

Uso de Produtos OLI/Landsat-8 e GDEM/Aster na Avaliação da Dinâmica das Águas Superficiais na Planície do Baixo Itabapoana - Brasil

André Luiz Nascentes Coelho

Universidade Federal do Espírito Santo – Depto. de Geografia/CCHN/UFES
Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias
Av. Fernando Ferrari, 514 - 29075-973 - Vitória - ES, Brasil
alnc.ufes@gmail.com

Abstract. This paper aims to conduct a study of landscape dynamics in different scales, in the passage of the flood plain of the river Itabapoana, the border between the states of Espírito Santo and Rio de Janeiro - Brazil, an environment which has in recent years locus of enterprises of medium-large encouraged by government, disregarding the complex processes as the events of recurrent floods, social, economic and religious traditions. The results allowed, not only delimit a flooded area, but also identify conserved environments, confront other uses and understand the dynamics of these landscapes in question, noting its fragility in the face of the magnitude of entrepreneurial processes for the region.

Palavras-chave: Integrated Geographic Analysis, Planning and Environment, Geotechnology, Remote Sensing, Análise Geográfica de Paisagens, Ordenamento Territorial e Ambiental, Geotecnologias, Sensoriamento Remoto.

1. Introdução

As paisagens adjacentes as margens de rios e planícies fluviais, historicamente têm sido locais de intervenções humanas, representando um setor de destaque nos estudos e pesquisas pelo seu caráter condicionante da própria vida humana, pois envolve não só conhecimentos culturais das antigas civilizações que ali viveram, mas suas ações, como modificações na dinâmica desses ambientes (BOTELHO, 2011 e CUNHA, 2005).

Tais intervenções foram significativamente ampliadas nas últimas décadas com o crescimento de cidades brasileiras ocupando as margens, canalizando corpos d'águas urbanos e, inclusive, as planícies fluviais e flúviomarinhas inundáveis.

O que se observa, atualmente ao longo da linha de costa espiritosantense, no sudeste do Brasil, incluindo as planícies fluviais e flúviomarinhas, é um processo de transformação da paisagem impulsionado pelos governos Federal, Estadual e Municipais, através de planos e decretos, a ocupação desses ambientes. Um caso típico dessa situação foi o decreto estadual nº 1.247-S que criou o Pólo Industrial de Serviços de Anchieta, na margem esquerda do Baixo Benevente abrangendo parte considerável das áreas alagáveis/inundáveis protegidas por leis municipais e federais (COELHO, 2010).

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo realizar um estudo da dinâmica da paisagem, em escalas distintas, na zona de passagem de cheias da planície fluvial do rio Itabapoana, divisa dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro – Brasil (Figura 1), com base em imagens de satélite em períodos distintos (vazante e cheia da planície), considerando conflitos de usos e a dinâmica natural do ambiente, em particular, o baixo curso do rio Itabapoana. Como objetivos específicos: 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 no Plano Diretor Municipal.

1.1. Localização e Caracterização da Área de Estudo: Bacia do Itabapoana

A região hidrográfica do rio Itabapoana de domínio da união (ES /RJ e MG), compreende uma área de 4.875,46 km², sendo que aproximadamente 2.955 km² estão localizados no Espírito Santo. A extensão do rio é 264 km que nasce na serra de Caparaó (MG) com o nome de rio Preto, denominação que muda para Itabapoana depois da confluência com o rio Verde.

Segundo a divisão de bacias pela metodologia de Otto Pfafstetter. A bacia em questão (Figura 1 em azul) é classificada como de nível 4, possuindo a codificação 7718-ES. O número dos municípios que estão inseridos parcialmente e totalmente são 20 sendo Divino São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Guaçuí, São José do Calçado, Bom Jesus do Norte, Apiacá, Mimoso do Sul, e parcialmente Marataízes, Itapemirim, Muqui e Presidente Kennedy; no estado de Minas Gerais os municípios: Alto Caparaó, Caparaó, Espera Feliz e Caiana; e parcialmente os municípios do Rio de Janeiro: Porciúncula, Varre-Sai, Bom Jesus do Itapaboana, Campos dos Goitacazes e São Francisco de Itabapoana. A população é superior a 260 mil habitantes (IEMA, 2014, IBGE, 2010 e ANA, 2001).

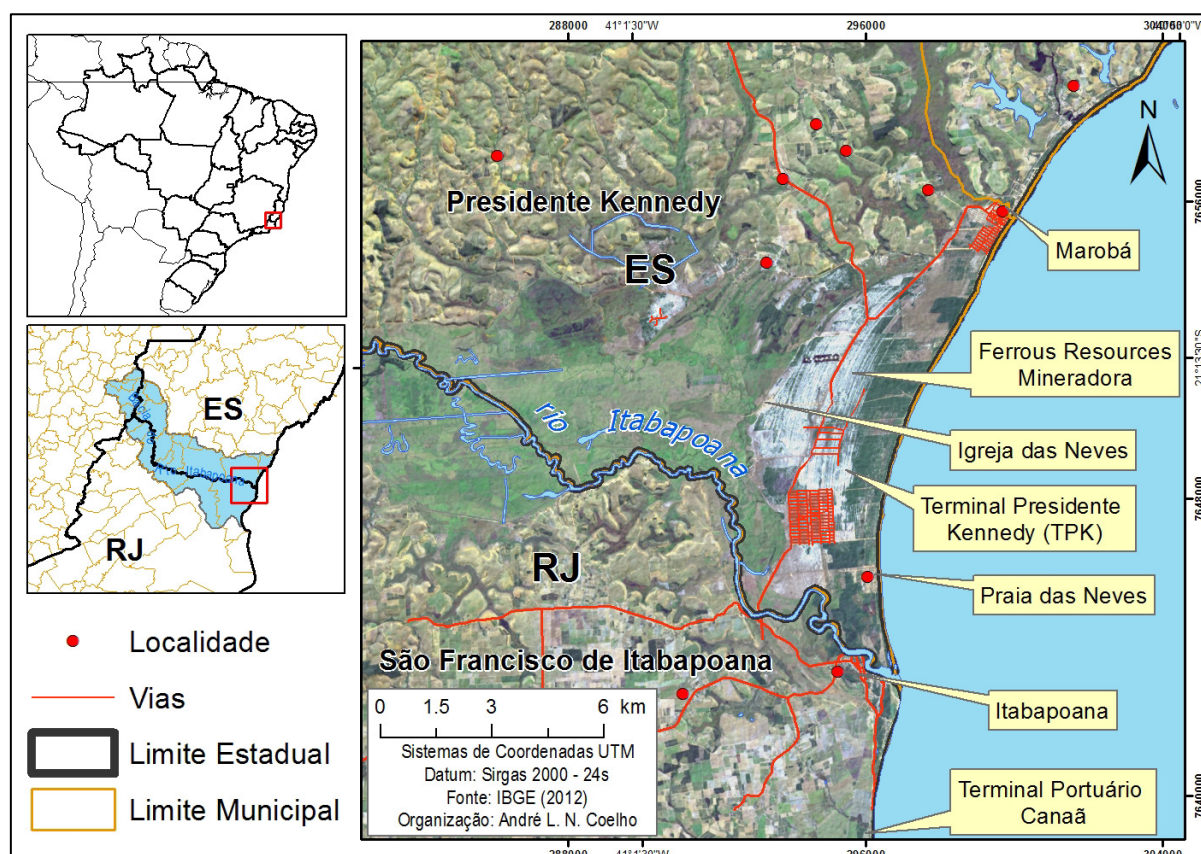


Figura 1 – Localização da área de estudo com o destaque da composição Landsat-8 R2,G3, B4+PAN+MDE dos principais usos e coberturas da terra, a exemplo, da planície do rio Itabapoana em tons de verde, no período de vazante.

O regime fluvial dos rios que vertem no interior do território normalmente acompanham a pluviosidade (superiores a 1.250 mm/a) sendo marcado por dois períodos: um de vazante, a partir de junho, atingindo mínimas extremas nos meses de agosto e setembro e um de cheia, com os níveis máximos ocorrendo nos meses de novembro a março com a média de vazão do rio Itabapoana na foz superior a 50,81 m³/s (IEMA, 2014).

2. Materiais e Métodos

Para que os objetivos propostos nesse estudo fossem alcançados, o mesmo foi dividido em duas principais etapas, sendo: Primeira, aquisição de referencial bibliográfico e documentos abordando a temática, tais como: artigos, periódicos; Cartas Topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE escala 1:50.000 (IBGE, 1970); documentos Geológicos, Geomorfológicos, Pedológicos RADAMBRASIL (1983).

A segunda etapa iniciou-se com a aquisição de Planos de Informações: Infraestrutura urbana e rural, corpo d'água (rio, lagoa e oceano) bacias e subbacias hidrográficas, rodovias; imagens orbitais gratuitas do satélite Landsat-8, sensor OLI (Operational Land Imager), bandas 2-3-4-5 e 8 (Pan), órbita: 216, ponto: 74, com data de passagem em 02/01/2014 e 11/08/2013 (vazante), às 9:45h (horário central da órbita) junto ao Serviço Geológico Americano (USGS,2014a); Dados de altitude do sensor Aster/GDEM (Global Digital Elevation Models), com resolução espacial de 30 metros datado de 17/10/2011 obtidos também no Serviço Geológico Americano (USGS, 2014b) e registro fotográfico

Os mapeamentos e processamento de todos os dados vetoriais e matriciais foram realizados no SIG ArcGIS 10.2.2, iniciando-se com a criação de um projeto e a adição dos planos de informações abrangendo a área de estudo e adjacências ajustados, quando necessário, no sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS-2000 Zona 24 Sul, seguido do Processamento Digital da Imagem (PDI), partindo com o tratamento das imagens e dos dados altimétricos com a elaboração do MDE (Modelo Digital de Elevação). O próximo passo foi a realização do processo de análise e interpretação visual comparando as imagens temporais e, posteriormente, digitalização dos alvos de interesse (área inundada/zona de passagem de cheia) utilizando a técnica de edição vetorial do SIG, que foi posteriormente validada com as campanhas de campo utilizando se GPS, registro fotográfico e entrevistas.

3. Resultados e Discussão

De maneira a evidenciar o fenômeno e identificar como a distribuição das águas superficiais ocorre na planície do Itabapoana foram elaborados dois mapas com imagens recentes do satélite Landsat-8, um representando o território no período de vazante em 11/08/2013 e outro na última passagem da cheia em 02/01/2014 (Figura 2).

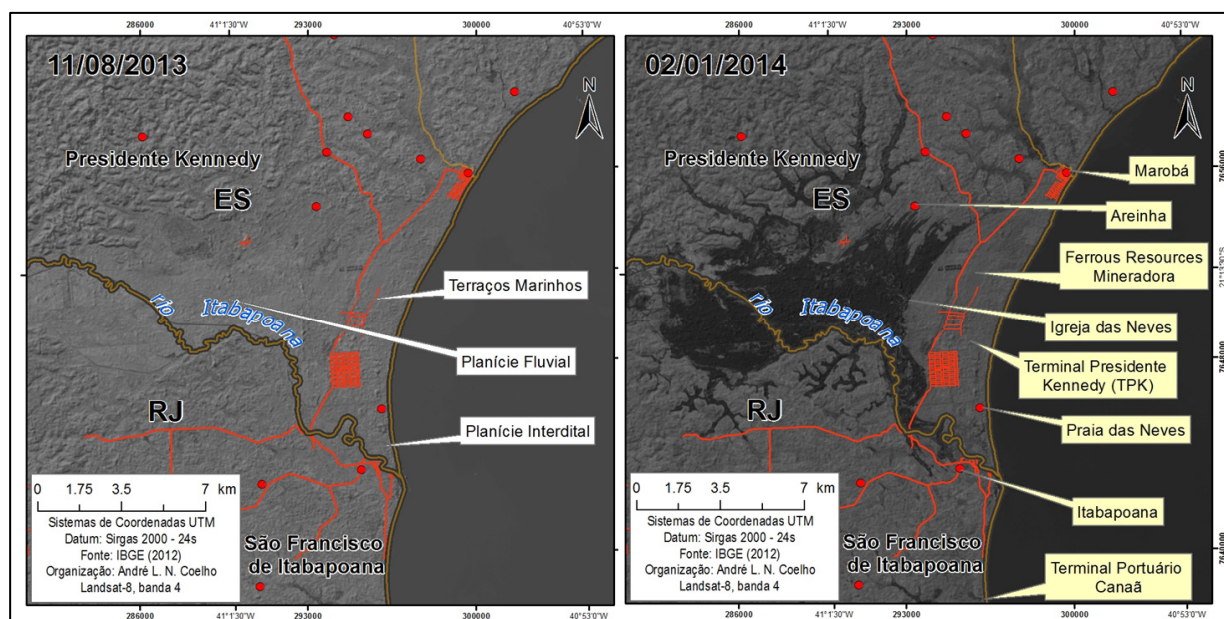


Figura 2 – Imagens de satélite em tons de cinza evidenciando a dinâmica e distribuição das águas superficiais no período de vazante (à esquerda) com o destaque para as principais morfologias na planície quaternária. A direita a planície tomada pela água (em tons de preto) com os diversos usos.

A área total inundada da planície do Itabapoana durante a última cheia do rio, afogando parte dos fundos de vale dos tabuleiros adjacentes em 02/01/2014, corresponde a 136,65 km², abrangendo parte dos Municípios de Mimoso do Sul, São João do Itabapoana (RJ) e Presidente Kennedy, com o último cobrindo mais de 60% do total na zona de passagem da cheia, denominado regionalmente, como o *Pantanal Capixaba*.

A zona de passagem da cheia do Itabapoana corresponde a uma das paisagens mais conservadas da bacia, compreendendo uma planície quaternária com 3 morfologias predominantes, sendo a Planície Fluvial do rio Itabapoana com o uso temporário, predominantemente de pastagem no período de vazante (Figura 3), os Terraços Marinheiros recobertos na sua maior parte pela restinga e, finalmente a Planície Intertidal, onde ocorrem os manguezais, sujeita aos movimentos de subida e descida das marés e aos regimes fluviométricos da bacia do Itabapoana.



Figura 3 – Planície Fluvial do rio Itabapoana no período de vazante e em segundo plano os tabuleiros costeiros. Foto André L. N. Coelho em Agosto de 2008.

Por se tratar de uma zona de acumulação, portanto de um nível de base para o rio Itabapoana, os processos erosivos continentais são pouco significativos. Todavia, esse compartimento do relevo recebe os fluxos de matéria e energia tanto provindos do continente, por meio do escoamento superficial e, em parte, do mar por meio das ondas, correntes e marés (Figura 4). Particularmente, os processos costeiros podem ora provocar erosão, ora acumulação, dependendo da estação e das entradas de sistemas frontais.

Quanto ao uso e cobertura da terra destaca-se a restinga e seus mosaicos, o manguezal e a mata sazonalmente inundável (pântanos). Ocorre também o cultivo de coco, área urbanizada, pastagem, solo exposto e áreas de extração de areia. Os impactos – atuais – percebidos neste trecho são pouco representativos, resumindo-se apenas a uma pequena área de bosque alterado, localizado à margem direita do rio, decorrente de um processo inicial de expansão urbana da localidade de Itabapoana no estado do Rio de Janeiro.

As localidades adjacentes à zona de passagem de cheias como Marobá e Praia das Neves na costa, no Município de Presidente Kennedy, constituem-se em áreas utilizadas para veraneio. A localidade Areinha e a isolada Igreja Nossa Senhora das Neves estão localizadas na transição entre o terraço marinho e a área periodicamente inundada. Particularmente, a Igreja Nossa Senhora das Neves (Figura 4), recebe centenas fieis no mês de agosto, correspondendo a um patrimônio histórico, cultural material e arqueológico, suas festividades podem ser requeridas como um patrimônio cultural imaterial o que possibilita a inserção da população no contexto da identidade regional, sobretudo, nos municípios no eixo RJ, ES e MG.

Os usos pretendidos e a vulnerabilidade às inundações periódicas fazem desta área, no Município de Presidente Kennedy, uma das mais frágeis da região analisada em função da

complexidade da dinâmica de circulação das águas durante o período de cheias. Sua fragilidade repousa no fato de que qualquer intervenção nela ou próxima a ela provocará uma série de impactos.



Figura 4 – Igreja Nossa Senhora das Neves no Município de Presidente Kennedy.
Foto Eneida Mendonça: Setembro de 2013.

A categoria de fortíssima fragilidade, localizada na unidade geomorfológica dos terraços marinhos e adjacências, a partir, de uma série de empreendimentos previstos nos setores de mineração (Ferrous), petróleo, porto (Terminal Portuário de Presidente Kennedy – TPK), entre outros, potencializa os maiores impactos, tais como prováveis alterações na dinâmica de sedimentos na linha de costa, na restinga mais preservada em todas as suas variações fitofisionômicas. Por se tratar de uma Área de Preservação Permanente protegida por Lei Federal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) essa vegetação não poderia sofrer nenhuma intervenção antrópica, bem como as outras áreas de restinga, em processo claro de recuperação destacando-se a mata de clusia e o brejo de restinga.

Constata-se também que os impactos podem se estender para além de Presidente Kennedy, alcançando os Municípios vizinhos como São Francisco de Itabapoana (RJ) e de Marataízes (ES) que apresentam características geomorfológicas semelhantes, pois estão muito próximos da área prevista para os empreendimentos, com forte tendência ao surgimento dos aparatos urbanos e industriais.

Dentre locais que apresentam reduzida fragilidade em função da instalação dos empreendimentos, em um primeiro momento, é o da planície intertidal ou planície intermaré, onde estão os manguezais e apicuns. Todavia, essa fragilidade, pode tornar-se de moderada a forte, pois, todos os impactos que se direcionam à planície fluvial podem, alcançar a foz e, dessa forma, atingir os manguezais, provocando impactos inclusive sobre a pesca.

Torna-se necessário mencionar que além dos possíveis impactos diretos na planície e à zona costeira, os empreendimentos trarão transformações territoriais de diferentes ordens que repercutem diretamente na sociedade local e regional, bem como nas ações governamentais, tais como: demanda de bens e serviços, que exigirão investimentos em mais postos de saúde, hospitais, novas escolas, incremento do comércio, infraestrutura hoteleira, estações de tratamento de esgoto doméstico, industrial e hospitalar, incremento no transporte urbano e interurbano (mobilidade), valorização da mão de obra local, qualificação de pessoal, geração

de renda e emprego, investimento na área de segurança, incremento no abastecimento de água residencial e industrial, dentre outros.

4. Considerações Finais

A partir do estudo integrado dos elementos e processos socioambientais na região da planície do rio itabapoana e adjacências torna-se evidente a susceptibilidade a eventos sazonais de inundação, constituindo-se numa área natural de amortecimento de cheias com dinâmica de escoamento superficial das águas lântico (de águas semiparadas) nos eventos de precipitações concentradas, como o último ocorrido em janeiro de 2014.

Constitui-se também a referida região, do ponto de vista ambiental, num ecossistema de importância para a reprodução de espécies, sobretudo da fauna, com elevada fragilidade a modificações, a exemplo de solo criado (aterros), dragagens e queimadas. apresenta ainda, um elevado valor histórico cultural imaterial e material como a igreja das neves, arqueológico (ocorrência de sambaquis), além do valor cênico da região do “pantanal capixaba”, somando a um conjunto de atributos com elevado potencial para o turismo de contemplação e pesquisas.

Do ponto de vista jurídico, como já mencionado, a respectiva área é resguardada por leis, portanto não recomendável à expansão do perímetro urbano ou criação de pólo/área industrial. também, a lei estadual de uso e parcelamento do solo coloca que as parcelas (residenciais e industriais) devem situar-se em ambientes com capacidade de assimilação de resíduos, sendo a área de estudo inadequada para tais usos.

Em relação aos efeitos ou impactos potenciais, podem ser mencionados uma série, caso ocorra à ocupação e construção de equipamentos residenciais/industriais e vias. porém, merece destaque, em especial, os efeitos nos recursos hídricos locais e adjacentes, em função da complexidade do escoamento das águas superficiais da região, sendo: alteração do regime hidrológico e nível do lençol freático em decorrência das mudanças no escoamento superficial e infiltração pela construção de vias, obras de drenagem e parcelamentos; contaminação do lençol freático por efluentes domésticos e/ou industriais, ou ainda por acidente de veículo de carga transportando substâncias tóxicas.

Ainda, com relação aos recursos hídricos, existem outros riscos como os eventos de inundação caso as áreas sejam ocupadas. mesmo que ocorram obras de engenharia de drenagem, futuramente a mesma necessitará de manutenção com dragagens periódicas gerando custo extra para o município, uma vez que o processo de sedimentação/assoreamento é rápido nesses ambientes (Coelho, 2009). Outro aspecto, relacionado ao risco de inundação, diz respeito à influência da maré. mesmo com obras de drenagem e manutenção do canal em dia, num evento de marés altas de sizígia, a região possivelmente será inundada, não havendo como escoarem em direção ao oceano.

Enfim, o que se observa na zona de passagem de cheias e linha de costa adjacente, é “apenas mais uma paisagem” - de elevado valor cênico - que nos últimos anos tornou-se alvo de projetos/empreendimentos de médio grande porte incentivados pelas políticas dos governos municipal, estadual e federal desconsiderando os complexos processos físicos/naturais que ali operam como os eventos de inundações recorrentes que atingem 136,65 km², durante a zona de passagem de cheias, além do comprometimento de tradições importantes como a festa religiosa, que ocorre a mais de 100 anos em homenagem a nossa senhora das neves recebendo centenas de romeiros do ES, RJ, MG e outras regiões do Brasil.

Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. N. **Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**, São Paulo, Ed. Ateliê Editorial. 2003. 160p.

ANA/BRASIL– Agência Nacional das Águas, **Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul: trecho leste – sinopse de informações do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe**, 2001. (CD-ROM nº 4).

BOTELHO, Rosângela G. M., Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A.J.T. (org.) **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Dispõe o novo código florestal**. 2012.

CARNEIRO, P. R. F. e MIGUEZ, M. G. **Controle de Inundações em Bacias Hidrográficas Metropolitanas**. São Paulo, Ed. Annablume. 2011, 302 p.

COELHO, A. L. N. **Relatório Técnico Ambiental do PDM de Presidente Kennedy**, 2009.

COELHO, A. L. N. **Uso de Produtos de Sensoriamento Remoto para Delimitação de Área Efetivamente Inundável: estudo de caso do baixo curso do rio Benevente Anchieta – ES**. Vol. 4, No.2 (xii.2010): Revista Geográfica Acadêmica. 53-63.

CUNHA, Sandra B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.) **Geomorfologia uma Base de Atualização e Conceitos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 211-252.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Shpes/Planos de Informação (2012)**: Infra-estrutura urbana e rural, cursos d'água, massa de água (lagoas e barragens) bacias e sub-bacias hidrográficas, bairros, vias urbanas e interurbanas Disponível em: <mapas.ibge.gov.br> Acessado em 01/02/2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas Topográficas escala 1:50.000 - Presidente Kennedy - SF-24-G-II-2; Itapemirim - SF-24-H-I-1; Barra Seca - SF-24-G-II-4; Itabapoama - SF-24-H-I-3**, Década de 70.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico. 2010**.

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente. **Unidades Administrativas de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo**, 2014.

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.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil, subsídios para o planejamento ambiental**. 2006. Editora: Oficina de textos, São Paulo. 2006. 208p.

USGS - Geological Survey / Serviço Geológico Americano. **Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8**: datas de passagem 11/08/2013 e 02/01/2014. EUA. Acesso em 22 de janeiro de 2014a. Disponível em < <http://earthexplorer.usgs.gov>>.

USGS - Geological Survey / Serviço Geológico Americano. **Aquisição de dados altimétricos do sensor Aster**. EUA. Acesso em 22 de janeiro de 2014b. Disponível em < <http://earthexplorer.usgs.gov>>.