

## André Luiz Nascentes Coelho

Doutor em Geografia pela UFF, Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia CCHN/UFES, Coordenador do Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias  
alnc.ufes@gmail.com

## Giovanilton André Carretta Ferreira

Mestre em Planejamento Urbano e Regional pela UFRGS, Coordenador Técnico do Núcleo Cidades, Fundação Ceciliano Abel de Almeida / UFES  
giovanilton2002@hotmail.com

---

# Geotecnologias aplicadas em área inundável: O caso de Brejo Grande, Serra-ES

### Resumo

O presente artigo tem como objetivo principal apresentar uma proposta de análise integrada para a delimitação de área brejosa/pantanososa após um período de chuvas mensais excepcionais, empregando produtos e técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) juntamente com o uso da ferramenta Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os resultados do estudo foram satisfatórios, já que permitiram não apenas delimitar a área realmente inundável da Região de Brejo Grande, no município da Serra, Estado do Espírito Santo, mas também compreender a dinâmica operante das águas superficiais e reflexos nas adjacências, como na Baía de Vitória. Tal metodologia também possibilita a delimitação de outras áreas inundáveis no Estado e em regiões do Brasil, que apresentam as mesmas características ambientais, constituindo-se, assim, numa importante ferramenta no auxílio das tomadas de decisões e ordenamento do território.

**Palavras-chave:** Geotecnologias, Sensoriamento Remoto, Ordenamento Territorial e Ambiental, Análise Geográfica.

### Abstract

GEOTECHNOLOGIES APPLIED IN FLOODING AREA: THE CASE OF BREJO GRANDE, SERRA-ES, BRAZIL

The present article has as objective of analysis integrated for the delimitation of slouch area after period of monthly concentrated rains using products and

techniques of Remote Sensing together with the use of the Geographic Information System. The result of the study was presented satisfactory, therefore it allowed, not only, to delimit the subject to flooding area of the Region of Brejo Grande, in the city of the Serra, state of the Espírito Santo, Brazil, as well as to understand the operative dynamics of superficial waters in the e region consequences in the adjacencies as in the bay of Vitória. Such methodology also makes possible the delimitation of other subject to flooding areas in the state and regions of Brazil with the same characteristics, consisting in important information in the aid in the taking of decisions.

**Key-words:** Geotechnologies, Remote Sensing, Territorial Planning, Geographic Analysis.

## 1. Introdução

Os estudos contemporâneos com enfoque físico-ambiental e o emprego de geotecnologias possuem relevância no escopo das geociências, pois, a partir deles, é possível entender as condições gerais da dinâmica da paisagem, contribuindo para o desenvolvimento de prognósticos e interpretações geoambientais (LANG; BLASCHKE, 2009). Um exemplo é a espacialização e a análise do espelho d'água de área brejosa / pantanosa<sup>1</sup> no auxílio de tomadas de decisões, pois, se dispusermos do zoneamento dessas áreas, poder-se-ia com isso designá-las para usos mais adequados.

Esses estudos fundamentam-se, tradicionalmente, na observação da paisagem em espaço de tempos distintos (períodos de estiagem e chuvas), na estruturação histórico-espacial realizada por ações humanas sobre os atributos naturais, em técnicas cartográficas baseadas em cartas topográficas com escalas diversas, associadas à fotointerpretação, e em pesquisas sobre os rególitos, com o objetivo final de compreender a dinâmica operante (BIGARELLA, 2003; ROSS, 1990; AB'SÁBER, 1969).

Atualmente, com o acesso aos modernos Sistemas de Informações Geográfica (SIGs), bem como a utilização de produtos obtidos de sensores orbitais e suborbitais é possível elaborar diversos produtos, dentre eles, Modelos Numéricos de Terrenos (MNTs) derivados de dados interferométricos, destacando a arquitetura do relevo (estruturas, modelados, rede de drenagens, entre outros) em diversas escalas, desde alguns metros, até centenas de quilômetros,

proporcionando variados tipos de análises no âmbito dos estudos geoambientais (JENSEN, 2009; VALERIANO, 2008; FLORENZANO, 2008, 2007 e 2005).

Em face deste cenário geotecnológico, o presente artigo teve como objetivo principal delimitar área brejosa inundada<sup>2</sup> (após período de chuvas mensais concentradas) com auxílio de ferramenta SIG (Sistemas de Informações Geográficas) integrada com dados e técnicas de Sensoriamento Remoto, além de campanhas de campo na região de Brejo Grande, município da Serra, no estado do Espírito Santo. Como objetivos específicos buscou-se: identificar as maiores precipitações mensais na região com base na série histórica de 30 anos; destacar as principais etapas de aquisição e tratamento de produtos orbitais como as imagens do sensor CCD (Couple Charged Device) do satélite CBERS-2B (China-Brazil Earth Resources Satellite) e dados do projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission); realizar uma análise geográfica integrada, considerando os fatores socioambientais, em especial a dinâmica das águas superficiais da área de estudo e sua influência nas adjacências, como na Baía de Vitória; verificar a viabilidade/eficiência da aplicação de estudos temporais com o emprego de imagens compostas para os canais 2:4:3 RGB do satélite CBERS-2B fundidas ao modelo numérico do terreno auxiliando a delimitação de área brejosa inundada; difundir o uso integrado e a aplicação das geotecnologias referentes aos produtos derivados de sensoriamento remoto e dos sistemas de informações geográficas nos estudos geográficos, e no auxílio nas tomadas de decisões, a exemplo da proposição de usos mais adequados da região de estudo.

## **2. Área de estudo**

A área de estudo (Figura 1), conhecida como Brejo Grande (IBGE, 1978), está localizada na porção sul do município da Serra-ES, que faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória<sup>3</sup> (RMGV). Do ponto de vista sócio-econômico, é caracterizada como uma região estratégica de topografia plana, na sua maior parte, alvo dos empreendedores imobiliários pela proximidade com importantes eixos modais de entrada e escoamento

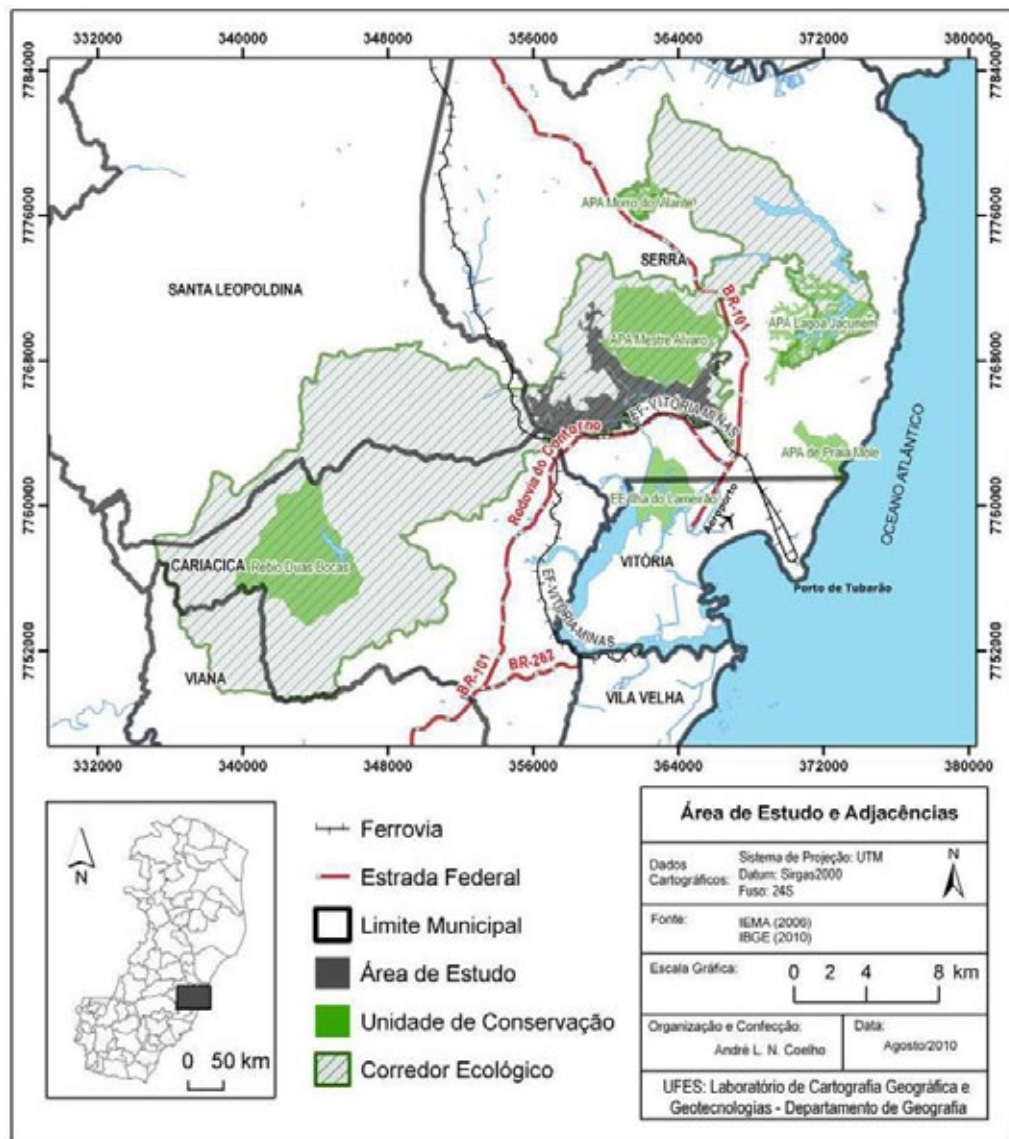
de produtos, como a BR-101, que se interliga com outra importante rodovia federal, a BR-262. Há também a Estrada de Ferro Vitória-Minas, que corta o limite sul da área em análise, além de situar-se próxima ao porto de Tubarão e do aeroporto de Vitória. A área também é atravessada pelo Gasoduto Cacimbas-Vitória, importante fonte de energia para determinadas atividades industriais (Figura 1). Do ponto de vista geoambiental, é considerada uma área com atributos naturais relevantes, entre eles a originalidade/conservação do ambiente, o elevado valor cênico da região, com boa parte da área brejosa, naturalmente submetida a eventos de inundação durante os períodos de chuvas mensais concentradas. No entorno há o destaque para os maciços graníticos como da Área de Proteção Ambiental do Mestre Álvaro, Serra do Mororon e Morro Agudo.

Em função dessas peculiaridades ambientais, a região encontra-se totalmente inserida no Corredor Ecológico Duas Bocas Mestre Álvaro, definido como um dos dez corredores prioritários de conservação da Mata Atlântica do Espírito Santo, conforme proposta do Governo do Estado em parceria com o Ministério do Meio Ambiente<sup>4</sup>.

Na região, atualmente, estão sendo previstos planos que interferem diretamente na área de estudo, a exemplo da implantação de uma rodovia denominada Contorno do Mestre Álvaro, com o objetivo de desviar parte da frota de caminhões pesados que trafegam na BR-101, no trecho urbano que corta o município da Serra.

Há também por parte do setor empresarial / privado interesse em implantar ali novos parcelamentos e pólos industriais, propondo a expansão do perímetro urbano para a região de Brejo Grande, atualmente rural, a partir da revisão do Plano Diretor Municipal, ocupando, inclusive, a área brejosa através de aterros (solo criado), gerando com isso diversos conflitos de uso entre população, ambientalistas e governo.

**Figura 1**  
CORREDOR DUAS BOCAS - MESTRE ÁLVARO COM DESTAQUE PARA A ÁREA DE ESTUDO NO CENTRO-LESTE DO CORREDOR



### 3. Bases teóricas

Para dar conta dessa problemática, o referencial teórico partiu da análise geográfica integrada, adaptada à realidade socioambiental da unidade em estudo, o que possibilita uma investigação temporal e espacial, e a conjugação de elementos/atributos presentes no território, alcançando um estudo mais completo dos processos físicos e socioeconômicos contemporâneos. Ou, como explana Ross (2006, p. 53),

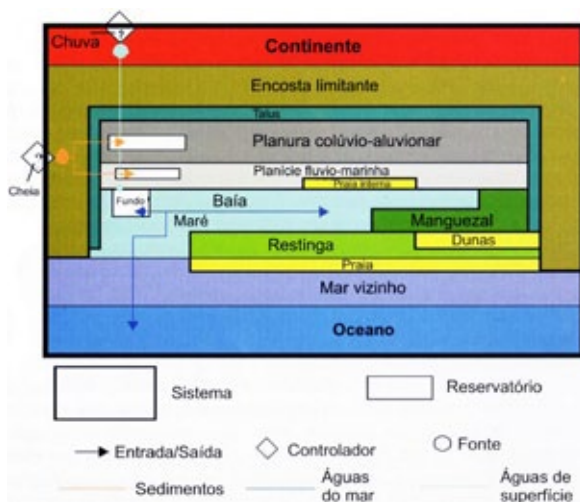
dentro dessa perspectiva de planejamento econômico e ambiental do território, quer seja municipal, estadual, federal, bacia hidrográfica, quer seja qualquer outra unidade, é absolutamente necessário que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas a potencialidade dos recursos naturais e humanos, de um lado, e as fragilidades dos ambientes de outro.

Ross (*op. cit.*, p. 45), de acordo com as colocações de Tricart e Kiewietdejonge (1992), ressalta também que “a visão descritiva e estática do meio ambiente é insuficiente. É preciso ir à direção do entendimento da sensibilidade do ambiente sob o ponto de vista da intervenção humana”.

Nesse sentido, tais estudos devem fundamentar-se, primordialmente, na observação do ambiente, entendido aqui como um sistema, exigindo um enfoque holístico e a seleção dos elementos mais relevantes, a escala de análise a ser considerada e a temporalidade na paisagem.

Xavier-da-Silva (2007) apresenta uma forma complementar a anterior, de análise do ambiente com apoio em fluxogramas (Figura 2), objetivando identificar, inicialmente, elementos (entidades) e eventos (processos) relevantes para a investigação e definição dos planos de informação que serão trabalhados por meio de um SIG, para, posteriormente, serem representados cartograficamente dentro do processo de construção de um mapa. Assim, é possível verificar a localização e extensão de impactos. Também com o uso prudente de outras ferramentas do SIG, apoiado em conhecimentos ambientais específicos, pode-se gerar estimativas, modelagens, em detalhe, por procedimentos geoestatísticos, a exemplo de diagnósticos e prognoses ambientais.

**Figura 2**  
FLUXOGRAMA IDEALIZADO DA DINÂMICA DE UMA PLANÍCIE SUJEITA A EVENTOS DE INUNDAÇÃO.



Fonte: Xavier-da-Silva (2007, p. 36).

Apesar da simplicidade, a figura revela um recorte esquemático de uma dada área na qual ocorrem fluxos de matéria e energia, que podem partir tanto do continente quanto do oceano, distribuindo-se dentro de diversos subsistemas, tais como as encostas, as planícies flúvio-marinhas sujeitas a inundações, manguezais, dentre outros, também dependentes de forças externas.

No fluxograma, Xavier-da-Silva observa também que

poderiam ser consideradas duas situações, uma delas referente a cheias periódicas motivadas pelo ultrapassar da capacidade de armazenamento de águas pluviais pelos reservatórios considerados, e outra trazida pelo crescimento desordenado da urbanização de áreas alagadiças e/ou próximas de corpos líquidos. Pode ser facilmente inferida a possibilidade de esse ambiente estar comprometido pela possível ocorrência de inundações de áreas urbanizadas, episodicamente, na atualidade, no futuro, conforme alternativas possíveis de crescimento urbano (XAVIER-DA-SILVA, 2007, p. 37).

Tal metodologia, além de ser mais atualizada/aperfeiçoada é considerada apropriada para se estimar a vulnerabilidade frente às inundações de

planícies, como a da área analisada, pois leva em consideração os eventos ou processos externos, a exemplo da ocorrência de chuvas, repercutindo na capacidade do brejo comportar certa quantidade de água, o que causaria seu transbordamento.

#### **4. Material utilizado**

Para que os objetivos propostos nesse estudo fossem alcançados, ele foi dividido em duas principais etapas, sendo:

Primeira: aquisição de referencial bibliográfico e documentos abordando a temática, tais como: artigos, periódicos; Relatório Técnico Ambiental do PDM da Serra (COELHO, 2009); Relatório Planejamento Estratégico Agenda 21 (PMS, 2007); Cartas Topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1970) escala 1:50.000 correspondentes ao dobramento das folhas/nome SF-24-V-B-I-1 (Serra: MI-2580/1) SF-24-V-B-1 (Vitória: MI-2580/3) e SF-24-V-B-I-2 (Nova Almeida MI-25802); documentos e mapas Geológicos, Geomorfológicos, Pedológicos, volume 32, do Projeto RADAMBRASIL (1983); pesquisa da série histórica das precipitações mensais mais expressivas na região junto ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2010).

Segunda: aquisição de Planos de Informações: Unidades de Conservação e Corredores Ecológicos (IEMA, 2006; IPEMA, 2005); Infraestrutura urbana e rural, cursos d'água, massa de água (lagoas, barragens e oceano) bacias e sub-bacias hidrográficas, rodovias, marcos geodésicos adjacentes (IBGE 2010a); Imagens orbitais gratuitas com resolução espacial de 20 x 20m do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2010), satélite CBERS-2B/CCD, Órbita 148, ponto 123, datas de passagem 24/02/2010 e 07/11/2009, respectivamente (Tabela 1); dados do radar interferométrico da missão SRTM cena SF-24-V-B com resolução espacial de 90 metros, abrangendo a área de estudo e adjacências (EMBRAPA, 2005); registro fotográfico com câmera digital 12 megapixel, registro de pontos de interesse com aparelho receptor de GPS (Global Positioning



System) Garmin Série H, Microcomputador PC; e Sistema de Informações Geográficas ArcMap 9.3.1.

**Tabela 1**  
CARACTERÍSTICAS DAS IMAGENS ADQUIRIDAS

Satélite / Instrumento	Órbita	Ponto	Resolução Espacial	Composição	Data da Passagem	Observação da Área
CBERS-2B / CCD	148	123	20 x 20m	2R; 4G; 3B	07/11/2009	Inundada
					24/02/2010	Brejosa normal

Fonte: Organizado pelo Autor.

## 5. Técnicas de SIG e SR utilizadas

A organização dos dados vetoriais teve início com a criação de um projeto no SIG ArcMap e a adição dos Shapes / Planos de Informações (PIs) abrangendo a região de Brejo Grande e adjacências ajustados, quando necessário<sup>5</sup>, no sistema de coordenadas UTM, Datum SIRGAS-2000 Zona 24 Sul com todo o mapeamento produzido seguindo a padronização cartográfica<sup>6</sup>.

Já a organização e o tratamento dos dados raster iniciou-se com o processamento dos dados interferométricos SRTM com SIG ArcMap, realizando a reprojeção (Project Raster) – das coordenadas geográficas WGS-84 para UTM SIRGAS-2000 Zona 24 Sul – seguido do recorte para a área de estudo e adjacências, através da função extract by mask. Após o recorte dos dados interferométricos, foi gerado o modelo numérico do terreno (hillshade).

O Processamento Digital da Imagem (PDI) iniciou-se com o ajuste da iluminação com rotinas de realce, seguida da composição (composit bands) das imagens de cada ano (2009 e 2010) do satélite CBERS-2B nas bandas RGB colorido falsa-cor com a combinação da banda 2 ao filtro vermelho, banda 4 ao filtro verde e a banda 3 associada ao filtro azul (2R; 4G; 3B), correspondendo, respectivamente, aos comprimentos de ondas verde, infravermelho próximo e vermelho. Nesta composição, foram realçadas as características

da água (tons de azul escuro ao preto), do solo e das áreas urbanizadas (tons cinza-rosa), enquanto a vegetação apresenta tonalidades esverdeadas.

Em seguida, as imagens de cada ano compostas foram registradas/georeferenciadas (Georeferencing) e retificadas geometricamente com Pontos de Controle Terrestres (PCTs), tomando como base os marcos geodésicos adjacentes do IBGE(2010b) e em coordenadas obtidas por GPS (Figura, 3), seguida da criação de uma máscara / plano de informação abrangendo a área e adjacências com posterior recorte da imagem através da função *extract by mask*. Posteriormente, realizou-se a fusão do modelo numérico do terreno em cada imagem (2009 e 2010) utilizando-se a técnica de transformação de Brovey disponível no SIG ArcMap (*panchromatic image*).

O próximo passo foi a realização do processo de análise e interpretação visual comparando as imagens de 2009 e 2010 e, posteriormente, digitalização dos alvos de interesse (área 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 de imagens compostas (RGB), fundidas com o modelo numérico do terreno, possibilitou uma melhor definição da área inundada, que foi posteriormente validada com campanhas de campo utilizando-se GPS e registro fotográfico.

## **6. Resultados**

### *6.1. Delimitação da real área inundável*

Na Figura 3 é apresentado o resultado da composição das bandas de imagens de satélite da região de Brejo Grande e adjacências (municípios de Santa Leopoldina e Cariacica) do dia 24/02/2010 no período estiagem/seco com relativa retração do brejo, porém com solo encharcado, e em 07/11/2009 com base na precipitação mais expressiva dos últimos trinta

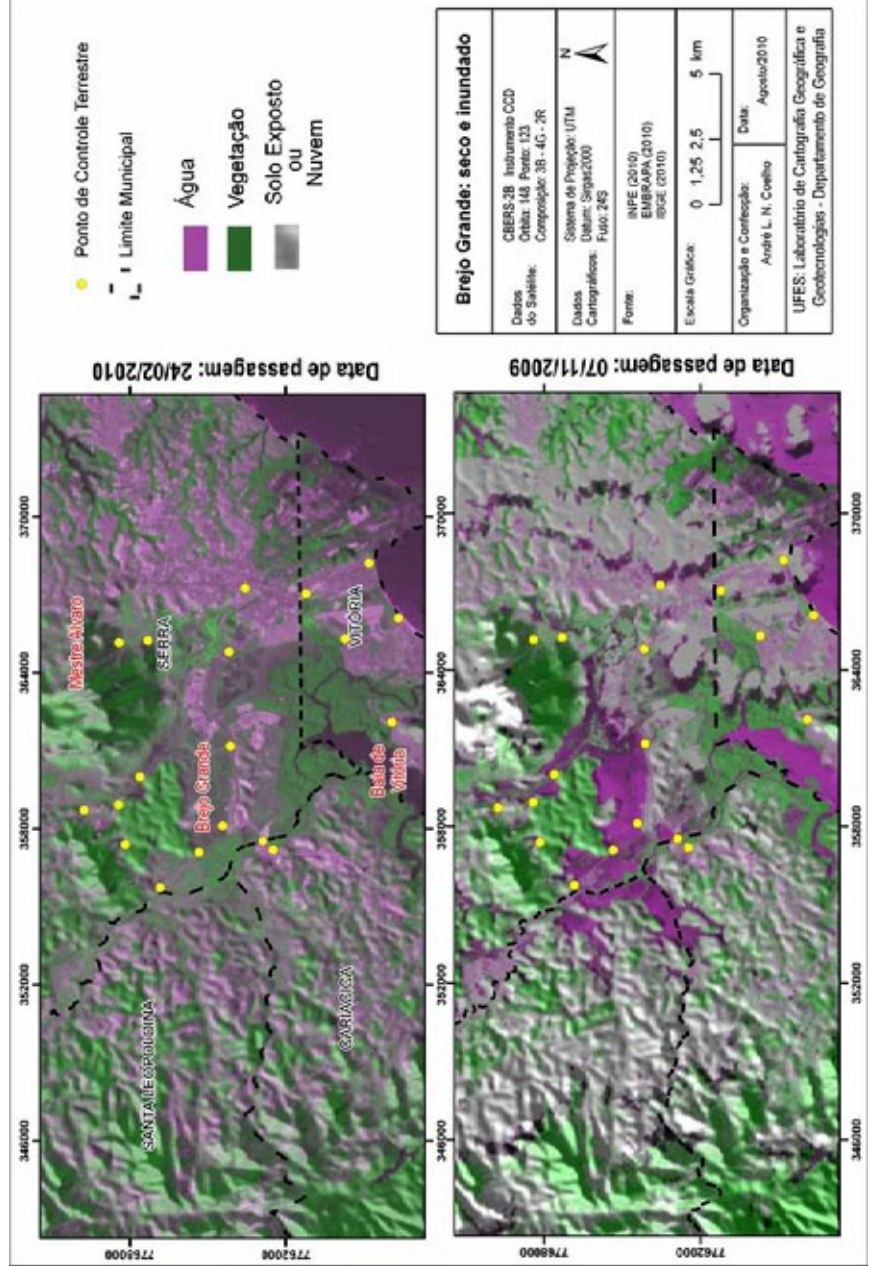
anos (outubro de 2009), que serviram de base no processo de interpretação e vetorização da área efetivamente inundada.

A Figura 4 apresenta a área total inundada que está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória (IEMA, 2004) abrangendo, além do território serrano, parte dos municípios de Santa Leopoldina e Cariacica. Observou-se com base na Figura 4 e Tabela 2, que a área inundada é mais significativa no município serrano abrangendo uma área de 19,56 km<sup>2</sup>, correspondente a 3,55% da área total do território do município, enquanto os municípios vizinhos abrangem total de 7,66 km<sup>2</sup>.

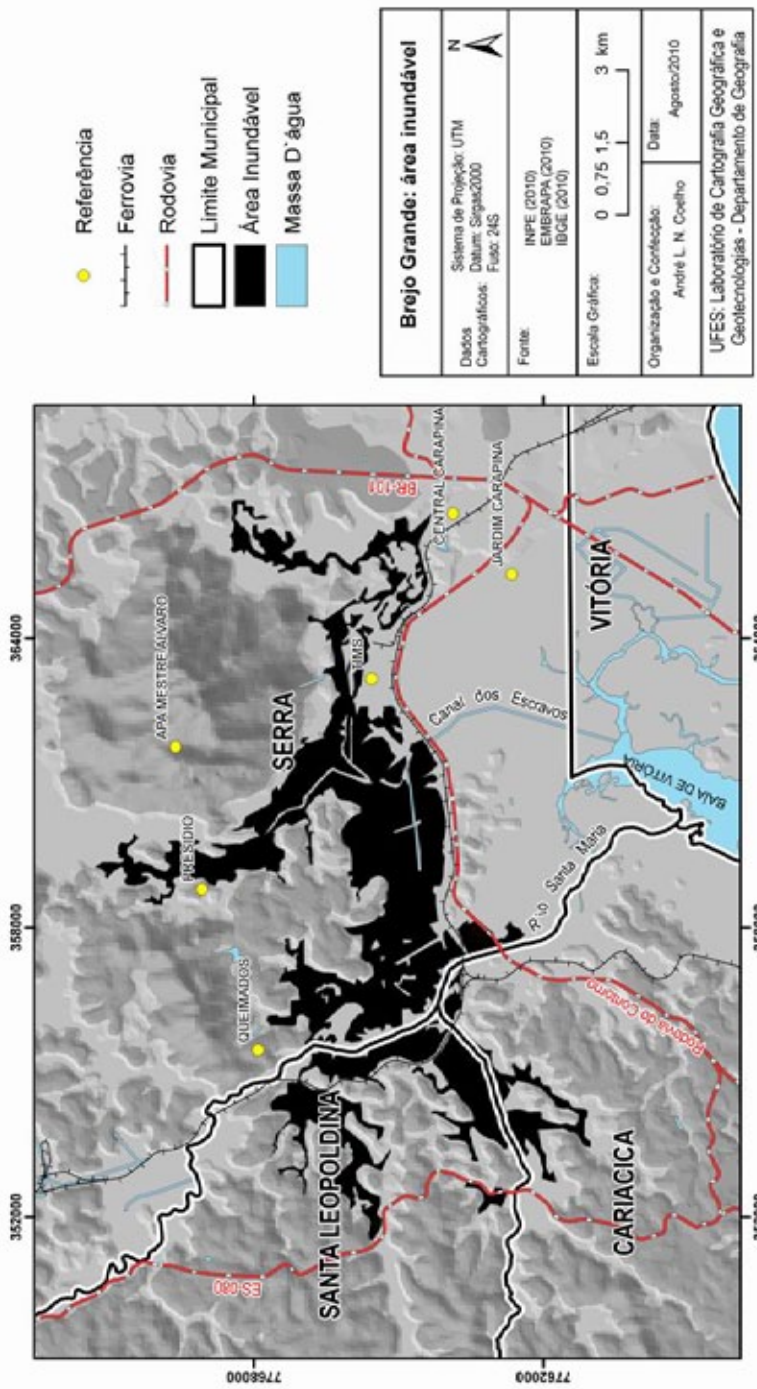
A Figura 5 destaca registros fotográficos na porção sul da área de estudo, com data de 28/11/2007, período de estiagem/seco, e em 12/10/2008, inundado. Nesses dois registros, é possível notar que a área em questão (em segundo plano) possui topografia plana e, quando inundada, resulta em um ambiente lântico de águas semiparadas típicas de brejo.

Essa característica lântica, constatada em campanhas de campo e com base em imagens, é explicada em função do município da Serra possuir maior área plana e concentrar boa parte da drenagem no Canal dos Escravos em direção à Baía de Vitória (ver figura 4).

**Figura 3**  
 IMAGENS DE SATÉLITE FUNDIDAS COM O MODELO NUMÉRICO DO TERRENO EM PERÍODO DE ESTIAGEM (SUPERIOR EM 24/02/2010) E INUNDADO (INFERIOR EM 07/11/2009)



**Figura 4**  
 MODELO NUMÉRICO DO TERRENO E ÁREA DELIMITADA COM BASE EM IMAGENS DE SATÉLITES VALIDADAS COM CAMPANHAS DE CAMPO

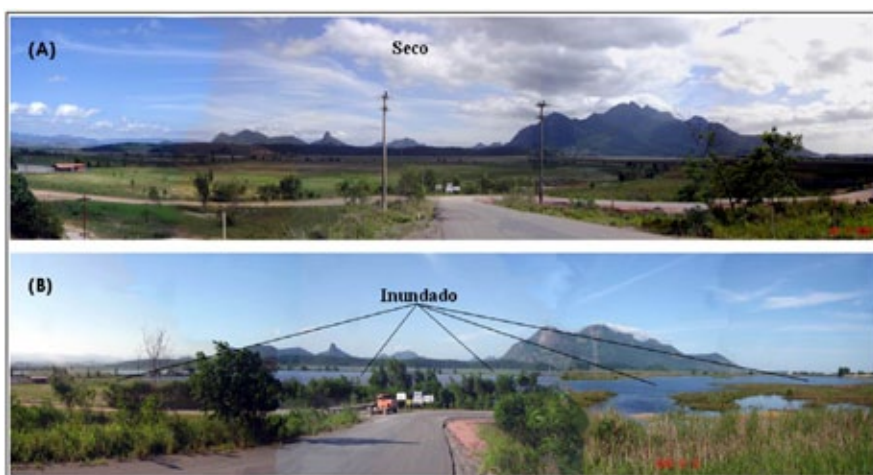


**Tabela 2**  
 CARACTERÍSTICAS DA IMAGEM ADQUIRIDA EM PERÍODO INUNDADO E ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Satélite / Instrumento	Composição	Data da Passagem	Município	Área total do Município km <sup>2</sup>	Área Inundada km <sup>2</sup>	Percentual
CBERS-2B/CCD	2R; 4G; 3B	07/11/2009	Serra	550,46	19,56	3,55
			Santa Leopoldina	715,68	5,80	0,81
			Cariacica	275,74	1,86	0,68
<b>Totais</b>				1.541,88	27,22	5,04

Fonte: Organizado pelo Autor.

**Figura 5**  
 REGISTRO EM CAMPO DA ÁREA DE ESTUDO EM PERÍODO SECO/ESTIAGEM COM SOLO APENAS ENCHARCADO (A) EM 28/11/2007 E INUNDADO (B) EM 12/10/2008



Outro aspecto identificado é a influência da maré na região conhecida como piracema (à direita da figura 5), podendo ser comprovada a ocorrência de Mangue ao longo do Canal dos Escravos (indicador natural).

## 6.2. Observações complementares

### 6.2.1. Geologia/Geomorfologia da área

A área delimitada do ponto de vista geológico/geomorfológico abrange terrenos do quaternário, configurando-se como uma planície litorânea com depósitos aluvionares, flúvio-marinhos, marinhos e ocorrência de brejos e pântanos (RADAMBRASIL, 1983).

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 flúvio-lactustres quaternárias e serras pré-cambrianas compostas por rochas cristalinas.

Em sua proposta, Dominguez *et al.* (1981) apresentam um modelado dividido em 8 estágios (A a H), representando, em "F", a formação e a evolução das planícies costeiras e flúvio-marinhas quaternárias na costa leste do Brasil, relacionadas a uma série de eventos, sobretudo, das variações eustáticas e climáticas ocorridas no decorrer do período Quaternário. Este estágio "F" foi caracterizado pelo máximo da última transgressão (Transgressão Santos), ocorrida entre 6.000 e 7.000 anos Ap. O nível médio relativo do mar chegou próximo ao atual e, a seguir, passou por um máximo, situado a 4 a 5m acima do atual. (DOMINGUEZ *et al.*, 1981; AB`SÁBER, 2003). Isto é, no máximo da última transgressão a Baía de Vitória estendia-se além da área de estudo.

As manchas de solos predominantes na área delimitada são: 1 - Glei Pouco Húmico (Gleissolos Háplicos) e 2 - Solonchak Sódico (Gleissolos Sálidos), ambos com ocorrência de tiomorfismo (EMBRAPA, 1999; RADAMBRASIL, 1983).

O Tiomorfismo é uma particularidade de hidromorfismo e indica alterações morfológicas e químicas nos solos, impostas pelo excesso de água no perfil (encharcamento). Nestas condições o arejamento torna-se deficiente, o que condiciona lenta decomposição da matéria orgânica por microrganismos anaeróbios, provocando seu acúmulo. Estes organismos transferem elétrons do carbono orgânico para outros elementos como o

ferro e o manganês, reduzindo-os. Na forma reduzida estes elementos são mais solúveis, portanto, mais móveis no perfil, podendo, inclusive, causar toxidez para as plantas. A ausência de Fe<sup>3+</sup> (forma oxidada) ou o predomínio de Fe<sup>2+</sup> (forma reduzida) faz com que o solo desenvolva cores acinzentadas (gleizadas, daí o nome gleização também usado para este processo) abaixo de um horizonte mais escuro rico em matéria orgânica.

Os solos tiomórficos caracterizam-se por altos teores de enxofre sob a forma de sulfetos, exalando um mau cheiro característico, e ocorrem em depressões litorâneas e manguezais como na área estudada (RESENDE *et al.*, 2007).

#### 6.2.2. Área de Estudo: aspectos jurídicos

Dois instrumentos jurídicos de competência federal são mencionados no sentido de evidenciar a situação da área que é resguardada por lei e resolução. Transcreve-se, abaixo, fragmento da Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e a proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica,

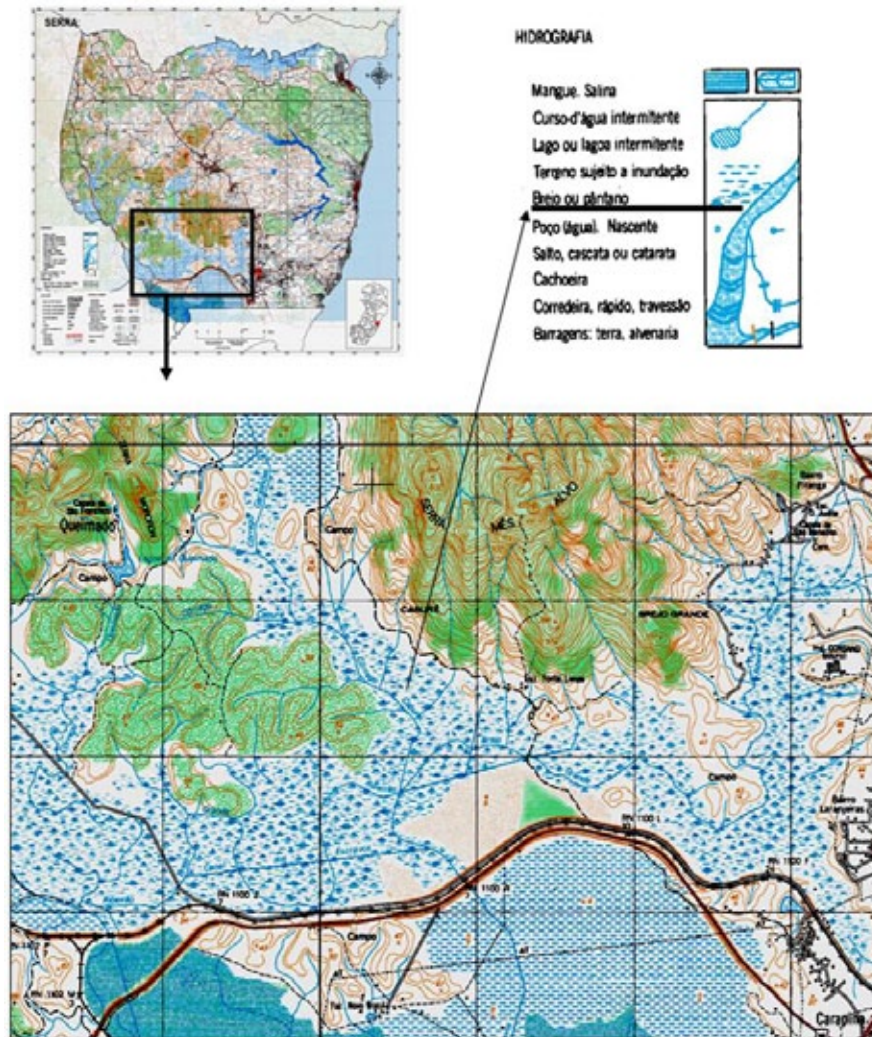
Art. 2º. Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste.

Salienta-se, primeiro, que o dispositivo ora focado toma como base o Bioma Mata Atlântica com as formações florestais nativas e ecossistemas associados, com base em mapa/carta do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. Também no final do artigo 2º é mencionado que os brejos interioranos são integrantes do Bioma Mata Atlântica.



**Figura 6**

CARTA TOPOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DA SERRA DESTACANDO A LEGENDA E ÁREA DE ESTUDO COM CARACTERÍSTICAS DE BREJO OU PÂNTANO



Fonte: Adaptado da folha SF-24-V-B-I-1, Serra, IBGE (1978).

Na Figura 6 é destacada a área em análise, com base na carta do IBGE, indicando a mesma como espaço de brejo ou pântano, portanto,

inserida no Bioma Mata Atlântica conforme artigo 2º da Lei 11.428, de 22 de Dezembro de 2006.

Tomando como base o Art. 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, incisos IV e X, *ipses verbis*:

Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

[...]

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

[...]

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

Quanto às disposições destacadas da Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, merece ser melhor esclarecido o termo “Vereda”, que possui denominações regionais como: (1) no Brasil Central, para caracterizar todo o espaço brejoso ou encharcado que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d’água de rede de drenagem, onde há ocorrência de solos hidromórficos com renques de buritis ou formas de vegetação típica; (2) Em outras regiões do Brasil, é caracterizada como local em que o lençol freático aflora na superfície do solo onde o relevo dificulta o escoamento da água<sup>7</sup>. É importante observar que ambos os dispositivos jurídicos se reportam a ambientes em que há o afloramento da água/lençol freático e ocorrência de solo encharcado, ou seja, ambientes caracterizados pela presença de solos hidromórficos.

Com suporte nessas colocações anteriores, pode-se inferir que a área de estudo está inserida em um ambiente com dificuldade de escoamento de água (lêntico) e ocorrência de solos hidromórficos, em parte da área havendo a presença de manguezal, conforme observações em campo. Portanto, o ambiente é caracterizado como Área de Preservação Permanente, resguardado pela resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002.

Não obstante, outras leis e resoluções de competência federal, estadual e municipal, a exemplo do código municipal do meio ambiente da Serra, fazem menção de ambientes com as mesmas características do analisado como espaços protegidos.

## 7. Conclusões

A partir do estudo integrado dos elementos e processos socioambientais na região de Brejo Grande e adjacências, fica 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 ocorreu em outubro de 2009.

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 (foi um dos primeiros núcleos de povoamento do município), arqueológico (ocorrência de sambaquis), além do valor cênico da região e entorno, como a APA do Mestre Álvaro, somando um conjunto de atributos com elevado potencial para o turismo de contemplação e pesquisas. Em função desses atributos, a área estudada é indicada como um dos corredores de Mata Atlântica prioritários para a conservação.

Do ponto de vista jurídico, como já mencionado, a respectiva área é resguardada por lei e resolução, portanto não recomendável à expansão do perímetro urbano ou criação de pólo/área industrial. Também a Lei Estadual de Uso e Parcelamento do Solo e Lei municipal colocam que os parcelamentos (residenciais e industriais) devem situar-se em área com capacidade de assimilação de resíduos, sendo a área de estudo inadequada para tais usos, como pôde ser observado.

Em relação aos efeitos ou impactos potenciais, podem ser mencionados uma série, caso ocorra a ocupação e construção de equipamentos residenciais/industriais e vias<sup>8</sup>. Porém, merece destaque, em especial, os efeitos nos recursos hídricos locais e adjacentes, em função da complexidade da dinâmica das águas superficiais da região, sendo: alteração do regime hidrológico e nível do lençol freático em decorrência das mudanças no escoamento superficial e da 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.

Outro fator a ser ainda considerado é a extensão dos efeitos/impactos, pois todo o escoamento das águas superficiais verte em direção à Baía de Vitória, passando pela Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão (manguezal), de elevada importância para manutenção da fauna e flora da baía, conseqüentemente daqueles que dela dependem diretamente como os catadores e pescadores.

Ainda, com relação aos recursos hídricos, existem outros riscos como os eventos de inundação, caso a área delimitada seja ocupada. 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, se comparado com outras regiões (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 à Baía de Vitória.

Exemplos de áreas com as mesmas características de relevo/topografia, sujeitas a eventos de inundações, são a região do Rio Marinho (Figura 7) e Terra Vermelha, no município de Vila Velha, que, assim como a Serra, compõem a Região Metropolitana da Grande Vitória. Nesses locais a inundação é relativamente rápida, potencializada pela impermeabilização do solo por construções e vias, havendo com isso o escoamento rápido para o canal principal, levando-o a transbordar.

**Figura 7**

EXEMPLO DE ÁREA COM RELEVO SEMELHANTE À REGIÃO DE ESTUDO, JÁ OCUPADA, SUJEITA A EVENTOS DE INUNDAÇÕES PERIÓDICAS



Fotos: Cortesia de Wilson Pimenta da Silva (2009).

Na prática, é o município, através de seus representantes, que definirá de fato os usos na região em estudo. Para esses casos, sugere-se a solicitação de um parecer técnico de órgãos ligados ao meio ambiente como a própria Secretaria de Meio Ambiente do Município, o Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), a Defesa Civil Municipal e o Ministério Público.

A metodologia de delimitação de área brejosa inundada com uso de imagens temporais do satélite CBERS-2B mostrou-se satisfatória, podendo ser aplicada em regiões com morfologias semelhantes à da área de estudo, a exemplo das planícies do rio Doce, rio Itabapoana, rio Itapemirim, entre outras, no estado e no Brasil, contribuindo para um ordenamento mais adequado dessas paisagens.

## Notas

<sup>1</sup> O termo *brejoso ou pantanoso*, utilizado na área objeto de estudo, tomou como base a denominação existente na carta topográfica do IBGE (folha SF-24-V-B-I-1) e no Projeto RADAMBRASIL Volume 32. Existem outras designações dadas para esse tipo especial de ecossistema de águas rasas e semiparadas como *alagados, inundados, charco, banhado, paul, vereda*, entre outros. Porém, importante é ressaltar que a região, independente do termo utilizado e de interferência ocorrida, como as obras pontuais do Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), possui atualmente características típicas de brejo, que é abastecido por diversos cursos d'água no entorno, a exemplo daqueles situados na porção sul e oeste do morro do Mestre Álvaro, município da Serra-ES, que perdem sua identidade na porção plana brejosa, fato esse constatado em diversas campanhas de campo. Outro indicador natural que aponta a área como brejosa é o *solo*, apresentando características de má drenagem (encharcado), conforme informações da amostra do perfil de solo realizada pela equipe do projeto RADAMBRASIL na área de estudo. Para maiores detalhes do referido perfil consultar páginas 489 e 490 do Projeto RADAMBRASIL Volume 32 - Solonchak Sódico (Gleissolos Sálidos) perfil nº 38.

<sup>2</sup> A denominação nesse artigo de *área brejosa inundada* refere-se ao ambiente brejoso coberto com volume máximo de águas após período de chuvas concentradas.

<sup>3</sup> A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) é formada pelos municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, com uma população total de 1.686.045 habitantes (IBGE, 2009). O município da Serra possui 404.688 habitantes enquanto a capital Vitória possui 320.156 habitantes (IBGE, 2009).

<sup>4</sup> Os *corredores ecológicos* correspondem a grandes extensões de ecossistemas florestais de extrema importância biológica, delimitados em grande parte por conjuntos de unidades de conservação (existentes ou propostas), entremeadas por áreas com variados graus de ocupação humana e diferentes formas de uso da terra, na qual o manejo é integrado para garantir a sobrevivência de todas as espécies, a manutenção de processos ecológicos e evolutivos e o desenvolvimento de uma economia regional forte, baseada no uso sustentável dos recursos naturais. O conceito de corredores ecológicos permite ainda o incremento do grau de conectividade entre as áreas naturais remanescentes, sob diferentes categorias de proteção e manejo, através de estratégias de fortalecimento e expansão do número de unidades de conservação, incluindo-se aqui as

RPPNs, além da recuperação de ambientes degradados, quando considerado compatível (MMA, 2006; AYRES et al., 2005; SANDERSON et al., 2003).

<sup>5</sup> Uso dos parâmetros de transformação entre sistemas de coordenadas do SIG ArcMAP 9.3.1 tomou como base as resoluções propostas pela Presidência do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010b). Para saber mais a respeito acesse o site: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia>

<sup>6</sup> Apresentando além do objeto/da área de pesquisa um título representativo; a definição de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator); sistema geodésico de referência/Datum; fonte de informações, incluindo dos satélites como órbita, ponto, data de passagem, composição de imagens; toponímia; direção do norte; escala gráfica e legenda. Atendendo às qualidades essenciais de precisão, eficácia e legibilidade dos objetos representados do território (FITZ, 2008a, b; NOGUEIRA, 2008; JOLY, 1990).

<sup>7</sup> Consulta realizada no Glossário Ambiental do Ambiente Brasil em 04/09/2010. O conceito *vereda* no Dicionário Aurélio apresenta significados distintos para diversos estados do Brasil, porém todos eles referindo-se a ambientes com ocorrência de solos hidromórficos/encharcados.

<sup>8</sup> Outros impactos potenciais podem ser apontados, com base em observações em regiões já ocupadas com o mesmo tipo de topografia, sendo: alteração das características do solo (compactação para construção das vias de acesso, etc); alteração da topografia local (aterro); aumento das áreas de solo impermeabilizado (vias e construções); emissão de ruídos (máquinas, equipamentos e veículos); impacto visual (vias, construções, entulho); estresse da fauna e flora, vegetação com perda da biodiversidade; aumento das emissões por particulados (veículos e máquinas); entre outros.

## Referências

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

AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A.B.; QUEIROZ, H.L.; PINTO, L. P.; MASTERSON, D.; CAVALCANTI, R. B. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Maminaurá, 2005. 256p.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003, v. 3, p. 877-1436.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente-MMA. **Resolução CONAMA 303 de 20/03/2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica (Lei da Mata Atlântica).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente-MMA. **O corredor central da Mata Atlântica**: uma nova escala de conservação da biodiversidade / Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Conservação Internacional, 2006.

COELHO, A. L. N. **Relatório Técnico Ambiental do PDM Serra**. Serra: PATRIMÔNIO AMBIENTAL, 2009.

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**, n. 11, p. 225-237, 1981.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Monitoramento por Satélite**. 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 04 jul. 2010.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2008a. 160p.

FITZ, P. R. **Cartografia Básica** (nova edição). São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2008b. 144p.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia, conceitos tecnologias atuais**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2008. 318p.

FLORENZANO, T. G. Uso de Imagens no Estudo de Fenômenos Ambientais. In: **Iniciação em Sensoriamento Remoto**: Imagens de satélites para estudos ambientais. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 57-65.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na Geografia Aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 17, p. 24-29, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Cartas Topográficas** escala 1:50.000 folhas SF-24-V-B-I-1 (Serra: MI-2580/1) SF-24-V-B-1 (Vitória: MI-2580/3) e SF-24-V-B-I-2 (Nova Almeida MI-25802), década de 70.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Censos demográficos** 2000, 2007 e 2009 (estimativas de 2009).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Planos de Informação**: Infraestrutura urbana e rural, cursos d'água, massa de água (lagos e barragens), bacias e sub-bacias hidrográficas, bairros, vias urbanas e

interurbanas, marcos geodésicos adjacentes. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/>> Acessado em 9 jul. 2010a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Sistemas de Referência**. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/RPR\\_01\\_25fev2005.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/RPR_01_25fev2005.pdf)> Acessado em 9 jul. 2010b.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL-INCAPER. **Dados Climáticos**. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS DA MATA ATLÂNTICA-IPEMA. **Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo**: Cobertura florestal e unidades de conservação. Vitória-ES, 2005.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE-IEMA. **Planos de Informação**: Unidades de Conservação e Corredores Ecológicos, cedidos pela Subgerência de Geomática. 2006.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE-IEMA. **Unidades Administrativas de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo**. 2004 (CD-Rom).

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE. **Imagens do satélite CBERS2** - câmera/sensor CCD, Órbita 148, ponto 123, datas de passagem 24/02/2010 e 07/11/2009. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso: 26 jul. 2010.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos, SP: Editora Parêntese, 2009. 598p.

JOLY, F. A. **A Cartografia**. Campinas: Papirus, 1990. 136p.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.

NOGUEIRA, R. E. **Cartografia**: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. 2. ed. rev. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. 314p.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA. **Relatório Planejamento Estratégico Agenda 21 (2007 – 2027)**. 2007.

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.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: Base para Distinção de Ambientes. 5. ed. Editora Ufla, 2007. 322p.



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

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Editora Contexto, 1990. 85p.

SANDERSON, J.; ALGER, K.; FONSECA, G. A. B.; GALINDO-LEAL, C.; INCHAUSTY, V. H.; MORRISON, K. **Biodiversity conservation corridors**: planning, implementing, and monitoring sustainable landscapes. Washington, DC: Conservation International, 2003.

VALERIANO, M. de M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 72-104.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento em Estudos Ambientais: uma perspectiva sistêmica. In: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. de A. (editores técnicos). **Geomática**: modelos e aplicações ambientais. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 23–53.

Recebido em: 08/02/2011

Aceito em: 04/04/2011

