uso e ocupação do ano de 2004. Fonte: autores

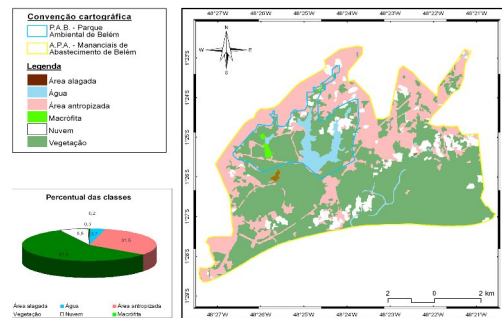


Figura 6: mapa de uso e ocupação do ano de 2006. Fonte: autores.

No que diz respeito a essa classe, estudos limnológicos desenvolvidos em regiões tropicais têm demonstrado que o desenvolvimento deste vegetal, denominado de macrofitas aquáticas flutuantes, ocorre ao longo de todo o ano, geralmente com um período de maior crescimento (POMPÊO, 1997). Associado a isso, ESTEVES 2003,

atribui a proliferação das macrófitas à ambientes com altas concentrações de nutrientes como Fósforo (P) e Nitrato (NO₃). Fato este observado claramente no reservatório Bolonha (a oeste) através de um estudo realizado por RIBEIRO, 1992, que identificou a presença anormal de NO₃ e Fósforo, com concentrações máximas da ordem de 50 ppm e 0,40 ppm respectivamente. Ainda segundo o mesmo autor, a média das concentrações são de 1,0 ppm de NO₃ e 0,01 ppm de P para ambientes lênticos não contaminados.

O comportamento de tais nutrientes e do oxigênio dissolvido nesse tipo de ambiente decorre, possivelmente, das águas meteóricas ou do despejo de efluentes não tratados, ou ainda a ocorrência de ambos simultaneamente.

Na análise da imagem do ano de 2008, nota-se na porção norte da unidade os reflexos da expansão urbana desordenada das cidades limítrofes às UPA's, Belém e Ananindeua. A figura 7 mostra as conseqüências desta dinâmica sobre os recursos ambientais das unidades.

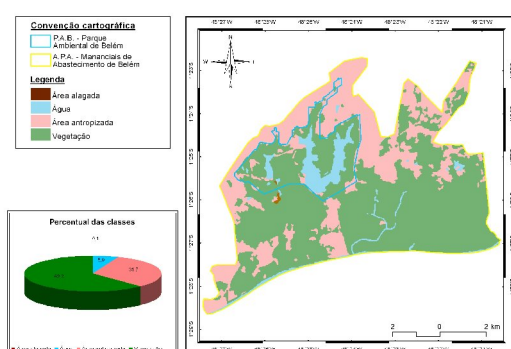


Figura 7: mapa de uso e ocupação do ano de 2008. Fonte: autores.

A variação temporal das classes espectrais do uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental e Parque Ambiental de Belém é ilustrado no gráfico 1.

Na análise destaca-se, a relação inversa entre as duas principais classes espectrais, Vegetação e Área Antropizada, ao longo dos últimos vinte e quatro anos, e, se atribui a forte convergências dessas classes no ano de 2006, devido a maior incidência de nuvens sobre a área de estudo.

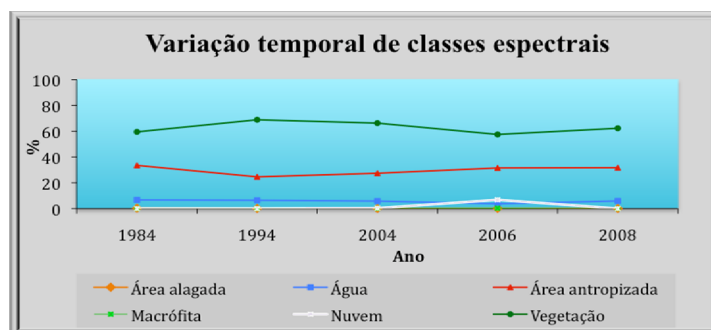


Gráfico 1: Variação temporal das classes espectrais nas UPA's entre os anos de 1984 a 2008.

Porém, vale ressaltar, também, o surgimento da classe espectral Macrófita observada na superfície do lago Bolonha o que demonstra a gravidade e a dimensão dos impactos ambientais sobre uma das principais fontes de abastecimento de água da região metropolitana de Belém. Sobressaltando-se que este lago, junto com o lago Água Preta, são responsáveis pelo abastecimento de água de 65% da população da região metropolitana.

Na tabela 1, são apresentados os dados da quantificação das classes espectrais entre os anos de 1984 a 2008.

Quantificação das classes espectrais entre os anos de 1984 a 2008					
Classe	Ano				
	1984	1994	2004	2006	2008
Área alagada	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
Água	6,7	6,4	5,8	3,7	5,9
Área antropizada	33,5	24,6	27,4	31,5	31,7
Macrófita	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0
Nuvem	0,0	0,0	0,3	6,8	0,0
Vegetação	59,5	68,9	66,3	57,5	62,3
Total (%)	100	100	100	100	100

Tabela 1: Variação das classes espectrais dos anos de 1984, 1984, 2004, 2006 e 2008.

Embora os valores referentes a classe Macrófita não sejam superiores a 1% da área total das UPA's, sua representatividade é preocupante quando comparada à extensão do lago Bolonha no mapa do ano de 2006, em que se observa sua maior incidência.

A fim de facilitar a análise da dinâmica do uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental e no Parque Ambiental de Belém entre os anos de 1984 e 2008, a figura 8 ilustra com maior clareza a distribuição e o comportamento das classes espectrais das UPA's ao longo do tempo.

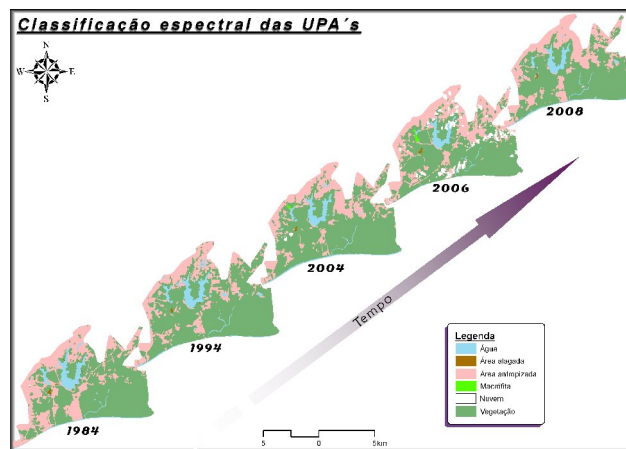


Figura 8: Variação temporal das classes espectrais das UPA's ao longo da linha do tempo. Fonte: autores.

A notável pressão aos recursos ambientais das UPA's é observada ao longo das duas últimas décadas, especialmente no ano de 1984, período que precede a década de criação das referidas unidades a partir dos decretos estaduais nº 1551 e 1552 de maio de 1993. Neste ano identifica-se, a predominância de áreas antropizadas em detrimento as áreas de vegetação, na porção sul da unidade, onde se encontram as adutoras da Companhia de Abastecimento de Águas do Pará – COSANPA.

Observa-se também, na mesma porção, a regeneração parcial dessa vegetação nos anos seguintes. Porém nota-se a presença significativa da classe espectral Área Antropizada no ano de 2008.

Quanto aos recursos hídricos é visualmente perceptível na superfície do lago Bolonha, na porção oeste, nos anos de 2004 e 2006, a presença de macrófita flutuantes,

um tipo de vegetação característico de ambientes lânticos com níveis anormais de nutrientes ou poluentes. Outro grande problema, senão o maior deles observados nas UPA's, particularmente na A.P.A, diz respeito ao local destinado a deposição de resíduos sólidos provenientes dos municípios de Belém e Ananindeua, o aterro controlado do Aurá, conforme mostra a figura 9.

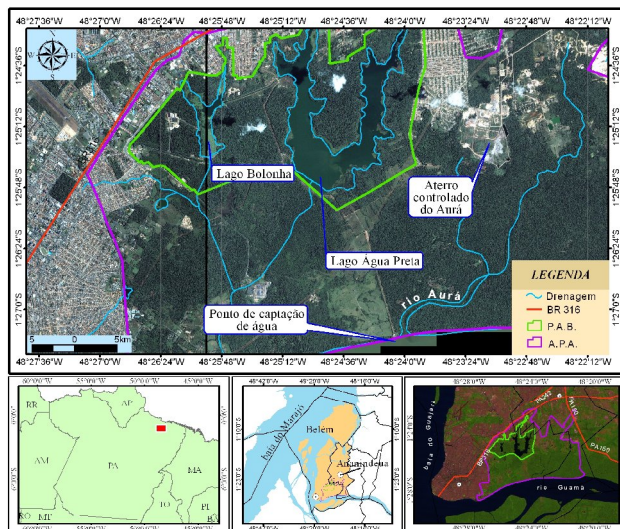


Figura 9: localização do aterro controlado do Aurá próximo ao lago Água Preta. Imagem Ikonos, 2006.

Segundo MATTA, 2008, o sentido do fluxo do chorume, fluido proveniente da decomposição dos resíduos sólidos disposto no aterro controlado do Aurá, comprometerá a qualidade da água do rio de mesmo nome. Isto é, a água do lago Bolonha, é oriunda do lago água Preta, que por sua vez é captado do rio Guamá, onde deságua o rio Aura, local muito próximo ao ponto de captação para abastecimento do lago água Preta.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos através das técnicas e produtos do sensoriamento remoto o presente trabalho expõe, sucintamente, a vulnerabilidade a que os recursos ambientais das referidas unidades de proteção estão sujeitos aos processos de degradação ambiental, devido à ausência do cumprimento das leis que amparam as unidades de conservação, além da elaboração e aplicação de um plano de uso e ocupação do solo que envolva as peculiaridades da expansão urbana da região metropolitana de Belém e a proteção das referidas UPA's.

Portanto, entre varias alternativas existentes a fim de solucionar a atual problemática nas unidades, algumas ações de caráter preventivo e de curto prazo podem ser aplicada com o intuito de conter e minimizar o impactos já existentes, como a proibição de novos assentamentos através da vigilância continua pelos órgãos responsáveis, fiscalização e controle das emissões de efluentes, monitoramento dos rios, lagos, igarapés, e solos das áreas de influência direta e indireta do aterro controlado do Aurá, e dos conjuntos habitacionais presente no interior e no entorno das UPA's, além de um estudo de viabilidade transferência de área e do tipo de aterro. No entanto, a recuperação das áreas degradadas, a criação e implementação de um programa de educação ambiental continuada e a real transferência e construção de um aterro sanitários, requerem prazos mais longos e estudos mais específicos e detalhados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, A.C.; CALIJURI, M.L. Caracterização espaço-temporal por sensoriamento remoto da expansão urbana na APA Petrópolis. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21 – 26 abril 2007, INPE, p. 5091.

ESCADA, M.I.S; ALVES, .D.S.; Mudança de uso e cobertura do solo na Amazônia: impactos sócio-ambientais na ocupação de regiões de fronteira agrícola. Relatório técnico parcial. INPE, 2001.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Editora Interciência/FINEP, 2003.

HENDGES, E.R.; ROSADO, R.C.; PERREIRA, R.S.; Correção atmosférica: uso de técnicas de processamento digital na comparação de mapas temáticos. In: III Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2003. Curitiba, PR. Anais do III Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2003.

IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - Pnad. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2006/default.shtm>. 2006. Acesso em 04/11/2008.

MATTA, M. Diário do Pará. Edição quarta-feira, quatro de junho de 2008.

MENEZES. P.R.; ASSAD. E.D.; SANO.E.E. Introdução ao processamento digital de imagens digitais de satélite de Sensoriamento Remoto. Brasília, DF, Universidade de Brasília – UNB, 1991.

NOVO, E.M.L., Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. São Paulo. Edard Blucher.

POMPÊO, M.L.M.; Henry, R.; Moschini-Carlos, V.; Padovani, C.R. 1997. O papel da macrófita aquática *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcock na caracterização física e química da água na zona de desembocadura do rio Paranapanema na represa de Jurumirim, SP. Brasil. J. Ecol., 1: 44-53.

RIBEIRO, H.M.C. Avaliação atual das qualidades das águas dos lagos Bolonha e Água Preta, situados na área fisiográfica do Utinga (Belém-PA). Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências. Tese de mestrado, 1992.

RUHOFF, A.L.; HENDGES E.R.; PERREIRA R.S.; Curso de geoprocessamento: processamento digital de imagem, Modelagem numérica do terreno e análise espacial e geoestatística e programação em legal. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Dpto de Engenharia Rural. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2003.

PARA, Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Parque Ambiental de Belém: plano de manejo. Belém: SECTAM, 2003.

VENTURIERI, A. Segmentação de imagens e lógica nebulosa para treinamento de uma rede neural artificial na caracterização do uso da terra na região de Tucuruí (PA). Tese de mestrado. INPE, São Jose dos Campos – São Paulo, 1996.