

Análise do desempenho do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS 2) na determinação de morfologia de sistemas lacustres da planície aluvial do médio rio Araguaia entre Bandeirantes e Luiz Alves.

Alex Mota dos Santos ¹
Maria Iêda de Almeida Burjack ²

^{1,2} Universidade Federal de Goiás – UFG/IESA.
Caixa Postal 131 74001-970 – Goiânia - GO
alexcefetgo@yahoo.com.br
ieda_burjack@cultura.com.br

Abstract. The objective of that studying was to evaluate the could and limitation of use CCD CBERS images for to improve morphology of systems in the surveland placedown in Araguaia river medium in analyse to compare with the studying behind work have done and and that used TM Landsat -5 and ETM+ Lansat - 7 images. The propriety studied and worked here was area, limits, wide, length, and water connecting. This paper have been done in the land cover Araguaia river medium in a place for area of 2029 Km² between Bandeirantes and Luis Alves villages. That CBERS 2 images have shown values of morphologies as Landsat images, should to practice of morfologie in different weight.

Palavras-chave: Araguaia river, placedown lake, morfologie, CBERS images, Rio Araguaia, lagos de planície, morfologia, imagens CBERS.

1. Introdução

A possibilidade de análise de sistemas lacustres de planícies inundáveis, via imagens orbitais de sensores remotos já foi explorada por vários autores, entre os quais Morais (2002), Morais et al. (2005), Mata et al. (2005), Jardim-Lima et al. (2005), Freitas e Novo (2005) entre outros. A possibilidade de detecção e delimitação de corpos d'água de forma satisfatória em imagens orbitais contribuiu para o sucesso destas análises.

As imagens do satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS) têm sido aplicadas cada vez mais na análise ambiental graças as suas características favoráveis de resolução espacial, radiométrica, espectral e temporal. Outro fator importante está relacionado com o fato de serem as imagens CBERS disponibilizadas gratuitamente para todos os usuários de dados orbitais de qualquer parte do mundo.

Apesar das características favoráveis, não se tem notícia da aplicação dessas imagens no estudo de morfologia de ambientes lacustres de planície de inundação. Estes ambientes são extremamente importantes para o equilíbrio biológico, pois abriga uma rica fauna e flora aquática.

Segundo Iriondo (1992) apud Neiff (s.d.) a planície de inundação ou várzea é uma faixa estreita por onde corre o rio, constituída por seus depósitos de canal e de inundação, permanente ou temporariamente inundada pelo aporte fluvial.

A paisagem da planície do rio Araguaia é formada por um complexo de lagos que se apresenta sob formas variadas. Esses ambientes têm sua dinâmica ligada a um canal principal, que na área de estudo é representado pelo rio Araguaia. Em época de cheias as águas do canal principal avançam sobre a planície, reconfigurando os ambientes e modificando a paisagem por um período de aproximadamente seis meses.

O conhecimento destes ambientes é ainda restrito e segundo Morais et al. (2005) os ambientes lacustres correm riscos de terem seu funcionamento natural alterado mesmo antes de serem estudados em uma abordagem hidro-geomorfológica e limnológica.

O uso descontrolado do solo a partir dos anos de 1950, no alto curso do rio Araguaia, impactou intensamente a área das nascentes, provocando intensa erosão e conseqüente assoreamento das áreas mais baixas drenadas pelo rio, especialmente seu curso médio, onde se concentram os ambientes lacustres. Segundo estudos de Morais et al. (2002) o aumento no aporte de sedimentos no sistema fluvial provoca alterações no canal. Para Morais et al. (2005) “[...] a troca de fluxo (água e sedimentos) entre o canal e os lagos da planície do Araguaia ocorre pela conectividade dos lagos ou devido o transbordamento do canal na planície aluvial aumentando assim a quantidade de carga sedimentar dos sistemas lacustres e conseqüentemente suas características morfométricas e morfológicas”.

Morais et al. (2005) utilizando imagens Landsat TM 5 (julho de 1997) e Landsat TM+ 7 (maio de 2000) identificou e caracterizou a morfologia de lagos na planície do rio Araguaia entre a cidade de Aruanã e Luiz Alves do Araguaia.

Este artigo busca realizar uma análise, com metodologia semelhante àquela apresentada por Morais et al. (2005), para assim avaliar as possibilidades e limitações de uso das imagens CBERS 2, sensor CCD, para caracterização morfológica de sistemas lacustres na planície aluvial do médio rio Araguaia utilizando imagens de maio e julho de 2004. A diferença temporal das imagens não pôde ser compatibilizada, em razão de não estarem disponíveis imagens do satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres em datas anteriores a 2004. A possibilidade de análise está no fato de as imagens CBERS 2 oferecerem resolução espacial, qualidade geometria e radiométrica compatível com o nível de análise pretendido.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

O rio Araguaia é um dos mais importantes rios brasileiros pelo fato de se localizar em área de transição de biomas (Cerrado e Amazônia) o que lhe garante uma rica fauna e flora.

Da nascente a sua foz, o rio Araguaia apresenta variações na sua forma, sendo a região do Médio Araguaia formada por planície desenvolvida sobre sedimentos recentes, aportados através de inundações periódicas Gonçalves e Nicola (2002).

Segundo Latrubesse (2002) apud Morais et al. (2005) a precipitação média da Bacia Araguaia-Tocantins é da ordem de 1.300 mm/ano, a vazão é de 6.420 m³/s. As variações na vazante do rio são constantes, possibilitando assim uma diversidade de ambientes lacustres.

A região do Médio Araguaia é configurada por terrenos planos de altitudes inferiores a 300 metros. Segundo Morais et al. (2005) esta região estende-se desde a cidade de Registro do Araguaia (Goiás) até Conceição do Araguaia (Tocantins). Esta característica faz com que em época de chuvas (meses de abril a outubro) ocorra o espalhamento das águas por toda planície, contribuindo para formação de sistemas lacustres sazonais e redefinição de ambientes lacustres perenes, que têm nesta dinâmica a possibilidade de renovação de seus estoques faunísticos e florísticos.

Para Gonçalves e Nicola (2002), geologicamente, os rios que compõem a bacia Araguaia-Tocantins são rios ainda em formação. Segundo as autoras “[...] o Araguaia evolui em seu alto e médio curso, como um notável rio de planície, erodindo sedimentos outrora depositados,

transportando-os para, novamente, depositá-los em áreas alagáveis, os varjões, em um processo contínuo de grande escala.”

Para efeito de teste das imagens CBERS 2 optou-se por analisar sete lagos localizados entre os povoados de Bandeirantes e Luiz Alves do Araguaia, na Bacia Hidrográfica do rio Araguaia, Estado de Goiás, numa área de aproximadamente 2.029 km² e 61 km de extensão (Figura 1).

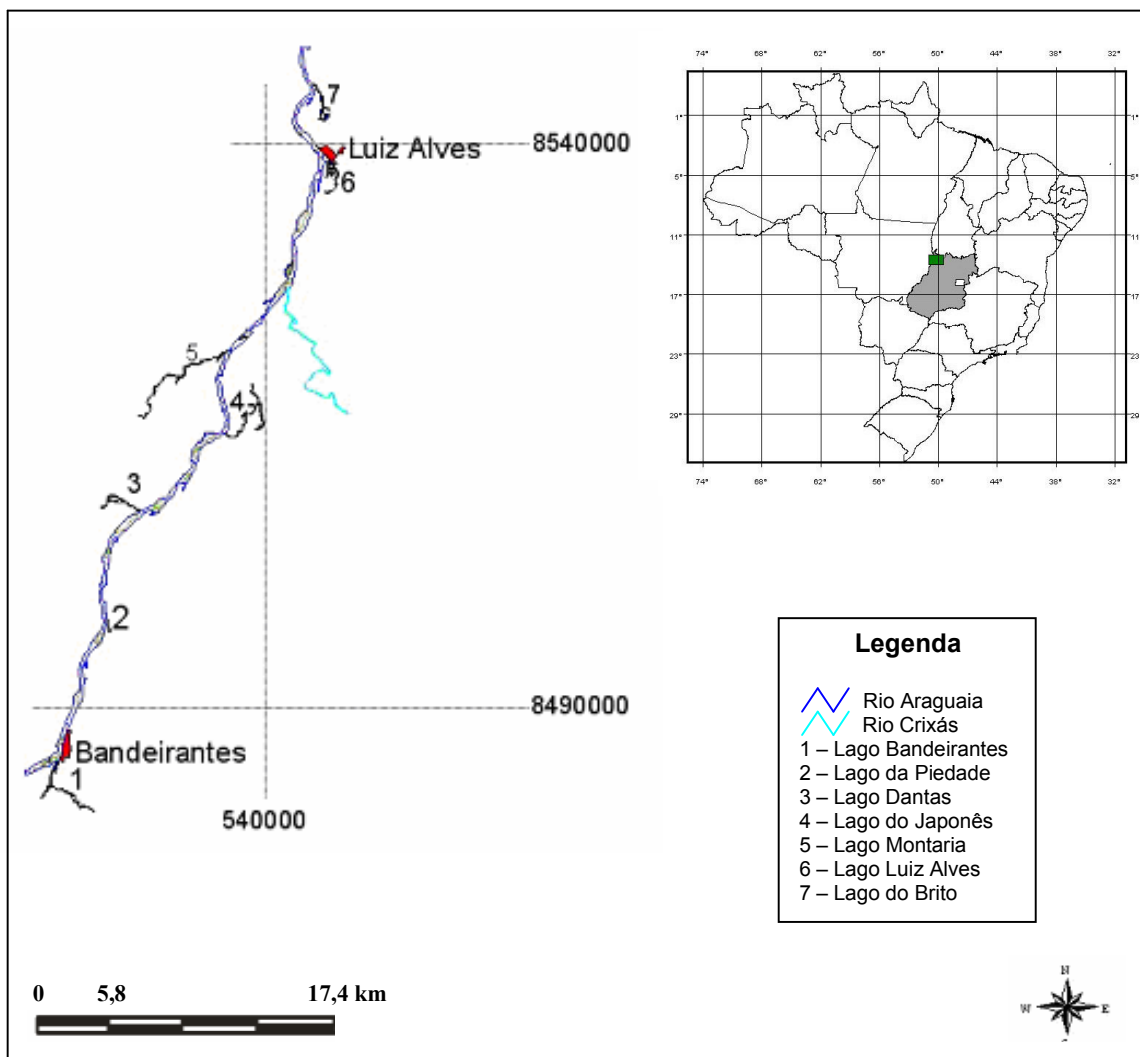


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

2.2 – Metodologia

A determinação das características morfológicas foi calculada automaticamente através do software SPRING versão 4.2, a partir da seleção de polígonos que representam cada lago da planície.

Para análise dos parâmetros morfológicos em período de seca foi considerado o corpo principal do lago. No período de cheia foi considerada toda a área de influência do lago, observada através de seu pulso de inundação.

A escolha desta área para análise se deve ao fato de aí se concentrar um grande número de sistemas lacustres compondo, segundo Morais et al. (2005), “[...] um mosaico representativo de diversos tipos de lagos de planície.” Esses ambientes, segundo a classificação morfológica proposta por Timms (1992) apud Tristão (2003) podem ser classificados em 10 categorias geomorfológicas: Lagos em Espiras de Meandro, Lagos em Espiras de Meandro Compostas, Lagos de Acreção Lateral, Lagos de Oxbows, Lagos de Oxbows Colmatados, Lagos de Oxbows Compostos, Lagos de Diques Marginais, Lagos de Canais Abandonados, Lagos Canais Abandonados Encadeados e Lagos de Vales Bloqueados. Apenas as três últimas categorias têm sua dinâmica ligada ao canal principal. As demais podem receber a influência de rios em épocas de cheias, mas na maior parte do ano encontram-se isolados.

Em seus estudos Morais et al. (2005) também quantificaram os tipos de sistemas lacustres no médio Araguaia a partir da classificação proposta por Timms (1992). Analisaram, ainda, a morfologia de 20 lagos de duas unidades geomorfológicas caracterizando a variabilidade sazonal das características morfológicas de cada lago.

Nesta pesquisa, como o intuito é testar o desempenho das imagens CBERS, sensor CCD, optou-se por analisar sete lagos dentre aqueles analisados e classificados por Morais et al. (2005).

2.2.1 Seleção das imagens CBERS 2

As imagens CBERS 2 foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O sensor CCD opera em cinco faixas espectrais, com resolução espacial de 20 metros. Dessas faixas optou-se por trabalhar com a banda 4 entendendo que, devido as suas características geométricas e radiométricas, esta banda é sensível a análise da determinação do limiar entre água e vegetação/solo. Esta vantagem está no fato de a banda 4 operar na faixa espectral (0,77-0,89 micrometros), região do espectro do infravermelho próximo. Nesta região do espectro a água absorve a maior parte da radiação incidente, enquanto solo e vegetação tendem a refletir esta radiação. Em consequência, há uma excelente discriminação entre os corpos hídricos e solo/vegetação. As imagens selecionadas compõem a órbita 161, ponto 115.

Para o estudo comparativo optou-se pela análise de imagens orbitais dos meses de maio e julho, meses que Morais et al.(2005) desenvolveram suas análises. Para tanto, selecionou-se as imagens do dia 06 de julho de 2004, correspondente ao período de seca, e para análise do período de cheias, foram selecionadas imagens do dia 18 abril de 2006.

2.2.2 Registro das imagens

O registro das imagens foi elaborado apoiado na base cartográfica Mapas Temáticos, trecho Aruanã - São Félix do Araguaia, material da Administração das Hidrovias do Tocantins e Araguaia (AHITAR), órgão do Governo do Estado de Goiás, escala 1/25000, ano de 2004. Todo o processo de manipulação e processamento das imagens foi realizado por meio do SIG (Sistema de Informações Geográficas) SPRING, versão 4.2.

2.2.3 Restauração de imagens

Segundo Jardim-Lima et al. (2005) a técnica de restauração tem como objetivo corrigir distorções radiométricas e geométricas inseridas pelo sensor óptico no processo de geração de imagens orbitais. O resultado da aplicação de uma restauração a uma imagem é formidável na medida em que se atenua o limiar de separabilidade entre alvos, pois a qualidade espacial e radiométrica são melhoradas em relação aos dados brutos das imagens. Nesta análise as imagens CBERS 2 foram submetidas à restauração em nível 10 x 10 metros o que garantiu maior possibilidade de discriminação entre corpos d'água e vegetação/solos.

3. Resultados e discussão

A morfologia trata da quantificação e mensuração dos diversos elementos da forma, englobando o conjunto de métodos para medir as dimensões físicas de um sistema, segundo Sperling (1999) apud Mata et al. (2005). Para a pesquisa de morfologia lacustre Morais et al. (2005) analisaram a área, perímetro, comprimento máximo (Cmáx), largura máxima (Lmáx) e conectividade hidrológica.

Neste estudo as imagens CBERS responderam de forma satisfatória à análise de sistemas lacustres de planície de inundação, pois discriminaram com alto poder de detalhe os corpos d'água, inclusive em períodos de cheias, possibilitando quantificar na área estudada 270 lagos.

Os valores dos parâmetros morfológicos obtidos através de análise das imagens CBERS 2 não apresentaram variações discrepantes em relação ao estudo anterior (Figuras 2 e 3).

Lago	Área		Perímetro		Cmáx		Lmáx	
	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia
	km ²		km		km		km	
1 Bandeirantes	0,71	1,87	11,45	20,03	3,34	4,06	0,43	1,15
2 Piedade	0,06	0,68	2,79	7,49	0,94	1,78	0,06	1,29
3 Dantas	0,21	0,62	6,83	17,79	3,17	3,67	0,15	0,27
4 Japonês	1,10	1,51	24,42	27,39	5,03	5,29	0,51	0,61
5 Montaria	0,82	14,19	22,57	50,82	7,09	8,89	0,29	4,19
6 Luiz Alves	0,65	0,98	15,01	17,03	3,28	3,55	0,50	0,77
7 Brito	0,48	1,03	9,06	11,72	3,18	3,56	0,26	0,77

Figura 2. Dados morfológicos primários do médio Araguaia obtidos através de imagens Landsat, de acordo com Morais et al. (2005).

Lago	Área		Perímetro		Cmáx		Lmáx	
	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia
	km ²		Km		km		km	
1 Bandeirantes	0,75	1,95	11,65	23,24	3,40	5,08	0,43	1,25
2 Piedade	0,05	0,71	2,49	7,85	0,97	1,97	0,07	1,29
3 Dantas	0,33	0,64	6,61	18,02	3,12	3,89	0,13	0,27
4 Japonês	1,06	1,78	26,41	28,06	5,23	5,89	0,58	0,63
5 Montaria	0,86	15,87	24,30	51,20	7,85	9,81	0,15	5,01
6 Luiz Alves	0,64	1,02	15,45	18,23	3,14	3,58	0,34	0,87
7 Brito	0,46	1,09	9,13	12,17	3,50	3,65	0,35	0,86

Figura 3. Dados morfológicos primários obtidos através de análise das imagens CBERS.

Detalhando a análise temos que os valores relacionados à área apresentaram variações mínimas (1 a 5 km²) para o período de seca. O lago Dantas foi o que apresentou maior variação. Vale ressaltar que este lago possui forma muito irregular e determinar sua área é tarefa complexa, como também o é determinar qual a verdadeira área de influência do lago.

Os valores obtidos para o perímetro, assim como a área revelou pouca variação. Os valores para comprimento máximo e largura máxima foram parâmetros de morfologia que tiveram menor variação neste estudo (Figuras 2 e 3).

O lago Montaria (Figura 4) apresentou a maior variação de área e largura entre os lagos estudados. Fato este determinado pela influência da variação sazonal.

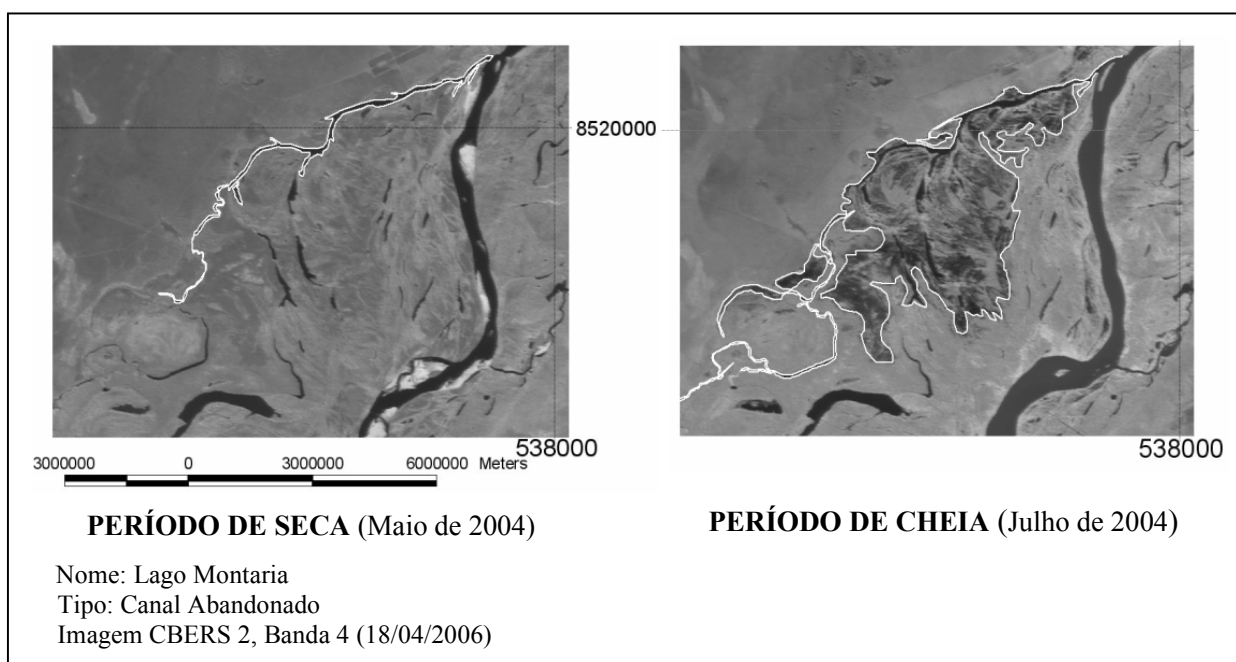


Figura 4. Influência da variação sazonal em parâmetros primários como área e largura máxima.

No geral observou-se pouca variação nos valores de morfologia entre este estudo e o anterior proposto por Morais et al. (2005).

Algumas questões podem ser colocadas para justificar essas alterações. As análises foram realizadas em épocas diferentes, anos de 1997 e 2000, para imagens Landsat e 2004 para CBERS 2. Esse intervalo de tempo permite uma variabilidade no pulso de inundação, que influencia diretamente na morfologia dos lagos.

Neste estudo foi possível observar alteração de valores superiores àqueles obtidos por Morais et al. (2005). Isso pode ter ocorrido por motivos de diferenciação entre os dias de passagem dos satélites nos meses considerados para análise. Os autores não apresentam a indicação do dia de obtenção das imagens Landsat e conhecer estas informações é importante, pois as alterações no tempo ao longo de um mês proporciona diferenciação nos lagos.

Em visitas a campo percebeu-se uma grande variação do pulso de inundação dos lagos às margens do rio Araguaia no período de cheia.

Outro parâmetro analisado por Morais et al. (2005) foi a conectividade hidrológica. Este parâmetro refere-se ao intercâmbio de energia e matéria (incluindo organismos) entre os lagos e o

canal, que influencia nos processos limnológicos de ambientes aquáticos, de acordo com Thomaz et al. (1997) apud Morais et al. (2005).

A análise da ligação entre os lagos e o canal principal, através da metodologia adotada, demonstrou bons resultados, possibilitando inclusive a mensuração da boca do lago (conectividade).

A única diferenciação significativa em relação aos números apresentados por Morais et al. (2005) foi observada no lago Dantas, que não apresentou conectividade com o rio Araguaia em período de seca (Figura 6).

A variação entre os valores para conectividade observados no estudo de Morais et al. (2005) (Figura 5) e os dados obtidos neste estudo (Figura 6) não foram discrepantes e possivelmente refletem a diferenciação relativa às estações climáticas da região aliado à possível alteração no aporte de sedimentos que atinge os lagos através do canal principal.

Lago	Conectividade - Tamanho da boca (m)	
	Seca	Cheia
Bandeirantes	149,04	168,25
Piedade	39,32	68,83
Dantas	58,79	72,90
Japonês	66,88	75,32
Montaria	89,02	151,26
Luiz Alves	92,24	174,8
Brito	29,75	74,35

Figura 5. Medidas de tamanho da boca (conectividade). Fonte: Imagens Landsat, Morais et al. (2005).

Lago	Conectividade - Tamanho da boca (m)	
	Seca	Cheia
Bandeirantes	150,10	158,00
Piedade	40,01	70,20
Dantas	0	73,21
Japonês	66,90	76,66
Montaria	89,10	94,95
Luiz Alves	81,00	163,62
Brito	33,20	77,31

Figura 6. Medidas de tamanho da boca (conectividade). Fonte: imagens CBERS 2.

As variações nos valores de morfologia dos lagos analisados a partir das imagens CBERS 2, sensor CCD, acompanharam as tendências de alteração apresentadas por Morais et al. (2005).

No geral, as imagens CBERS 2 revelaram-se ótima ferramenta na determinação de morfologia lacustre, permitindo diferenciação entre corpos d'água e vegetação/solo, bem como sua análise morfológica, abrindo um leque de possibilidades de estudos com os produtos CBERS 2.

4. Referências

- Goiás, Administração das Hidrovias do Tocantins e Araguaia. **Mapas Temáticos, trecho Aruanã – São Félix do Araguaia**. Goiânia, 2004. Mapa. CD-ROM. Escala 1: 25.000.
- Freitas, R. M. de; Novo, E. M. L. de M. **Mapeamento de Áreas Alagáveis do Rio Amazonas a partir de Dados do Sensor MODIS – Região do Lago Curuaí – PA**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 533-540. On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.12.55/doc/533.pdf>> Acesso 13 fev. 2006.
- Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais. Imagens Orbitais Satélite Sino Brasileiro de Recursos Terrestres. On-line Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/cdsr/>>. Acesso 15 jun. 2006.
- Gonçalves, J.; Nicola, R. **Araguaia – do tranqüilo balanço das águas à turbulência anunciada: lutar é preciso**. Mobilização para Conservação das Áreas Úmidas do Pantanal e Bacia do Araguaia. Campo Grande, 2002. Disponível em: <<http://www.riosvivos.org.br/arquivos/106448265.pdf>> . Acesso 12 out. 2006.
- Jardim-Lima, D.; Piedade, M. T. F.; Queiroz, H. L. de; Novo, E. M. L. de M; Rennó, C. D. **A dinâmica do Pulso de inundação: aplicações de sensoriamento remoto na avaliação da área de águas abertas e morfologia dos lagos de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – Amazônia Central**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3069-3079. On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.18.09/doc/3069.pdf>>. Acesso 18 fev. 2006.
- Mata, C. L.; Gonçalves, M. D.; Pereira, S. R. L.; Aguiar, V. G. de.; **Morfometria do Sistema Lacustre da Planície aluvial do rio Araguaia entre Aruanã - GO e Cocalinho – MT**. In: Encontro Regional de Geografia. Novas Territorialidades – integração e redefinição regional (ERECEO), 9., 2005, Porto Nacional. **Anais**. Porto Nacional: ERECEO, 2005. Artigos, p. 45-53.
- Morais, R. P. de; Oliveira, L. G.; Latrubesse, E. M.; Pinheiro, R. C. D. Morfometria de sistemas lacustres da planície aluvial do médio rio Araguaia. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 27, n. 3, p. 203-213, 2005. Disponível em: <http://www.ppg.uem.br/Docs/ctf/Biologicas/2005_3/02_241_04_Morais%20et%20al_Morfometria%20de%20sistemas.pdf> Acesso 12 jun. 2006.
- Morais, R. P. de. **Mudanças na bacia do rio Araguaia**. 2002. 160 p. (UFG). Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Goiânia. 2002.
- Neiff, J. J. **Planícies de inundação são ecotópos?** Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL). Corrientes, (s.d.). Disponível em: <<http://www.neiff.com.ar/downloads/8.doc>>. Acesso 17 jun. 2006.
- Tristão, G. M. **Caracterização Geomorfológica e Análise Hidro/Sedimentos dos Sistemas Lacustres da Planície Aluvial do rio Araguaia**. 2003. 49 p. (UFG). Bacharelado (Graduação em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Goiânia, 2003.