

Aplicação de geotecnologias em análise multitemporal do fluxo laminar, no município de São João Batista - MA

Jonas Jansen Mendes ^{1,2}
Regina Célia de Castro Pereira ¹

¹ Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
Caixa Postal 09 – 65055-900 – São Luís - MA, Brasil
jjonasjansenn@hotmail.com; rdecastropereira@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Maranhão UFMA
Av. dos Portugueses, 1966, Bacanga - 65080-805 - São Luís - MA, Brasil
jjonasjansenn@hotmail.com;

Abstract. This article aims to analyze the flow of water depths for the city of São João Batista in the Baixada Maranhense region, being held by a historical series of remote sensing products, obtaining as a consequence a laminar amplitude and environmental dynamics. The development of this research consisted of primary and secondary schools and through images of Landsat, purchased the years 2001 to 2013 sources, the technique of digital image processing (principal component analysis) and supervised automatic classification being used. The study outcome was satisfactory, since large expanses of territory of São João Batista offers a wide scale of floodplain and wetland, which through environmental management since the municipality can use space to foster public policies, using the environment in a sustainable manner as a source of income for the population.

Palavras-chave: Geographic Analysis; Remote Sensing; Territorial and environmental planning, Análise Geográfica; Sensoriamento Remoto; Ordenamento territorial e ambiental.

1. Introdução

As áreas alagadas fornecem serviços ecológicos fundamentais para as espécies de fauna e flora e para o bem-estar da população humana. Além de regular o regime hídrico de vastas regiões, funcionam como fonte de biodiversidade, auxiliando na evolução e no desenvolvimento de espécies aquáticas, terrestres e palustres, além de cumprir com o papel relevante de caráter econômico, cultural e recreativo.

A inundação   um evento natural, na qual a ocupa o do solo pelo homem e a distribui o de espécies estão diretamente influenciados pelo gradiente de inunda o, desde os sazonais (ocorrendo principalmente nas planícies inundáveis no período chuvoso) e os permanente alagados ( rea de lagos).

A Baixada Maranhense possui essas características e apresenta um complexo mosaico de paisagens, oriundos da intera o de atributos físicos (geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia e clima), bióticos (fauna e flora) e humanos.

Essa região   uma área internacionalmente estratégica para a conserva o biológica das zonas úmidas do Planeta. Por isso,   um dos 11 sítios brasileiros que integram a Conven o sobre Zonas  midas de Importância Internacional conhecida como Conven o de Ramsar. Esse tratado foi assinado por 156 países e compõe a Conven o sobre Diversidade Biológica (CDB) da Organiza o das Na es Unidas (Spinelli, 2011, p.6).

Apesar dessa reconhecida importância, as áreas alagáveis de cada município que compõe essa microrregião ainda são desconhecidos. No entanto, são poucas as pesquisas que relatam sobre esse evento, principalmente no município de São João Batista.

O objetivo da pesquisa foi analisar o fluxo de lâmina d'água para o município de São João Batista na região da Baixada Maranhense, sendo realizada uma série histórica por meio de produtos de sensores remotos, correlacionados com o regime hidrológico do município.

2. Metodologia do trabalho

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de São João Batista, sendo localizado a $02^{\circ}57'18''\text{S}$ e $44^{\circ}48'25''\text{W}$, situado na Mesorregião Norte do Maranhão, tem sua área correspondente a 690,683 km², com população estimada de 19.920 hab, situado no bioma amazônico (Figura 1).

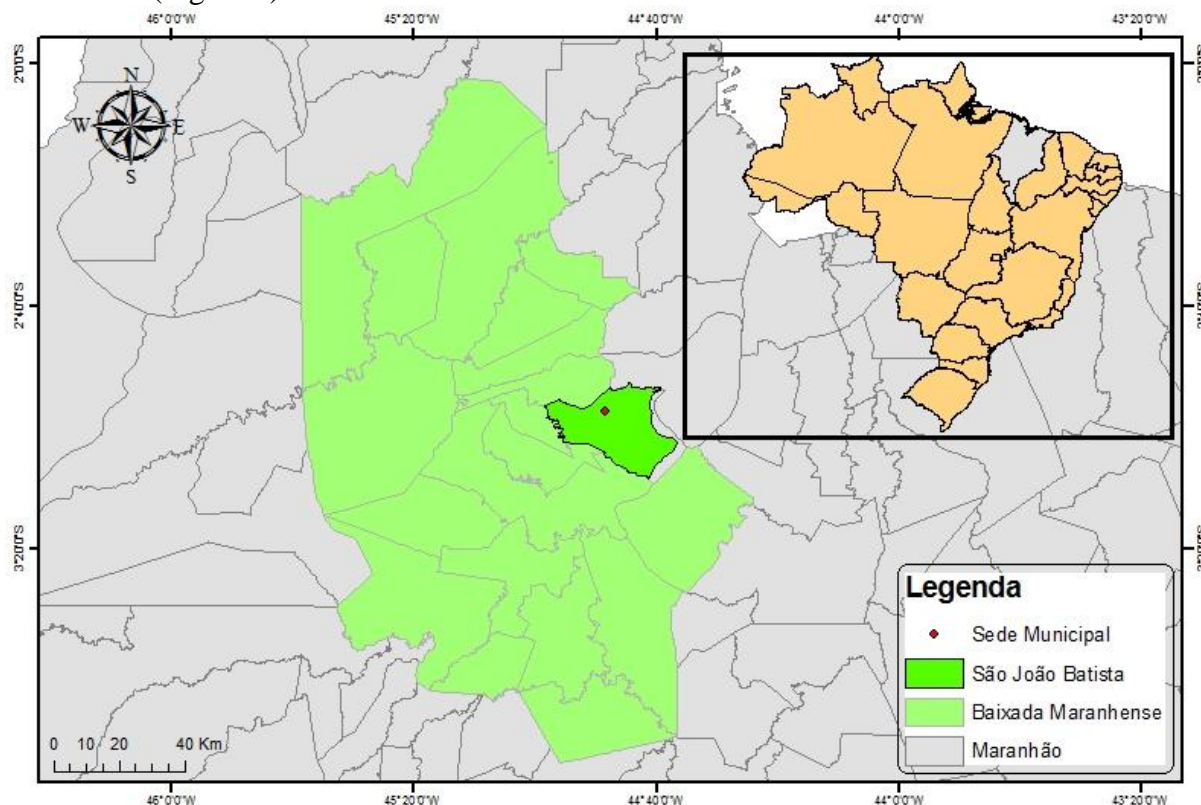


Figura 1. Localização do município de São João Batista

2.2 Dados utilizados

O desenvolvimento desta pesquisa consistiu em leituras de artigos científicos, leitura bibliográfica e na coleta de dados ambientais, por meio de imagens do satélite Landsat-8, adquiridos dos anos de 2001 a 2013, sendo utilizada a técnica de processamento digital de imagens (análise de principais componentes) e classificação automática supervisionada, após o tratamento das imagens e quantificação dos dados, utilizamos um SIG para vetorização dos rasters e elaboração de mapas.

O programa Landsat foi concebido na década de 60 e oferece 39 anos de dados provenientes de imagens de satélite que auxiliam no mapeamento e estudo da dinâmica temporal da cobertura da terra. Atualmente, o programa está em operação através do satélite Landsat 8 fornecendo imagens em uma resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 30m. Possui também uma banda pancromática com a resolução espacial de 15m, o que permite processamentos como a fusão de imagens onde é possível a geração de mapas de uso e cobertura em uma escala cartográfica de pelo menos 1:100.000.

Uma das inovações importantes para estudos em regiões como o município de São João Batista foi a inserção de uma nova banda espectral na faixa espectral do “ultra” azul, concebido especialmente para estudos dos recursos hídricos e estudos em zona costeira (Loveland, 2012).

A partir das imagens adquiridas através deste satélite foi realizado uma amostragem com os anos de 2001, 2003, 2008 e 2013, sendo utilizado dados do segundo semestre, que corresponde o período de estiagem.

A Análise de Componentes Principais é uma técnica matemática da análise multivariada, que possibilita buscas com grande número de dados disponíveis. (Bouroche, 1982). Permite a identificação das medidas responsáveis pelas maiores variações entre os resultados, sem perdas significativas de informações.

Esse tipo de processamento pode ser sumarizada em três passos Richards (1993): (a) derivação da matriz de correlação ou de variância covariância, (b) cálculo dos autovetores e autovalores, e (c) transformação linear do conjunto de dados. Esta transformação tem como base a rotação do espaço de atributos na direção dos autovetores com o intuito de tornar ortogonal o conjunto de dados, promovendo a união das informações de maior correlação nas primeiras componentes (Mather, 1999)

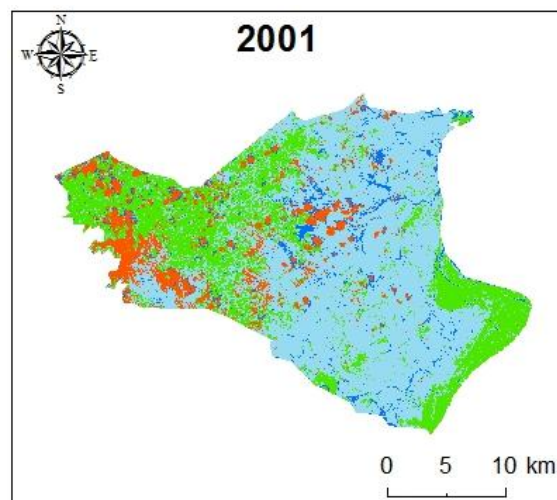
A classificação automática supervisionada, que foi utilizada, consiste no uso de algoritmos para se determinar os pixels que representam valores do albedo característicos para uma determinada classe, a partir do conhecimento prévio de campo, atribuímos significados a alguns pixels que através da classificação generaliza os valores com os pixels semelhantes, rotulando-os.

A organização dos dados vetoriais, iniciou-se a partir da conversão dos dados classificados para o formato shapefile no sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS-2000, Zona 23 Sul, utilizando-se de todas as padronizações e conversões cartográficas na elaboração dos mapas.

3. Resultados e Discussão

O Município de São João Batista foi classificado em “planície inundável”, onde são superfície pouco elevada acima do nível médio das águas, frequentemente inundada por ocasião das cheias (Guerra, 2009). Outra classificação denominada “Área alagada”, como regiões permanentemente inundadas, além da outra classificação denominada “outros”, composta por áreas de vegetação e antropismo.

No período de estudo em 2001, observou-se a presença de 16,46% da região como área alagada, 50,81% como planície inundável e 24,24% de espaços antropizados e ocupados por vegetação, de acordo com a Figura 2 .



Legenda

Nuvens - 8,47 %	Área Alagada - 16,46 %
Outros - 24,26 %	Planície Inundável - 50,81 %

Figura 2. Ano de 2001

O mapeamento realizado em 2003, constatou-se que o município em estudo possuía 44,78 % do seu território sob área alagada, 13,34 % como planície inundável e 39,63% da região sendo utilizado para fins antrópicos ou por cobertura vegetal, segue a Figura 3.

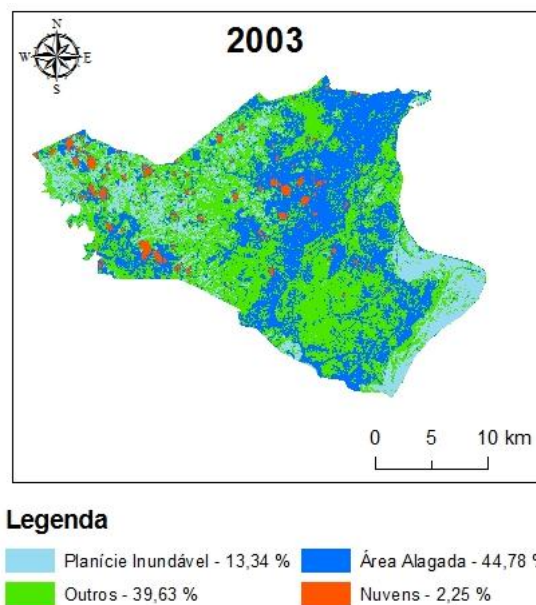


Figura 3. Ano de 2003

No período analisado em 2008, verificou-se o aparecimento de 21,94% de área alagada, 61,85 % de planície inundável e 16,21 % de regiões com uso e ocupação antropico e por vegetação, segue a Figura 4.

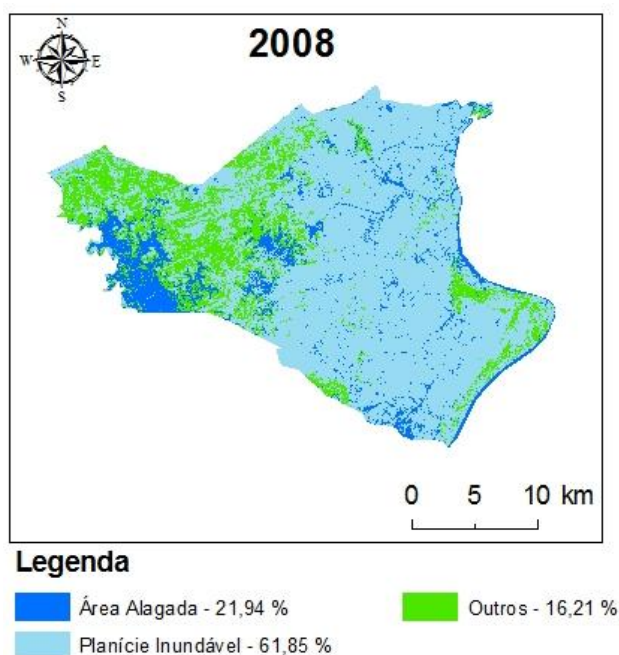


Figura 4. Ano de 2008

No período avaliado em 2013, observou-se a presença de 28,40% de área alagada, 35,64 % de planície inundável e 35,69 % da área sendo ocupado pela urbanização ou cobertura vegetal, conforme Figura 5.

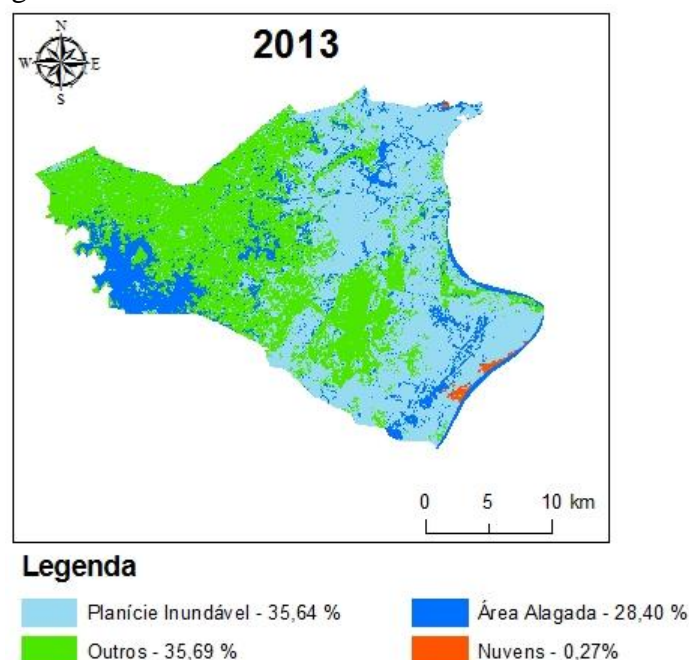


Figura 5. Ano de 2013

A partir da análise espaço-temporal observou-se a dinâmica ambiental ocorrida no município, onde o ano que possuiu maior ápice das planície inundável foi em 2008 e os maiores picos de urbanização, cobertura vegetal e área alagada em 2003, ou seja, durante o ano que ocorreu as maiores cheias em 2008 nas planícies, houve uma redução nos índice dos outros fatores estudados, com isso podemos supor que grande parte da população do município foi afetada diretamente com as inundações ocorridas nesse ano, como mostra a Figura 6.

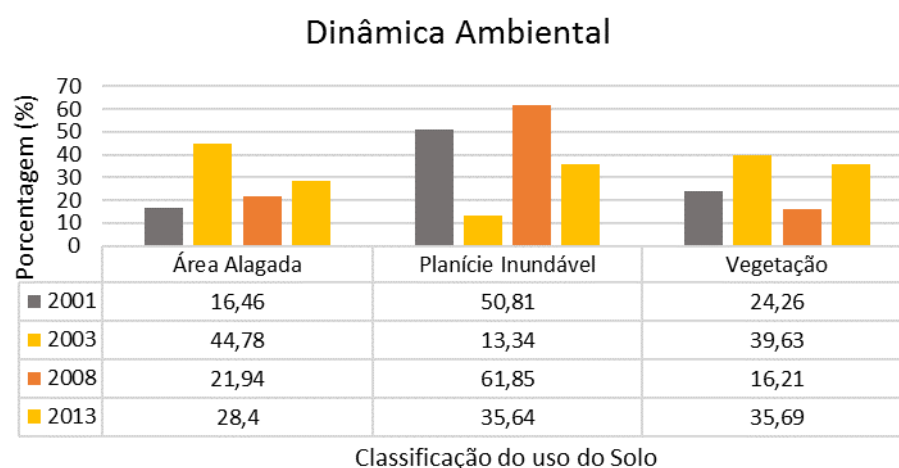


Figura 6. Dinâmica Ambiental

A amplitude laminar, estima a dinâmica hídrica da região em estudo, correspondente a somatória da planície inundável e área alagada, gerando uma massa hídrica, denominada de inundação. O modelo de fluxo laminar, pode ser escrito como (Equação 1):

$$A_l = plan + alag \quad (1)$$

onde A_l é a amplitude laminar; *plan* são as planícies inundáveis e *alag* as áreas alagadas, após a utilização do modelo gerou-se a Figura 7, que correspondente ao fluxo laminar da região em estudo.

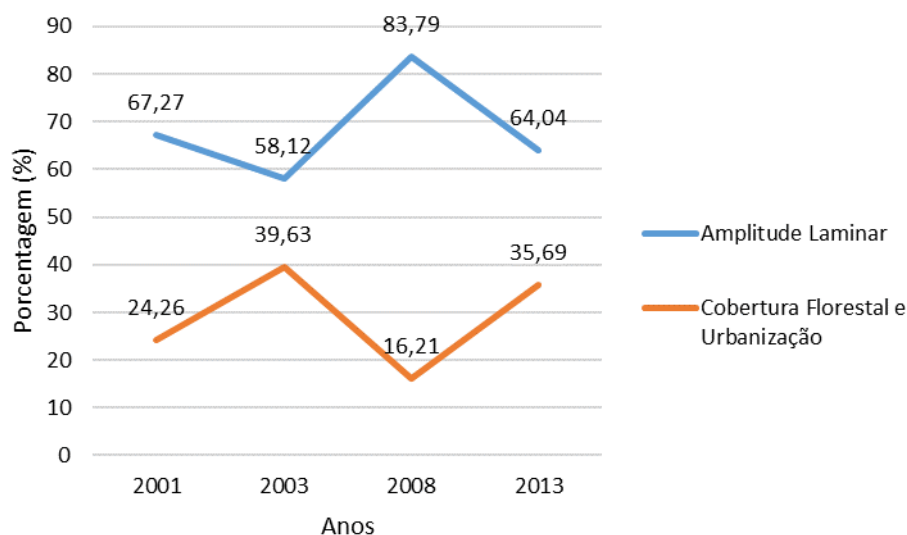


Figura 7. Fluxo Laminar

A amplitude laminar ocorre em média nos anos pesquisados cerca de 68,30 % do território, observando que são inversamente proporcional as áreas de inundação com as de cobertura florestal e urbanização, ou seja, a medida que aumenta a área inundada diminui a área antropizada, estimando que há um estreitamento da amplitude laminar nos próximos anos.

4. Conclusões

Diante dos resultados obtidos observamos que grandes extensões do território de São João Batista apresentam uma vasta dimensão de planície inundável e área alagada, as quais através de uma gestão ambiental, poderão ser utilizadas para fomentar a aquicultura e agricultura, utilizando o meio ambiente de forma sustentável como fonte de renda para população e adequado à dinâmica natural do ciclo hidrológico.

A partir da análise da dinâmica ambiental, observou-se que o ano de 2008 apresentou maior pico das planícies inundáveis, conseqüentemente o uso e ocupação do solo e atividades antrópicas foram afetadas diretamente com as inundações ocorridas durante o ano.

A amplitude do fluxo laminar corresponde a 68,30% do território analisado, estimando-se que haverá um estreitamento nos próximos anos, inferindo na economia e modo de vida do município de São João Batista/MA.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Referências Bibliográficas

ANAIS XI SBSR, 11., 2003, Belo Horizonte. **Análise comparativa entre algoritmos de classificação digital de imagem com base na exatidão do mapeamento do uso e cobertura do solo: um exemplo na área de influência do reservatório de Jurumirim - SP.** Brasil: Inpe, 2003. 1365-1372 p.

ANAIS XV SBSR, 15., 2011, Curitiba. **Uso imagens temporais CBERS-2B/CCD para zoneamento de área sazonalmente inundável no município de Piúma – ES:uma proposta metodológica.** Brasil: Inpe, 2011. 2538 p.

BOROUCHE, J. M., SAPORTA. G. Análise de dados. Zahar Editores. Rio de Janeiro, 1982. 116 p.

GUERRA, A. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

LOVELAND, T. R. e DWYER, J. L. (2012). **Landsat: Building a strong future. Remote Sensing of Environment**, 122, 22-29.

MATHER, P.M. Computer processing of remotely sensed images. New York: John Wiley e Sons, Inc., 1999. 292 p.

NERY, C. V. M.; MOREIRA, A. A. **Uso do sensoriamento remoto na detecção de mudança na microrregião de Montes Claros/MG.** Recife: Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 1, 2014.

RICHARDS, J. A. Remote Sensing Digital Image Analysis - An Introduction. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin. 1993. 281p.

SPINELLI, F.F; SOARES, R. A. A. **Cooperação internacional na área ambiental: uma análise comparativa entre Brasil e Canadá.** Jan, 2012.