



USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES EM LAGOAS MARGINAIS APÓS A CONSTRUÇÃO DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DO FUNIL, LAVRAS, MG.

L.P.Z. Lima

F.M. Suzuki; P.S. Pompeu; L.M.T. Carvalho

1 - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Departamento de Biologia, Setor de Ecologia, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, 37200 - 000, Lavras-MG, Brasil. Telefone: 35 - 3829 - 1922 - ludzambaldi@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Lagoas marginais são áreas isoladas do canal principal dos rios durante a seca, provenientes da formação de planícies de inundação. Estas lagoas podem permanecer até a inundação seguinte ou secar. Estes ambientes são essenciais para o desenvolvimento das fases iniciais de peixes, tanto para as espécies sedentárias quanto para as migradoras, sendo áreas importantes para a reprodução e manutenção das espécies (Ziober, 2007). Agostinho & Zalewski (1995); Lowe - McConnell (1999) ainda salientam a importância dessas áreas como habitat de alimentação e refúgio para os peixes, tornando - as prioritárias à conservação e gestão da ictiofauna (Costa *et al.*, 1998).

Imagens de sensoriamento remoto podem ser usadas como ferramentas para mapeamento de ecossistemas e na detecção, monitoramento e avaliação de mudanças permitindo o desenvolvimento de estratégias de manejo. Com a disponibilidade de dados obtidos de satélites como a série Landsat, é possível adquirir dados eficientes e de baixo custo (Ahmed *et al.*, 2009). Dados provenientes de satélites são uma forma eficiente de monitorar alterações em vegetação e água e em sistemas aquáticos incluindo planícies de inundação (Hess *et al.*, 2003; Ozemi e Bauer, 2004; Cózar *et al.*, 2005).

Técnicas de processamento de imagens que consideram além da informação espectral, as informações espaciais e contextuais dos pixels, que são determinadas através de padrões locais na imagem por agrupamento de pixels vizinhos, têm sido utilizadas com sucesso no mapeamento do uso do solo e na detecção de estradas urbanas (Hofmann, 2001).

OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo aplicar técnicas de sensoriamento remoto na detecção de alterações em lagoas marginais, em um trecho do rio Grande, nos anos de 2001 e 2008, com o intuito de avaliar o comportamento das lagoas

antes e após a construção de um reservatório de uma usina hidrelétrica, a durabilidade das lagoas na época de seca e a possível conexão com os rios na época da cheia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Compreende o trecho do rio Grande na Bacia do Alto Rio Grande, entre a barragem de Itutinga e o reservatório de Furnas, e onde foi construído em 2002 o reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil, entre as coordenadas 23k 483702.00E 7662088.00S e 23k 516676.50E 7655561.50S.

Identificação e aquisição de imagens

Foram obtidas imagens Landsat TM relativas aos anos de 2001, 2008 e 2009, antes e após a construção do reservatório da usina hidrelétrica do Funil, sendo duas imagens para o ano de 2001, uma para 2008 e uma para 2009, duas representando o final do período de cheia (abril de 2001 e 2009) e o as outras representando o final do período de vazante (setembro de 2001 e 2008). As imagens utilizadas pertencem à órbita 218, ponto 75 com as seguintes datas de passagens: 18/04/2001, 09/09/2001, 28/09/2008 e 24/04/2009. Objetivou - se a comparação com imageamentos na mesma estação (seca ou cheia), comparando imagens do mesmo mês. As imagens Landsat utilizadas possuem resolução espacial de 30m, permitindo o estudo de lagoas iguais ou maiores que 900m².

Processamento de Imagens

A manipulação das imagens foi realizada no software ENVI 4.5®, utilizando procedimentos padrões para correção geométrica. A retificação das imagens foi feita através do registro da imagem utilizando uma imagem Geocover do ano de 2000 como base, seguido da identificação de 30 pontos de coincidência entre as duas imagens, com erro menor que 1 pixel, sendo todas projetadas no sistema WGS 1984.

Realce de imagens

Técnicas de realce de imagens são utilizadas para identificar feições nas imagens, permitindo uma visualização e mensuração de características físicas presentes nas imagens como solo exposto, água, construções e vegetação, entre outros. A utilização da banda 5 do sensor Landsat com comprimento de onda entre 1,55 - 1,75 μm objetivou a separação espectral da água com as outras feições, permitindo identificar cursos d'água, lagoas e áreas úmidas.

Classificação das lagoas

Para identificar as lagoas presentes nas imagens, na área de estudo, foi utilizada a classificação orientada a objeto. A imagem referente à banda 5 Landsat foram exportadas para o ENVI Zoom, onde foi realizada a classificação orientada a objeto. Através do feature extraction foram selecionados atributos espaciais e espectrais que se adequavam à classificação das lagoas marginais. Foi utilizado uma área teste para comparação e verificação desta classificação. A classificação resultou em polígonos que compreendem cada lagoa. Todos os polígonos classificados foram identificados e confirmados visualmente baseados na imagem original.

Mapas de distribuição

Através do software ArcGis foi realizado o mapa final de distribuição das lagoas marginais, através da sobreposição dos polígonos resultantes da classificação orientada a objeto juntamente com a imagem referente à banda 5 Landsat.

RESULTADOS

A banda 5 do Landsat permitiu distinguir água de outras feições apresentadas na imagem, possibilitando posteriormente a realização da classificação orientada a objeto através do estudo das características físicas e espectrais das lagoas marginais presentes na área de interesse. Foram utilizados diversos atributos físicos e espectrais na identificação das lagoas marginais. Atributos como: área, comprimento, convexidade, rugosidade, forma, entre outros.

Alterações em lagoas marginais em épocas de cheia e vazante do ano de 2001

No mês de abril do ano de 2001, considerado o final da época de cheia, foram estimadas 53 lagoas marginais dentro da área de interesse ao estudo, totalizando 2,99 ha. Em imagem deste mesmo ano, foram estimadas 30 lagoas marginais no mês de setembro, utilizado para representar o final da estação seca, totalizando 1,84 ha de área cobertas por lagoas marginais. Resultando em um decréscimo de 38,5% da estação de cheia para a seca no ano de 2001.

Dentre as 30 lagoas presentes no mês de setembro de 2001, 5 lagoas foram exclusivas desta imagem, quando comparadas às do mês de abril, provavelmente devido à junção destas 5 lagoas aos rios no mês de abril do mesmo ano. No mês de abril de 2001 haviam 28 lagoas marginais exclusivas deste mês quando comparada à quantidade de lagoas provenientes da classificação no mês de setembro, representando aquelas lagoas que secaram ao final das chuvas. Portanto, no intervalo de tempo do estudo, 25 lagoas marginais foram permanentes em número.

Alterações em lagoas marginais em épocas de vazante do ano de 2008 e cheia do ano de 2009

Novamente com a utilização da banda 5 Landsat e com a classificação orientada a objeto foi possível identificar as

lagoas presentes nos dois períodos após a construção do reservatório. Como resultado da classificação, foram encontradas 34 lagoas marginais presentes no mês de setembro de 2008, totalizando 2,94 ha de área coberta por lagoas e 39 lagoas no mês de abril de 2009, totalizando 3,47 ha de área coberta por lagoas, um aumento de 15% em área da estação seca para cheia.

Lagoas exclusivas das imagens classificadas no mês setembro de 2008 resultam em 8, quando comparadas à quantidade de lagoas presentes na classificação do mês de abril de 2009. Pode - se observar que algumas lagoas presentes na imagem de 2008 e ausentes na cheia de 2009 estavam neste segundo período conectadas ao rio, não sendo portando classificadas como lagoas dentro deste mês. Lagoas presentes exclusivamente na imagem de abril de 2009 somam 11, quando comparadas à quantidade de lagoas presentes no mês de setembro de 2008. Estas lagoas exclusivas de 2009 possivelmente resultam de lagoas temporárias que estariam secas no final da estação seca do ano anterior.

Alterações em lagoas marginais observadas pela comparação de abril e setembro de 2001 com setembro de 2008 e abril de 2009

Comparando - se o resultado da classificação realizada nos meses de 2001 com os meses de 2008 e 2009, foram encontradas 29 lagoas marginais pertencentes aos dois períodos de estudo, ou seja, das 58 lagoas encontradas em ambas as estações nas imagens do ano de 2001, 29 permaneceram no segundo período de estudo, setembro de 2008 e abril de 2009. Entretanto, analisando os dois períodos, 30 lagoas marginais anteriormente encontradas nos meses de abril e setembro de 2001 não foram encontradas nos meses de setembro de 2008 e abril de 2009. Comparando as quatro imagens objetos deste estudo, foram inferidas a existência de novas lagoas, totalizando 16 que surgiram nos períodos de estudo após a construção do reservatório. Algumas das explicações da redução em número de lagoas no período de 2001 para o 2008/2009 está na junção de conjuntos de duas lagoas sofridas neste período, o que ocorreu em 3 casos.

Discussão

A classificação orientada a objeto permitiu localizar as lagoas marginais presentes nas 4 imagens nos diferentes períodos. Assim como afirmado por Blaschke *et al.*, (2002), a classificação orientada a objeto possibilitou definir regras complexas baseadas em características espectrais e relações espaciais baseadas em características físicas. Este trabalho utilizou alguns dos atributos de sensoriamento remoto, incluindo análise de cobertura espacial e análise de objetos, possibilidade de manipulação de imagens históricas, aliados ao estudo ecológico de lagoas marginais. Na maioria dos casos, informações importantes para o entendimento da imagem não estão representados em simplesmente em pixels, mas na representação e no entendimento dos objetos e em suas relações (Blaschke *et al.*, 002). Neste estudo foi possível visualizar que o mapeamento de lagoas marginais deve envolver informações adicionais à análise individual de pixel, devido à presença de pixels mistos nas lagoas, resultado da grande variabilidade de profundidade destas lagoas, e da presença de vegetação flutuante em algumas delas.

Segundo Ahmed (*et al.*, 009), a utilização de técnicas de sensoriamento remoto continuam sendo pouco utilizadas em

estudos ecológicos, particularmente em sistemas hídricos e sistemas úmidos. Este estudo supre a necessidade de estudos voltados à análise ecológica de imagens, gerando mapas úteis no monitoramento e manejo de planícies de inundação e áreas de influência. Este autor afirma ainda que, assim como no presente estudo, a comparação de imagens de diferentes datas se torna um meio eficiente no acesso à informações sobre alterações ocorridas em algum intervalo de tempo escolhido, incluindo morfologia das lagoas e ciclos de formação.

A construção do reservatório possivelmente influenciou a oscilação natural da disposição de lagoas marginais, baseado nos resultados apresentados, não só no encobrimento das lagoas localizadas na área de reservatório, mas também no surgimento de novas lagoas a jusante da barragem. No entanto, para um melhor resultado dos padrões, ciclos e alterações ecológicas das lagoas marginais torna-se necessário uma análise de maiores séries temporais, estudo este que será contemplado no projeto final ao qual este trabalho faz parte.

CONCLUSÃO

As lagoas marginais presentes na área de estudo sofreram alterações de distribuição nas épocas de cheia e vazante analisadas comparativamente entre 2001 e 2008/2009. As técnicas de sensoriamento remoto utilizadas neste estudo permitiram uma avaliação temporal com a comparação de anos anteriores e situações atuais provenientes da análise do presente ano. Esta ferramenta também permitiu uma análise espacial com informações adicionais às respostas espectrais, avaliando parâmetros físicos juntamente com informações sobre pixels. Estas análises tornam o sensoriamento remoto uma ferramenta com potencial utilização em conservação e gestão dos recursos hídricos.

Agradecimentos

Este trabalho é parte do projeto “Caracterização das lagoas marginais e planícies de inundação do alto rio Grande quanto à sua ictiofauna e definição de áreas prioritárias para a conservação.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A. & M. Zalewski. 1995.** The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Parana River, Brazil. *Hydrobiologia*. 303: 141 - 148.
- Ahmed, M. H.; El Leithy, B. M.; Thompson, J. R.; Flower, R. J.; Ramdani, M.; Ayache, F. Hassan, S. M. 2009.** Application of remote sensing to site characterization and environmental change analysis of North African coastal lagoons. *Springer Science Business*.
- Blaschke, T.; Lang, S.; Lorup, E.; Strobl, J.; Zeil, P. 2009.** Object - oriented image processing in an integrated GIS/remote sensing environment and perspectives for environmental applications. *Hydrobiologia*. 622:147 - 171.
- Costa, C. M. R.; Herrmann, G.; Lins, L. V.; Lamas, I. R. 1998.** Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 94p.
- Cozar, A. C. M.; Garcia, J. A.; Galvez, S. A.; Loiselle, L.; Bracchini A. C. 2005.** Remote sensing imagery analysis of the lacustrine system of Ibera wetland (Argentina). *Ecological Modelling* 186: 29–41.
- Hoffmann, W. 2001.** Global Positioning System: Theory and Practice. Springer - Verlag Wien New York.
- Hess, L. L. M.; Melack, E. M. L. M.; Novo, C. C. F.; Barbosa G. M. 2003.** Dual - season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin. *Remote Sensing of Environment*,87: 404–428.
- Lowe - McConnell, R. L. 1999.** Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo. 535p. In: Pompeu, P. S; Godinho, H. S. 2006. *EDUSP*. São Paulo. 535p.
- Ozemi, S. L. & M. E. Bauer. 2004.** Satellite remote sensing of wetlands. *Wetland and Ecology Management*, 10:381–402.
- Ziober, S.R.; Bialetzki, A.; Gomes, L.C. & Kipper, D. 2007.** The importance of a marginal lagoon as a fish nursery in the upper Paraná River floodplain. *Acta Limnol. Bras.*, 19(4): 369 - 381.