

Análise de áreas sazonalmente inundáveis com uso de técnicas de sensoriamento remoto: o caso da lagoa Feia, região Norte do estado do Rio de Janeiro

Vinícius Santos Lima¹
Fabricio Holanda do Nascimento¹
André Luiz Nascentes Coelho¹
José Maria Ribeiro Miro²

¹ Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras - Vitória - ES, Brasil – CEP: 29075-910

² Instituto Federal Fluminense – IFF
R. Dr. Siqueira, 273, P. Dom Bosco - Campos - RJ, Brasil – CEP: 28030-130
vinicius_ahriman@hotmail.com; fhngeoufes2008@gmail.com; alnc.ufes@gmail.com;
jmiro.geo@hotmail.com

Abstract: Floods in the Lagoa Feia and adjacencies are seasonally recurring. This phenomenon occurs due to morphological (lowland plain), soil (soil with Tiomorfismo), climate (rainfall concentrated in summer) and hydrological factors (complex mesh of artificial and natural channels that interconnect the Lagoa Feia), in addition to multiple anthropogenic interventions in the study area. This paper proposed zoning and identify areas flooded effectively using temporal images downloaded for free from the National Institute for Space Research - INPE, the satellite / sensor Landsat-5/TM in two periods (dry – 07.27.2011 and flooded – 02.05.2009), taking into consideration the climatological normal of 30 years (from National Institute of Meteorology - INMET), worked in ArcGIS 9.3.1 interface as subsidy to the planning and management of that water body. It was observed that the adjacent areas of extensive Quaternary plain of fluvial, marine and lagoon origin are subject to seasonal flooding events, not recommended dwellings on the banks borders of the great lagoon. The study will enable further analysis by geographic science bias with an integrating character of the landscape elements of the sub-basin of the Lagoa and the Basin Lower Paraíba do Sul. The methodology adopted for the study proved to be satisfactory and can be used to other areas with similar geo-environmental characteristics to the studied area in this present article.

Palavras-Chave: Lagoa Feia, Remote Sensing, Flood, Lagoa Feia, Sensoriamento Remoto, Inundação.

1 - Introdução

Pesquisas desenvolvidas em distintos laboratórios utilizando ferramentas de geotecnologias, sobretudo Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR) aliadas à ciência geográfica para subsidiar o planejamento e gestão dos recursos hídricos e das comunidades que habitam as suas margens vem sendo realizadas há décadas no município de Campos dos Goytacazes, estado do Rio de Janeiro (MIRO, 2009; QUINTANILHA e OLIVEIRA, 2011; MENDONÇA *et al.*, 2012). Estudos dessa natureza permitem-se lançar um olhar holístico da paisagem, contribuindo para diagnósticos e prognósticos dos corpos lênticos e lóticos. Para Coelho *et al.*, (2011) um exemplo é a espacialização e análise de áreas vulneráveis a inundação, pois se dispendo do zoneamento / ordenamento desses ambientes, pode-se designá-los usos mais adequados.

O acesso aos modernos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e a utilização de produtos obtidos de sensores orbitais, como imagens multitemporais e dados interferométricos, tornou possível desenvolver diversos tipos de análises no âmbito dos estudos geoambientais (FLORENZANO, 2008; COELHO *et al.*, 2011; COELHO e FERREIRA, 2011).

Aplicando o conhecimento desenvolvido em face ao atual meio geotecnológico, o presente texto tem como principal objetivo zonestar e analisar uma área brejosa/inundável na região Norte do estado do Rio de Janeiro com o auxílio de ferramenta SIG integrada com

produtos e técnicas de Sensoriamento Remoto (SR). Como objetivos específicos, o estudo pretende: identificar a maior precipitação mensal com base na série histórica de 30 anos; realizar uma análise integrada considerando os fatores socioambientais, em especial a dinâmica das águas superficiais da área de estudo; verificar a viabilidade/eficiência da aplicação de estudos temporais com o emprego de imagens do satélite/sensor LANDSAT/TM-5 como auxílio na delimitação de áreas sazonalmente inundadas; difundir o uso integrado e a aplicação das geotecnologias referentes aos produtos de Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas nos estudos geográficos, e no auxílio nas tomadas de decisões, a exemplo do zoneamento desses ambientes.

2 - Materiais e Métodos

Para que os objetivos deste trabalho fossem realizados, foi necessário dividi-lo em duas partes principais. A primeira constitui-se de levantamentos conceituais-teóricos entre livros, teses, dissertações e artigos, bem como consultas a documentos que abordam o assunto exposto como: as cartas Geológica, Geomorfológica, Pedológica, e de Vegetação, desenvolvida pelo projeto RADAM/BRASIL (1983), Volume 32. Ainda nesta etapa, foram adquiridos, de forma gratuita, imagens do satélite LANDSAT TM-5, órbita/ponto 216/075, com datas de passagens nos períodos de 05 de fevereiro de 2009 e 27 de julho de 2011 junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/2012); Planos de Informações (PIs) acerca do limite estadual do Rio de Janeiro e divisão estadual do Brasil, junto aos Instituto Estadual do Ambiente do estado Rio de Janeiro (INEA – RJ) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), respectivamente, no formato *Shapefile* (shp) e o modelo Interferométrico da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM4) para a elaboração do Modelo Numérico de Terreno (MNT). Na sequência foi realizada uma pesquisa da série histórica das precipitações mensais mais expressivas na região, identificando no mês de novembro de 2008 valores superiores a 510 milímetros, um dos maiores nos últimos 30 anos. Para a realização do Balanço Hídrico Climatológico de 2008 foram utilizados dados de temperatura média mensal e de chuva total mensal fornecidos pelo banco de dados históricos da rede de estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Campos no estado do Rio de Janeiro nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 21.75°S e Longitude: 41.33°W a 11,20m de altitude. Empregou-se o método de Thornthwaite & Mather (1955), através do programa "BHnorm" proposto em planilha EXCEL por Rolim *et al.* (1998). Como capacidade de água disponível (CAD) utilizou-se o valor de 100 mm e a evapotranspiração potencial foi estimada seguindo metodologia de Thornthwaite (1948).

A segunda etapa iniciou-se com organização dos dados vetoriais e raster criando um projeto no SIG ArcGIS 9.3.1 composto pelos seguintes layers: divisão estadual do Brasil; limite municipal do Rio de Janeiro, todos eles ajustados para projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e Datum SIRGAS 2000, 24 S. Este critério foi estabelecido para que todos os mapas seguissem uma padronização cartográfica.

O próximo passo foi dedicado ao Processamento Digital da Imagem (PDI) utilizado, inicialmente, o procedimento de Georeferenciamento (*Georeferencing*) das imagens de satélite (representando períodos seco e inundado) e posterior retificação das mesmas através dos Pontos de Controle Terrestres (PCTs), seguida da composição (*composit bands*) das imagens de cada ano (2009 e 2011) nas bandas no espaço RGB colorido falsa-cor com a combinação da banda 3 associada ao filtro azul, banda 4 ao filtro verde e a banda 2 ao filtro vermelho (3B; 4G; 2R), correspondendo, respectivamente, aos comprimentos de ondas vermelho, Infravermelho próximo e verde. Nesta composição foram realçadas as características da água (tons azul ao preto), do solo e áreas urbanizadas (tons vermelho-rosa) enquanto a vegetação apresenta tonalidades esverdeadas. Em seguida, foi criada uma máscara

da área de estudo e adjacências com um recorte da imagem através do comando *Extract by mask*. Posteriormente foi realizado o processo de interpretação visual comparando as imagens através da técnica de fotoidentificação e fotointerpretação e, posteriormente, digitalização dos alvos de interesse (área seca e inundada em 2009) utilizando a técnica de edição vetorial do SIG. Nesse procedimento de delimitação foram considerados os elementos básicos de interpretação como: textura, tonalidade/cor, forma, tamanho, padrão, localização e sombra, seguida do cálculo da área inundada e percentual conforme proposta de Jensen (2009). Essa técnica de interpretação possibilitou uma melhor definição da área inundada que foi posteriormente validada com campanhas de campo utilizando GPS e registro fotográfico.

2.1 - Localização e Caracterização da Área de Estudo

A lagoa Feia está situada na Baixada Campista (ou dos Goitacazes) entre os municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã, na região Norte do estado do Rio de Janeiro. Para Bernardes (1957) a Baixada Campista compreende as baixas altitudes de uma extensa planície holocênica e teve sua paisagem culturalmente marcada pelo cultivo da cana-de-açúcar.

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos, através do que está disposto no Art. 9º do Decreto nº 35.724, de 18 de junho de 2004, dividiu as bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro em 10 regiões hidrográficas, estando à lagoa Feia localizada na Região Hidrográfica IX, área correspondente ao Baixo Paraíba do Sul. Segundo Ramalho (2005) a sub-bacia hidrográfica da lagoa Feia abrange uma área de 1.844 km². Historicamente suas terras são sazonalmente inundadas, fato que levou Lamego (1974) a chamar a região de “pantanal campista”.

De acordo com Lima (2012) as intervenções para a contenção das inundações na área são muito recorrentes, como a construção de diques e canais e a implosão de diques. Para ele, o extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) construiu uma extensa malha de canais artificiais que, segundo Soffiati Netto (1998) somam mais de 1.300 km de extensão, o que veio a secar inúmeras lagoas e brejos, impactando fortemente a paisagem e alterando a dinâmica das águas superficiais da Baixada Campista, direcionando o fluxo das águas da margem direita do rio Paraíba do Sul para a lagoa Feia / Canal da Flecha.

Para Carneiro (2003), a vila de Ponta Grossa dos Fidalgos (figura 1) se localiza na parte norte da lagoa Feia e constitui-se como o maior assentamento humano nas suas margens. Tem como característica marcante na paisagem os pescadores. Para Lima (op.cit), o uso do solo em seu entorno é predominantemente agrícola, notadamente constituído por propriedades que criam gado para corte e plantam cana-de-açúcar. Lima (2012) constatou ainda que a Vila possui em média 256 pescadores formalmente cadastrados.



Figura 1: Imagem aérea da Vila de Pescadores de Ponta Grossa dos Fidalgos evidenciando a sua proximidade com a lagoa Feia. Fonte: Ramalho (2005).

3 - Resultados e Discussões

Na Figura 2 está representada a imagem LANDSAT-5/TM, nas composições 3R, 4G, 5B da área de estudo e adjacências com datas da passagem dos dias 27/07/2011, período caracterizado por relativa estiagem e 05/02/2009, período de inundação, respectivamente. As imagens serviram de base no processo de interpretação e vetorização da área efetivamente sazonalmente inundável.

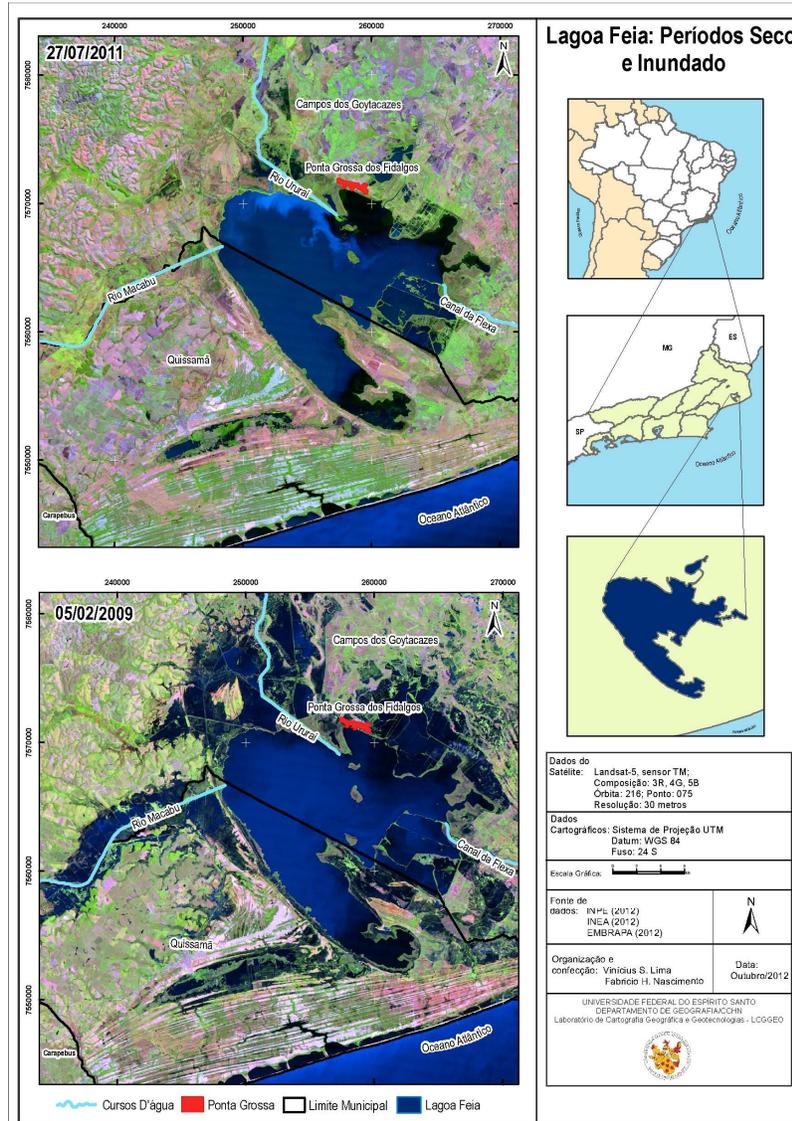


Figura 2: Imagem Landsat, TM-5 representando a área de estudo nos períodos seco e inundado.

A Figura 3 apresenta a delimitação da área efetivamente inundada, como reflexo da intensa precipitação ocorrida no verão de 2008/2009 possuindo nos meses de novembro e dezembro de 2008 as taxas máximas de excedente hídrico nos valores de 300 mm e 210 mm, fugindo a normal climatológica do período de análise de 30 anos (1973-2003), que apresenta valores com médias que variam respectivamente de 0 mm a 9 mm de excedente hídrico, como se vê nos gráficos de balanço hídrico climatológicos da Figura 4. Como reflexo direto na paisagem, os terrenos inundados abrangeram uma área de 588,88km², o que corresponde a cerca de 20% da área total da bacia hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul, cuja área corresponde a 11.379,83 km² (Tabela 1).

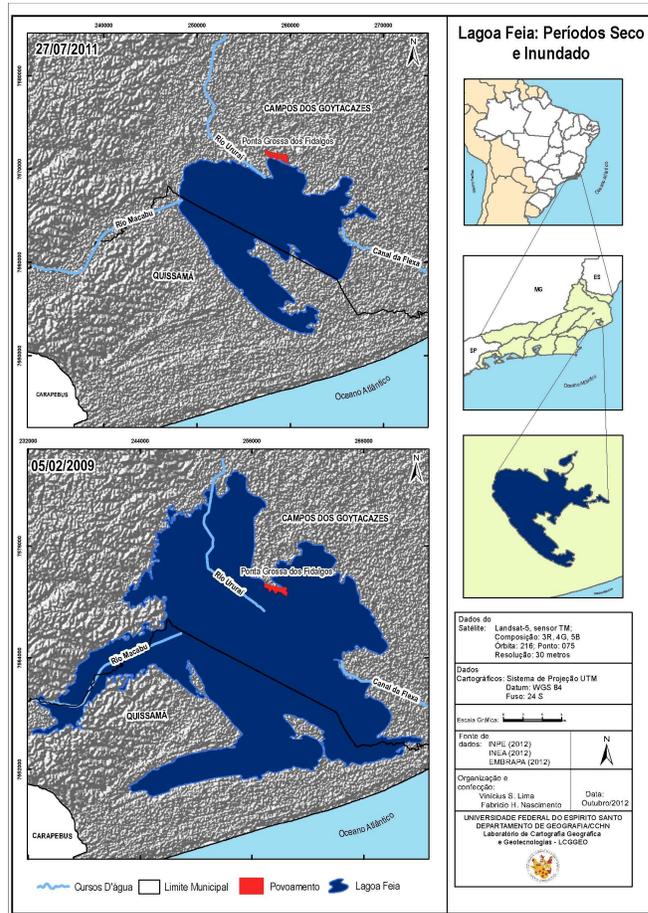


Figura 3: Períodos seco e efetivamente inundado

Tabela 1: Áreas e Percentuais dos períodos seco e inundado da lagoa em relação à bacia hidrográfica.

| Unidades de análise | Área (km ²) | Percentual (%) |
|-------------------------------|-------------------------|----------------|
| Lagoa Feia (seco) | 200,00 | 5,6 |
| Lagoa Feia (inundado) | 588,88 | 19,32 |
| Bacia do Baixo Paraíba do Sul | 11.379,83 | 100 |

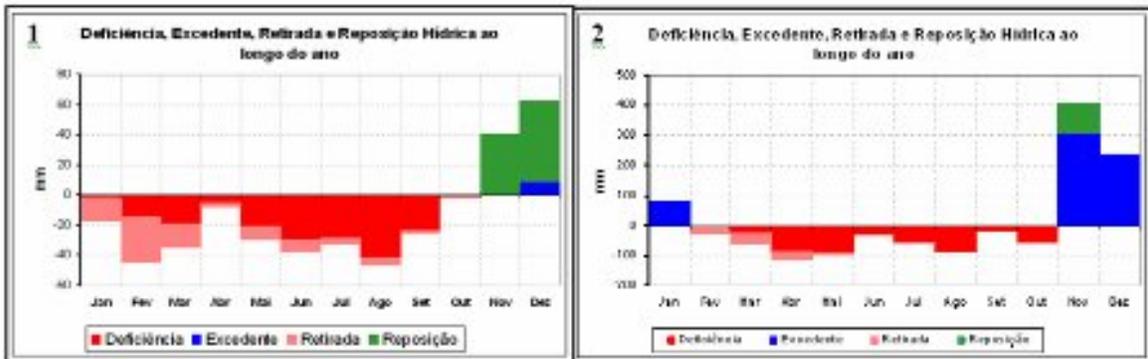


Figura 4: Gráfico 1 – Balanço Hídrico Climatológico do período de 30 anos (1973-2003); Gráfico 2 – Balanço Hídrico Climatológico do ano de 2008 evidenciando que aquele foi um verão atípico a normal climatológica regional.

3.1 - Observações Complementares

Segundo o RadamBrasil (1983), a área de estudo abrange, do ponto de vista geológico / geomorfológico, terrenos do Quaternário, configurando-se como uma planície com depósitos aluvionares, fluvio-marinhos, lacustres, marinhos e ocorrência de brejos e restingas no contato com o oceano. Com relação a sua gênese, a referida área é parte do processo evolutivo das planícies costeiras/litorâneas Quaternárias, sugerido por Dominguez *et al.* (1981), no trecho entre Macaé (RJ) e Recife (PE), que tem como característica marcante de modelado a presença das planícies fluvio-lacustres de idade Quaternária.

Em sua proposta, Dominguez *et al.* (op.cit.) apresenta um modelado dividido em oito estágios (A a H), representando, em “F”, a formação e evolução das planícies costeiras e flúvio-marinhas quaternárias na costa leste do Brasil relacionada a uma série de eventos, sobretudo, das variações eustáticas e climáticas ocorridas no decorrer do período Quaternário.

Amador (1986) propõe uma tipologia baseada na origem, na idade e nos processos evolutivos dos ecossistemas lagunares do estado do Rio de Janeiro. Nela, ele identificou nove tipos lagunares, sendo eles: **1)** lagoas do Pleistoceno Superior; **2)** lagoas associadas ao máximo transgressivo holocênico; **3)** lagoas associadas ao desenvolvimento de esporões lagunares; **4)** lagoas de intercordões de restinga; **5)** lagoas associadas ao desenvolvimento do delta do Paraíba do Sul; **6)** lagoas perpendiculares ao litoral; **7)** lagoas geradas em vales fluviais embutidos na Formação Barreiras; **8)** lagoas resultantes de canais fluviais abandonados na região deltaico do rio Paraíba do Sul e; **9)** lagoas de maré. Sob esta classificação, a lagoa Feia pertence às **lagoas associadas ao máximo transgressivo holocênico**, categoria a qual estão contidos os mais extensos ecossistemas lagunares do estado do Rio de Janeiro, sendo geologicamente recentes, datando entre 7.000 a 5.000 anos AP.

Do ponto de vista pedológico, encontram-se na área de estudo Solos Orgânicos Tiomórficos (HOT) configurando-se como a classe de maior ocorrência espacial. Estes solos apresentam horizonte sulfúrico com média de 100 cm profundidade. O Tiomorfismo é uma particularidade de hidromorfismo, indicando alterações morfológicas e químicas nos solos, impostas pelo excesso de água no perfil (encharcamento). Nestas condições o arejamento do solo torna-se deficiente, o que condiciona a lenta decomposição da matéria orgânica por microrganismos anaeróbios, provocando seu acúmulo. Há presença de solos do tipo Glei Pouco Húmico Sódico (HGPS), mantêm-se estas características, igualmente a até 100 cm da superfície do solo. Esses são solos hidromórficos, mal drenados e pouco profundos que têm ocorrência nas proximidades do manguezal da Carapeba, a leste da lagoa Feia. O solo Podzol Hidromórfico (HP), que se constitui de material mineral, apresenta horizonte B espódico, imediatamente abaixo dos horizontes E ou A, numa média de 200 cm da superfície do solo. Na área de estudo ele é encontrado nas proximidades com o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Para Guerra (1999), a relação clima-solos pode demonstrar a história evolutiva dos ambientes e o resultado destas inter-relações estão descritos na paisagem, como se vê na Baixada Campista (RadamBrasil, 1983; EMBRAPA, 1999; GUERRA e BOTELHO, 2001).

As oscilações climáticas do Quaternário permitiram, em parte, esta distribuição espacial dos tipos de solos mapeados. Para Bernardes (1952), partindo-se da classificação climática proposta por Köppen, a área de estudo está inserida na zona Aw, possuindo característica quente e úmida com estação chuvosa no verão. Com relação ao regime hídrico, em linhas gerais, distinguem-se dois padrões sazonais bem definidos ao longo do ano, associados ao regime climático: um de alta pluviosidade, estendendo-se pelos meses de outubro a março, ressaltando os meses de novembro, dezembro e janeiro como os mais chuvosos; e o outro de baixa pluviosidade, que vai de abril a setembro com os meses de junho, julho e agosto menos chuvosos (RAMALHO, 2005).

4 - Considerações Finais

As técnicas de Sensoriamento Remoto, de ferramentas SIG, aliadas a observações da paisagem *in loco* possibilitaram uma análise retrospectiva da área de estudo. Fica evidente que a área é sazonalmente inundável, sendo estes fenômenos, mais recorrentes entre os períodos de novembro a março, época de intensas precipitações na sub-bacia hidrográfica da lagoa Feia e da bacia do Baixo Paraíba do Sul. As análises e tratamento das imagens mostraram que a Vila de Pescadores de Ponta Grossa dos Fidalgos teve suas casas invadidas pela ação das águas.

As intervenções antrópicas na lagoa Feia, como a histórica construção de diques para aumentar a área cultivável das fazendas que existem a sua margem, além do complexo sistema de canais artificiais construídos pelo DNOS alterou a dinâmica das águas de superfície da sub-bacia do corpo lântico, fazendo com que em períodos como o que se analisou as inundações sejam potencializadas.

No que se refere ao planejamento e gestão de paisagens, o estudo mostra que estas áreas sofrem grande risco de inundação, devido as suas características geológico / geomorfológicas (planície Quaternária), hidrológicas (a lagoa age como um “bolsão” de destino das águas da margem direita da bacia do Baixo Paraíba do Sul), pedológicas (com solos em muitos locais com Tiomorfismo) e climática (chuvas concentradas no verão).

Nesse sentido, a metodologia de delimitação de área sazonalmente inundada com uso de imagens temporais do satélite LANDSAT-5/TM mostrou-se satisfatória. Esta metodologia poderá auxiliar estudos de regiões de natureza semelhante a da área de estudo no que diz respeito às morfologias, e constitui-se numa importante informação e ferramenta no auxílio das tomadas de decisões como o ordenamento mais adequado da região.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Aos Programas de Pós-Graduação e Graduação em Geografia – PPGG/UFES e PROGRAD/UFES, respectivamente e ao Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias – LCGGEO/UFES.

Referências Bibliográficas

- Amador, E. da S. *Lagunas fluminenses: classificação com base na origem, idade e processos de evolução*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 1986.
- Bernardes, L. M. C. *Planície Litorânea e Zona Canavieira Do Estado do Rio de Janeiro*. Conselho Nacional de Geografia. Rio de Janeiro, 1957.
- Bernardes, L. M. C. Tipos de climas do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia* nº 14, 1952.
- Carneiro, P. R. F. *Dos pântanos à escassez: uso da água e conflito na Baixada dos Goytacazes*. São Paulo: Annablume: Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2003.
- CGIAR-CSI - International Research Centers - Consortium for Spatial Information, **Aquisição de Dados SRTM4**. Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org>>. Acesso em: 12 Agosto de 2011.
- Coelho, A. L. N.; Ramos, A. L. D.; Bergamaschi, R. B. Uso Imagens Temporais CBERS-2B/CCD para Zoneamento de Área Sazonalmente Inundável no Município de Piúma – ES: uma proposta metodológica. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE* p.2544. Disponível em <dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0381.pdf>. Acesso em: 20/09/2012.
- Coelho, A. L. N.; Ferreira, G. A. C. Geotecnologias aplicadas em área inundável: O caso de Brejo Grande, Serra - ES. *GeoTextos*, vol. 7, n. 1, jul. 2011.
- Dominguez, J. M. L.; Bittencourt, A.C.S.P.; Martin, L. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, nº 11, 1981. p. 225-237.
- Florenzano, T. G. *Geomorfologia, conceitos tecnologias atuais*. Editora: Oficina de textos, São Paulo, 2008.

Guerra, A. J. T. O início do processo erosivo. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S.; Botelho, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

Guerra, A.J.T.; Botelho, R.G.M. 2001. Erosão dos solos. In: Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. (orgs) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2 ed.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, **Cartas Topográficas** escala 1:50.000 1970.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, **Planos de Informação: Infra-estrutura urbana e rural, cursos d'água, massa de água (lagoas e barragens) bacias e sub-bacias hidrográficas, bairros, vias urbanas e interurbanas, marcos geodésicos adjacentes**. Disponível em: <mapas.ibge.gov.br> Acessado em 9/07/2010a.

Instituto Estadual do Ambiente – INEA, **Base Temática – O Estado do Ambiente. Planos de Informações: indicadores ambientais do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/basetematica_estadoambiente/>. Acesso em: 10/09/2012.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. **Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa**. Brasília, 2012.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, **Imagens do satélite LANDSAT-5 - câmera/sensor TM, Órbita 216, ponto 075**, - datas de passagem 27/07/2011 e 05/22/2009. Disponível em: <dgi.inpe.br/CDSR/>. Acessado em 26/09/2012.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Lamego, A. R. **O homem e o brejo**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

Lima, V. S. **Os Sistemas de Informações Geográficas como Método de Análise Ambiental na Variação Sazonal do Espelho d'água da lagoa Feia no Período de 2000 a 2011**. Campos dos Goytacazes-RJ: IFF, 2012. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Instituto Federal Fluminense.

Mendonça, J. C.; Freitas, R. M. de; Shimabukuro, Y. E.; Marques, V. da S. Avaliação de eventos de inundação na Região Norte Fluminense, Rio de Janeiro, utilizando imagens de sensores remotos. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 7, n. 1, 2012. Disponível em: <dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.817>. Acesso em: 20/09/2012.

Miranda, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <relevo.br.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 04/07/2010.

Miro, J. S. L. **Metodologia Para A Elaboração Do Zoneamento Das Áreas Sujeitas À Inundação Na Baixada Campista/Norte Fluminense – Rio De Janeiro**. Campos dos Goytacazes-RJ: IFF, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal Fluminense.

Projeto RadamBrasil - **Levantamento de Recursos Naturais. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. v. 32, Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro / Vitória. Rio de Janeiro: IBGE/Ministério das minas e energia – Secretaria Geral, 1983, 775 p.

Quintanilha, G. J.; Oliveira, V. de P. S. de. Zoneamento de Áreas Sujeitas a Inundações na Baixada Campista-Norte Fluminense com o Auxílio do Geoprocessamento. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 5 n. 1, p. 163-175, jan. / jun. 2011. Disponível em <essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/viewFile/2377/1268>. Acesso em: 10/07/2012.

Ramalho, R. de S. **Diagnóstico do Meio Físico como Contribuição ao Planejamento do Uso da Terra do Município de Campos dos Goytacazes**. Campos dos Goytacazes-RJ: UENF, 2005. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

Rolim, G.S.; Sentelhas, P.C.; Barbieri, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

Soffiati Netto, A. A. Histórico Sócio-ecológico: Aspectos históricos das lagoas do norte do estado do Rio de Janeiro In: Esteves, F. de A. **Ecologia das lagoas costeiras**. Macaé: NUPEM/UFRJ, 1998.

Thornthwaite, C.W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geogr. Rev, v.38, p.55-94, 1948.

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.