

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) COMO SUPORTE NA ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS

André Luiz Nascentes Coelho

Professor do Depto. de Geografia - UFES

andré.ufes@bol.com.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo apresentar os principais conceitos, fundamentos e aplicações do SIG (Sistema de Informações Geográficas) como instrumento de apoio na elaboração de Planos Diretores Municipais, abordando uma das suas etapas, que trata da análise territorial, seleção e espacialização das áreas de interesse ambiental para preservação no município da Serra, Região Metropolitana de Vitória, no estado do Espírito Santo, revelando-se uma tecnologia de suporte eficiente e de qualidade no planejamento e gestão do território.

Palavras-chave: Plano Diretor Municipal, Sistema de Informações Geográficas, Geotecnologias, Análise Territorial e Ambiental.

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS) AS SUPPORT IN THE URBAN AND REGIONAL PLANNING

ABSTRACT

The present article has as objective discuss concepts, foundations and applications of GIS (Geographical Information System) as tool in the elaboration of plans of city's approaching one of the stages that treat of the selection and spaces of the areas of environmental interest of the territory of the Serra, in Espírito Santo state, characterizing it in a technology support efficient and quality for planning of the territory.

Key-word: Planning Urban and Regional, Geographical Information Systems, Geotechnologies, Territorial and Environmental Analysis.

INTRODUÇÃO

No Brasil o crescimento das cidades continua ocorrendo de forma extremamente acelerada. Tal fenômeno se dá, por exemplo, com a crescente ocupação urbana na maioria das vezes de maneira irregular (MARICATO, 2001). Na tentativa de se alcançar um desenvolvimento mais ordenado das cidades o governo federal promulgou, em de julho de 2001, a lei nº 10.257, que determina os critérios de exigência do Plano Diretor para organizar o crescimento e o funcionamento do território.

O Plano Diretor é obrigatório para municípios que apresentam uma ou mais das seguintes características: possuir mais de 20 mil habitantes; ser integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; possuir áreas de especial interesse turístico e, estar situado em áreas de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental na região ou no país. Destaca-se que a legislação atual exige o Plano Diretor Municipal, e não somente Plano Diretor Urbano como acontecia em práticas passadas (BRASIL, 2001).

É o Plano Diretor Municipal² que estabelece as diretrizes para a ocupação, o desenvolvimento e o

Recebido em 14/05/2009

Aprovado para publicação em 19/05/2009

² O Plano Diretor Municipal é elaborado por uma equipe de especialistas havendo a também a participação da sociedade. Após a conclusão o PDM deve ser discutido e aprovado pela Câmara de Vereadores e sancionado pelo

funcionamento mais ordenado da cidade, sendo um conjunto de regras básicas que determinam o que pode e o que não pode ser feito em cada parte do seu território. Seu propósito maior é garantir, através de seus instrumentos, que os cidadãos possam viver melhor. Para se alcançar parte dos objetivos tem sido importante recorrer ao uso das geotecnologias³ como Sistema de Informações Geográficas - SIG, hoje caracterizado como um importante instrumento de apoio na execução de todas as etapas de elaboração, inclusive, no suporte de tomada de decisões do PDM como análise da taxa de ocupação, verticalização, traçado das vias, afastamentos, indicação da Zona Especial de Interesse Social - ZEIS, macrozoneamento, zoneamento, entre outras.

Diante desse contexto, o presente artigo pretende discutir e esclarecer alguns conceitos e fundamentos referentes ao uso do SIG direcionado a elaboração do PDM. São outros objetivos: apontar as principais formas de representação dos objetos / atributos territoriais; padronização cartográfica; definição de sistema de referência e exemplos do uso de algumas aplicações.

CONCEITOS E FUNDAMENTOS DO SIG: principais considerações

Em várias etapas de elaboração do PDM há a necessidade, quase sempre, de recorrer a mapas, sendo estes importantes recursos para facilitar a leitura da realidade local, visualizar e reunir as informações ressaltadas nas leituras técnicas, do governo e comunitárias. Esses produtos podem ser elaborados de várias maneiras, desde um simples programa de desenho representando o território até o uso de um software mais sofisticado como o Sistema de Informações Geográficas - SIG⁴.

O *Sistema de Informações Geográficas*, de acordo com Burrough e Mcdonnell (1998), constitui o tipo de estrutura mais importante em termos de viabilização do geoprocessamento, esse último sendo um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre uma base de dados integradas, possibilita a execução de análises e cálculos que variam desde a álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação, divisão, etc.) até álgebra não cumulativa (operações lógicas), permitindo a elaboração de mapas politemáticos (contendo dados qualitativos e quantitativos), reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis, constituindo-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de estudos integrados, a exemplo dos PDMs. O SIG difere dos demais sistemas computacionais, pela sua capacidade de estabelecer relações espaciais entre elementos gráficos, sendo mais adequado para análise e tratamento de dados geográficos (Figura 1).

Os *Dados Espaciais*⁵ são caracterizados por qualquer tipo de informação ou dados que possuem localização no espaço e estão relacionados a um sistema de coordenadas (ex.: UTM) sobre a Terra de latitude "X" e longitude "Y", e o atributo "Z" representado por uma Base de Dados Espaciais - BDE (CÂMARA *et. al.* 2003 e SILVA, 2003).

prefeito de cada município. O resultado, formalizado como Lei Municipal, é a expressão do pacto firmado entre a sociedade e os poderes Executivo e Legislativo.

³ A Geotecnologia, segundo Fitz (2008) e Silva (2003), pode ser entendida como um conjunto de tecnologias possuindo uma ou mais funções como coleta, processamento, análise e disponibilidade de informação com referência geográfica. Ela é composta de soluções de hardware (plataforma computacional utilizada), Software (programas, módulos e sistemas) e peopleware (profissionais ou usuários especializados). Dentre as Geotecnologias de uso corrente no planejamento e gestão do território destacam-se: o Sistema de Informações Geográficas (SIG/GIS), Sensoriamento Remoto, Cartografia Digital, Sistema de Posicionamento Global (GPS), Topografia, dentre outros.

⁴ Observação entre SIG e CAD (Computer-Aided Design) é que grande parte das aplicações dos CADs os desenhos não possuem atributos descritivos, apenas propriedades gráficas (como cor e espessura). Já em SIG, os desenhos e formas geográficas possuem atributos, permitindo armazenar, consultar e atualizar informações em uma Base de Dados Espaciais (BDE).

⁵ Os Dados Espaciais podem ser primários, correspondendo a medidas tiradas diretamente em campo com o uso do GPS, instrumentos de coleta (como temperatura, vazão, precipitação) e secundários obtidos nas instituições, através da vetorização em mesas digitalizadoras ou arquivos digitados, obtidos por scanners e, posteriormente, vetorizados em tela, manualmente ou semi-automaticamente (CÂMARA, *op. cit.* e SILVA, 2003).

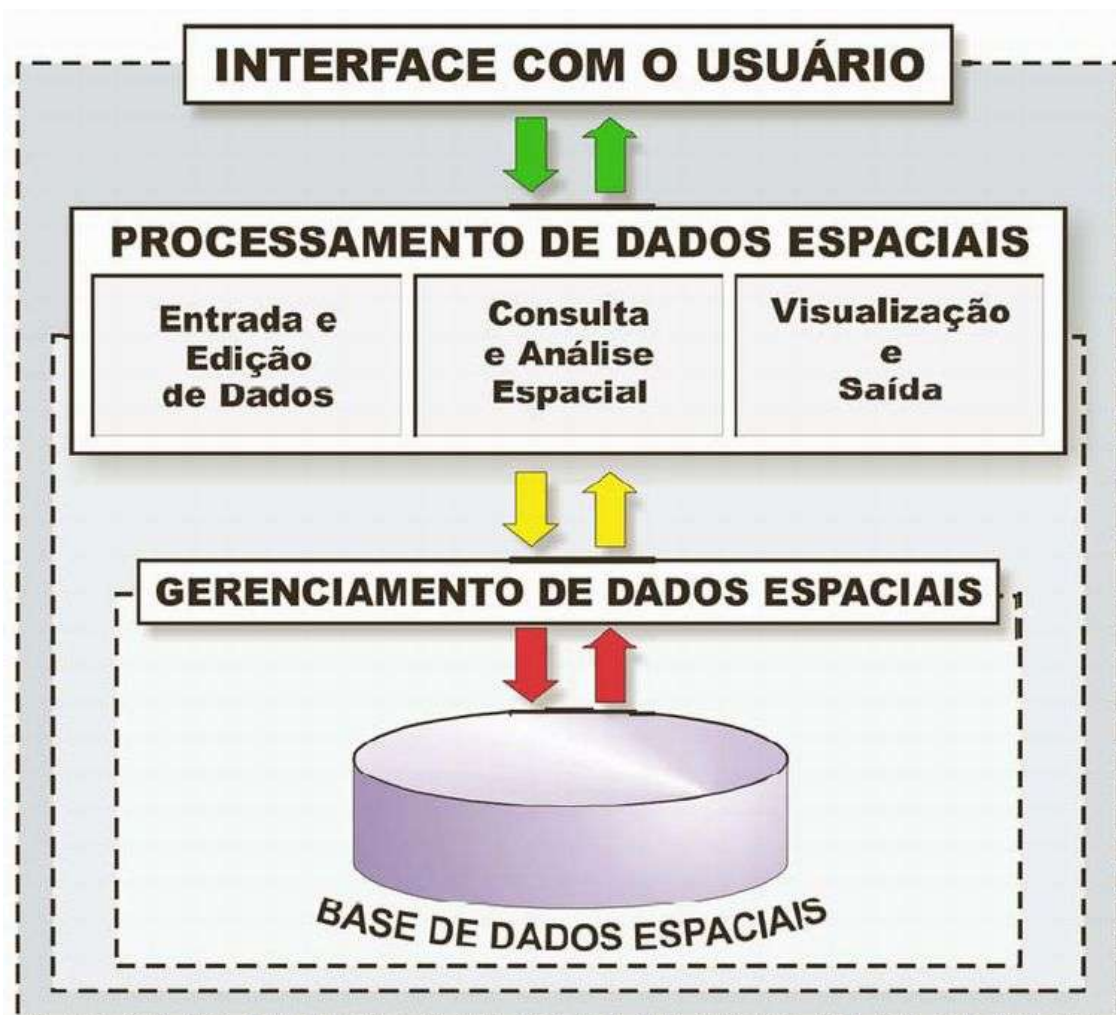


Figura 1 – Características básicas de um SIG e o relacionamento dos componentes e subsistemas.
Fonte: Adaptado de Câmara *et. al.* (2003)

A *Base de Dados Espaciais* corresponde a um banco de dados (ex: SQL, ORACLE) ou tabela de atributos, contendo na *coluna* a forma/tipo do campo (texto, numérico ou data) como, por exemplo, o nome do bairro, o tipo do uso do solo, o padrão construtivo, entre outros, enquanto, nas *linhas*, a posição das características (X,Y) e informações a respeito da superfície representada. O principal objetivo de uma base de dados espaciais é manter as informações armazenadas e torná-las disponíveis quando solicitadas (Figura 2).

As principais operações de uma base de dados espaciais são: adição de um novo arquivo a base de dados; recuperação de dados dos arquivos existentes; exibição de dados; atualização ou alteração de dados nos arquivos existentes; remoção permanente de arquivos existentes na Base de Dados Espaciais - BDE. Há também a possibilidade de excluir e/ou incluir novos campos, e ainda, ligar uma Base de Dados Espaciais com outra, através de um código comum entre elas.

Para permitir uma representação e análise mais acurada do espaço geográfico, a maior parte dos SIGs armazenam estes tipos de mapas no formato *vetorial* representados por *ponto*, *linha* e *polígono*. O *ponto* é representado por um único par de coordenadas; ex: árvore, temperatura ou

casa. A *linha ou arco* é representada por uma sequência de pontos conectados; ex: estrada e rio. O *polígono ou área* são definidos por uma sequência de linhas que não se cruzam e se encontram em um nó; ex: lote, município, fragmento florestal (SILVA, 2003). Em um mapa temático podem também ser armazenados objetos *raster* ou matriciais, como as imagens de satélites, ortofotomosaicos, etc. Nesse caso, a área correspondente ao mapa é dividida em células (*pixel*) de tamanho fixo, em que cada célula terá um valor qualitativo correspondente ao tema naquela localização espacial (Figura 3).

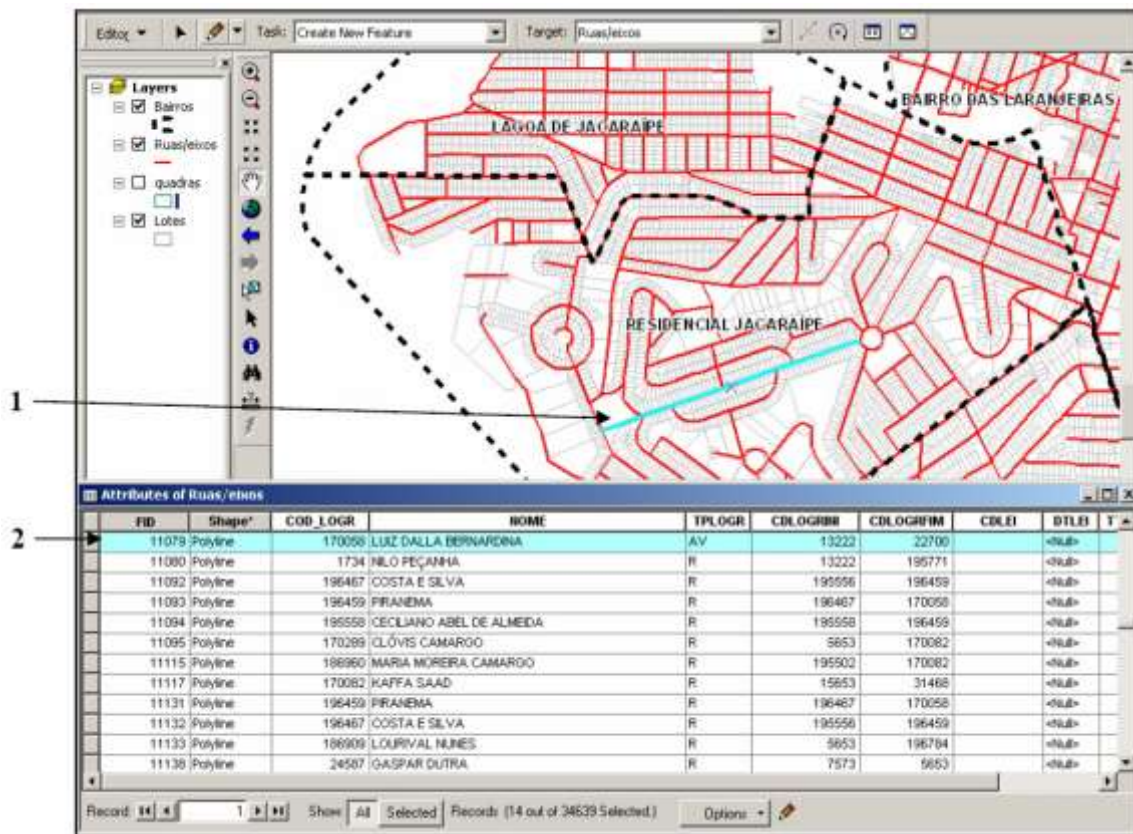


Figura 2 – Tela capturada de um SIG exemplificando uma linha selecionada no mapa (1) correspondente às coordenadas “X” e “Y” (Av. Luiz Dalla Bernadina) integrada com a Base de Dados Espaciais - *Attribute Table* - (2) de atributo “Z”. Isto é, cada objeto selecionado no mapa (no caso ruas), corresponde a uma linha selecionada na BDE e vice-versa. Organizado pelo Autor.

A escolha entre a representação raster e/ou vetorial para um mapa temático depende do objetivo em vista, como por exemplo, para produção de cartas e em operações onde se requer maior exatidão. Nesse caso a representação vetorial é mais adequada, enquanto às operações de álgebra de mapas são mais facilmente realizadas no formato matricial. No entanto, para um mesmo grau de exatidão, o espaço de armazenamento requerido por uma representação matricial é substancialmente maior (SILVA, 2003).

Portanto, os SIGs são sistemas que permitem reunir diversas características do território e ambiente

como: dados de levantamentos de campo (incluindo o do sistema GPS), mapas existentes, *shapefiles*⁶, produtos do sensoriamento remoto sub-orbital e orbital (imagens de satélites, dados de radar interferométrico), dentre outros. Eles são capazes também de armazenar, recuperar, atualizar e corrigir dados processados de maneira eficiente e dinâmica, realizar procedimentos de análise dos dados armazenados, com possibilidade de executar diversas tarefas, tais como, alterar a forma dos dados através de regras de agregação definidas pelo usuário ou produzir estimativas de parâmetros e restrições para modelo de simulação e gerar informações rápidas (ex: interpolação, modelagens e classificações); permitir controlar a exibição e saída de dados como impressão em diversas escalas e exportação dos produtos nos formatos / extensões JPG, PDF, entre outras (FITZ, 2008a; NOGUEIRA, 2008; DRUCK, *et. al.*,2004 e SILVA, 2003).

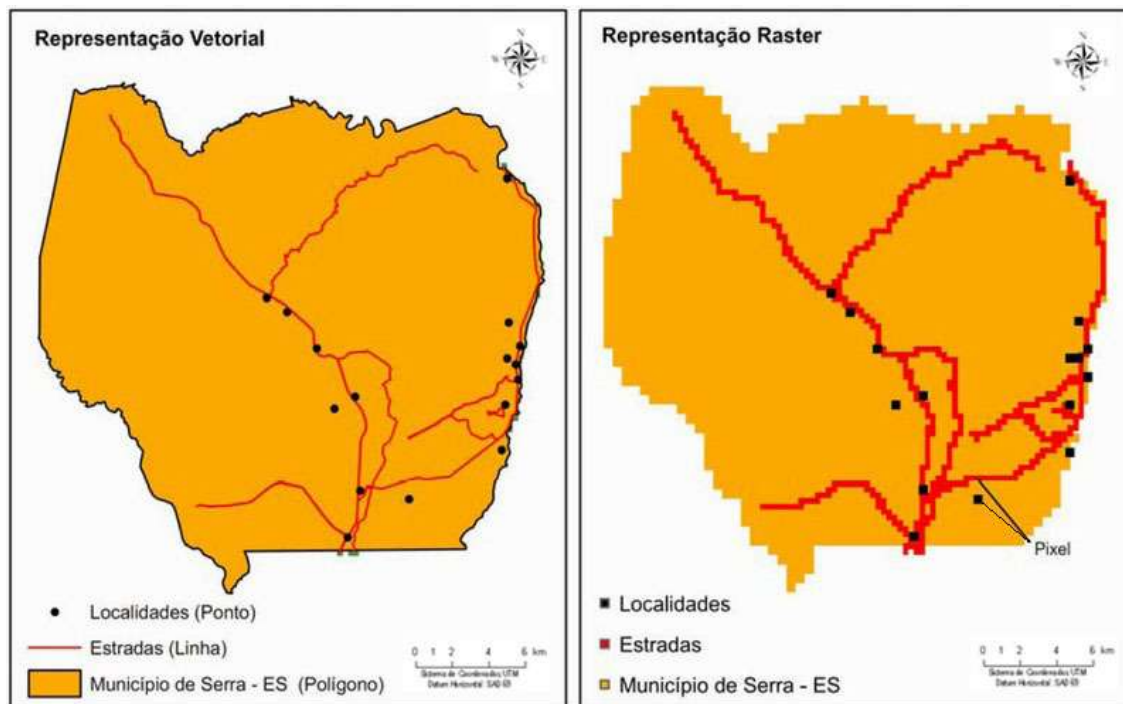


Figura 3 - Diferenças entre objetos vetoriais e raster.
Organizado pelo Autor.

PADRONIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

Uma etapa importante na utilização de um SIG para elaboração de PDMs, entre outros projetos, está relacionada à padronização da informação cartográfica em termos de *formatos de arquivos* (definição de projeções cartográficas; sistemas de referência; limites da área de trabalho; georreferenciamento; escala do mapa) e *apresentação dos produtos* (devendo conter no mínimo: um título representativo; fonte; toponímia; direção do norte; escala, de preferência, gráfica; legenda), atendendo às qualidades essenciais de *precisão, eficácia e legibilidade* dos objetos representados do território (FITZ, 2008b; NOGUEIRA, 2008; JOLY, 1990).

Tais definições são norteadas pelas normas cartográficas, a medida do possível, a fim de facilitar a

⁶ O *shapefile* ou *shape* é uma organização de dados, reconhecida em grande parte dos SIGs, idealizada pela empresa ESRI para conter tanto dados geométricos quanto dados de atributos, distribuídos em três arquivos, sendo dois com os dados propriamente ditos (**.shp* e **.shx*) e o terceiro contendo a informação do índice de organização dos dados (**.dbf*) presentes nos primeiros (ESRI, 1998).

troca de informações com outros SIGs utilizados em prefeituras e órgãos de governo, porém, priorizando àquelas preconizadas no Sistema Cartográfico Nacional⁷ (Tabela 1) e na série ISO 19.000 (*Geographic Information*), em especial, a ISO 19.111 de 2003 (*Spatial Referencing by Coordinates*).

Tabela 1
Sistema de Projeção/Datuns recomendados para elaboração de PDMs

DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Sistema de Projeção	UTM – Universal Transversa de Mercator, indicada para mapeamentos mais detalhados (1:100.000 à 1:1.000).
Sistemas de Referência (Datum)⁹ - mais utilizados	SIRGAS-2000 - <i>Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas</i> – Recomendável ⁸ . WGS84 - <i>World Geodetic System</i> (elipsóide global), utilizado pelo IBGE para representações do Globo. A nível de América do Sul está sendo substituído pelo SIRGAS-2000 ¹⁰ . SAD-69 – <i>South American Datum 1969</i> (elipsóide local), o mais utilizado pelas instituições atualmente. Córrego Alegre (em desuso).

Fonte: IBGE (2008) e CONCAR (2008).

Outro aspecto importante na fase de elaboração de mapas, sobretudo, em escala maior ou igual a 1:100.000 é o cuidado com o uso, ao mesmo tempo, de sistemas de referências (*datum*) distintos como o SIRGAS-2000 e SAD-69, podendo provocar deslocamentos horizontais de objetos vetoriais (shapes) e/ou raster de até de 60m, devendo o usuário transformar todos para um único sistema de referência¹¹.

APLICAÇÕES DE SIG

Tomou-se como base empírica a aplicação do SIG na elaboração do PDM do município da Serra que faz parte da Região Metropolitana de Vitória no estado do Espírito Santo, abordando apenas

⁷ Constituído por entidades nacionais, públicas e privadas. Congrega as atividades cartográficas em todo o território nacional, previstas pelo Decreto-lei nº 243/1967.

⁸ Desde 25/02/2005, através da resolução IBGE nº 1/2005 que altera a caracterização do referencial geodésico brasileiro, passando a ser o SIRGAS-2000. Considerando que o Datum de Córrego Alegre, SAD-69, SIRGAS-2000 e WGS84 são paralelos entre si, à transformação neste caso, envolve apenas translação de eixos.

⁹ Datum é o conjunto de parâmetros que definem o sistema cartográfico de um país ou regiões. Por parâmetros, se subentende a figura geométrica adotada para representar a Terra, as especificações relativas ao ponto origem, a orientação do sistema de coordenadas, a posição da superfície elipsoidal em relação à física e a geoidal, entre outros parâmetros.

¹⁰ WGS84 (G1150) possui características muito próximas do SIRGAS-2000, podendo ambos, para efeitos práticos da cartografia, serem considerados como equivalentes (DALAZOANA e FREITAS, sd).

¹¹ Os parâmetros de transformação estabelecidos pelo IBGE entre Sistemas de Referências/Datum. **SAD-69 para SIRGAS-2000:** $\Delta X = - 67,35 m$, $\Delta Y = + 3,88 m$, $\Delta Z = - 38,22 m$. **SIRGAS-2000 para SAD 69:** $\Delta X = + 67,35 m$, $\Delta Y = - 3,88 m$, $\Delta Z = + 38,22 m$. **SAD-69 para WGS84:** $\Delta X = - 66,87 m$, $\Delta Y = + 4,37 m$, $\Delta Z = - 38,52 m$. **WGS84 para SAD-69:** $\Delta X = + 66,87 m$, $\Delta Y = -4,37 m$, $\Delta Z = + 38,52 m$. **Córrego Alegre para SAD-69:** $\Delta X = -138,70 m$, $\Delta Y = +164,40 m$, $\Delta Z = + 34,40 m$. Onde: ΔX , ΔY , ΔZ são os parâmetros de transformação entre os sistemas/*geocentric translation*.

uma das etapas que identifica as áreas de interesse ambiental para preservação, incluindo as áreas regulamentadas e com vocação para se tornarem Unidades de Conservação - UCs, conforme Lei Federal 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.

Aquisição e Organização dos Dados

Para tornar possível a análise integrada do território utilizou-se os seguintes materiais: Cartas Topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE escala 1:50.000 (Serra: MI-2580/1; Santa Leopoldina: MI-2579/2; Vitória: MI-2580/3); mapas Geológicos, Geomorfológicos, Pedológicos e Vegetação Natural do Projeto Radambrasil, Volume 32 (1983); Dados Climatológicos (ANA, 2007 e INCAPER, 2008); Parques e Reservas (IEMA, 2006); Imagens de Satélite (INPE, 2008); Ortofotomosaicos (IEMA, 2007); Rede Hidrográfica (IEMA, 2004); Infra-estrutura urbana e rural (IBGE, 2000 e 2002), documentos na Prefeitura Municipal da Serra (2008), instalação e consulta do Sistema Nacional de Informações Urbanas - SNIU (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005), uso do SIG ArcGIS 9.2, além de diversas campanhas de campo, registro de imagens (fotos), pontos de interesse com o uso do GPS, entrevistas, reuniões técnicas e leituras comunitárias.

A organização da base de dados vetoriais teve início com a aquisição dos *Shapefiles*, no site do IBGE, na Prefeitura Municipal da Serra e no Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA, abrangendo: o limite municipal, setores censitários, curvas-de-nível (equidistância de 20 em 20 metros e 1 em 1 metro na área urbanizada), Parques e Reservas, cursos d'água, massa de água (lagoas e barragens) bacias e sub-bacias hidrográficas, bairros, vias urbanas e interurbanas, dados climatológicos (média anual de temperatura e precipitação com base na série histórica de 50 anos da região), todos ajustados (quando necessário) no sistema de projeção UTM (Zona 24S) e Datum SAD-69, utilizado pela Prefeitura Municipal da Serra.

Já a organização e tratamento dos dados raster iniciou-se com a aquisição de imagens do satélite CBERS2 - China-Brazil Earth Resources Satellite, câmera/sensor CCD - Couple Charged Device, Órbita 148, ponto 123, do ano de 2008 no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, realizando em seguida, a composição colorida (falsa-cor) com a combinação da banda 4 associada ao filtro vermelho, a banda 3, ao filtro verde e a banda 2, ao filtro azul, correspondendo respectivamente aos comprimentos de ondas do Infravermelho próximo, vermelho e verde, mudança do sistema de referência para SAD-69 e o ajustamento da mesma. Foram também cedidas ortofotomosaicos de alta resolução, para todo o município pelo IEMA (2007) em escala 1:5.000, ajustadas também para o sistema de referência SAD-69.

Análise Integrada para Seleção e Classificação das Áreas de Interesse Ambiental

Os critérios adotados para a delimitação e classificação das áreas de interesse ambiental, sintetizadas na Figura 4, levaram em conta a análise geoambiental, integração e dinâmica dos atributos de ordem *física* (relevo, declividades, solos, clima, recursos hídricos, áreas inundáveis), *biológica* (ocorrência de fauna e flora significativa para conservação) e *antrópica*¹² (legislação, aspectos econômicos, socioculturais das populações envolvidas como uso e ocupação de solo existentes, incluindo, as áreas urbanas/industriais), complementados com uso de ortofotomosaicos, imagens de satélite, campanhas de campo e entrevistas. Na sequência serão comentados alguns desses atributos com apóio em SIG.

Suporte do SIG para Caracterização Física do Território: alguns exemplos

Mapa Hipsométrico e de Declividades:¹³ foram gerados a partir das equidistâncias de curvas-de-

¹² Apoio teórico nos conceitos de *Espaço Total* (AB'SÁBER, 2002), *Ecodinâmica* (TRICART, 1976 e 1977) e *Geossistema* (BERTRAND, 1971) adaptados à realidade socioambiental do município, tendo em comum entre eles, a perspectiva tempo-espacial e a integração dos elementos/atributos presentes no território.

¹³ A declividade pode ser conceituada como a inclinação do terreno em relação a um plano horizontal e esta pode ser expressa em percentual ou em graus. Ela é calculada pela variação da altitude entre dois pontos do terreno (curvas-de-nível) em relação à distância que os separa.

nível (Figuras 5 e 6), sendo o de declividades classificado em intervalos entre: 0 – 29,9%; 30 – 44,9%; 45 – 74,9% e $\geq 75\%$, considerando a resolução CONAMA 303/2002, a proposta da Embrapa (1999)¹⁴ e a Lei do Parcelamento do Solo Urbano nº 6.766/79, em seu artigo 3 parágrafo único item III que destaca: não será permitido o parcelamento, “em terreno com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes”.



Figura 4 – Principais etapas desde a análise e caracterização do território com identificação dos potenciais e limites ambientais seguida da indicação das áreas de interesse ambiental e diretrizes para o território. Organizado pelo Autor.

¹⁴ Utilizou-se a classificação de relevo proposta pela Embrapa (1999) sendo: *Plano* – superfície de topografia suavizada onde os desnivelamentos são muitos pequenos, com declividade variável de 0 a 3%; *Suave ondulado* – superfície de topografia pouco inclinada, constituída por conjuntos de colinas, apresentando declives suaves de 3 a 8%; *Ondulado* – superfície de topografia levemente inclinada, constituída por conjuntos de colinas, apresentando declives moderados, predominantemente, variáveis de 8 a 20%; *Forte ondulado* – superfície de topografia bastante inclinada, formada por morros com declives fortes de 20 a 45%; *Montanhoso* – superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando declividades entre 45 a 75%; *Escarpado* – superfície muito íngreme, com vertentes de declives fortes ultrapassando 75%.

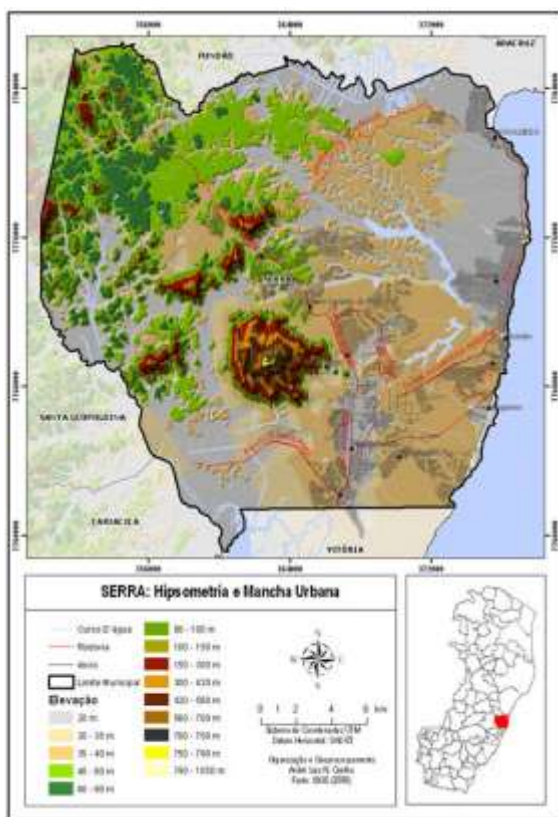


Figura 5 – Mapa Hipsométrico do município.

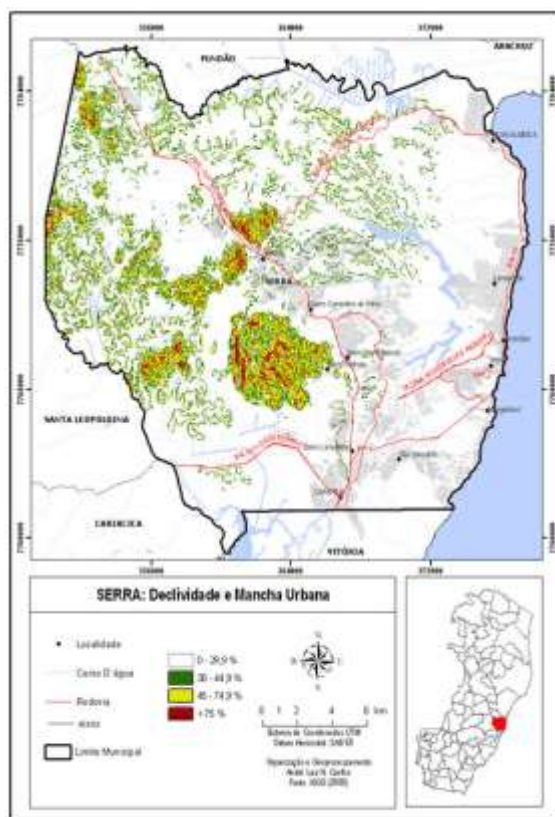


Figura 6 – Declividades do município superiores a 30%.

A análise do mapa processado (Figura 6) e da Tabela 2 apontam que as principais áreas de relevo acima de 30% estão concentradas no centro para oeste do território. Os locais que ocorrem declividades entre 0 a 29,9% (relevo plano a ondulado) compreende mais de 87 % das terras do município da Serra. Na classe igual ou superior a 75% (relevo escarpado) abrange apenas 1 % do território com destaque para a porção oeste da Serra do Mestre Álvaro, Serra Mororon, porção oeste do Morro do Vilante e Morro Agudo, limite com o município de Santa Leopoldina (Figura 5).

Tabela 2

Classes de Relevo e Percentual de Ocorrência na Serra - ES

Varição Percentual	Varição Graus	Relevo (predomínio)	Percentual da Área Ocupada	Parcelamento
0 a 29,9%	0º a 16,6º	plano a ondulado	87,4 %	Permitido (desde que não atinja a APP)
30 a 44,9%	16,7º a 24,2º	forte ondulado	6,6 %	Permitido se atender as exigências específicas das autoridades competentes
45 – 74,9%	24,3º a 36,8º	Montanhoso	5,0 %	Não recomendado
≥ 75 %	≥36,9º	Escarpado	1,0 %	Não recomendado
Total			100 %	

Base cartográfica: IBGE (2000) e Embrapa (1999).
Organizado pelo Autor.

Recursos Hídricos-Áreas Costeiras: o mapa elaborado de hidrografia (Figura 7) aponta que mais de 70% do município da Serra (porção leste, norte e noroeste) está localizado, em parte, na *Região Hidrogeográfica do rio Reis Magos*. O restante do território, porção sudoeste, está inserido em parte da *Região Hidrogeográfica do rio Santa Maria da Vitória* com suas águas vertendo para sul em direção a baía de Vitória (IEMA, 2004).

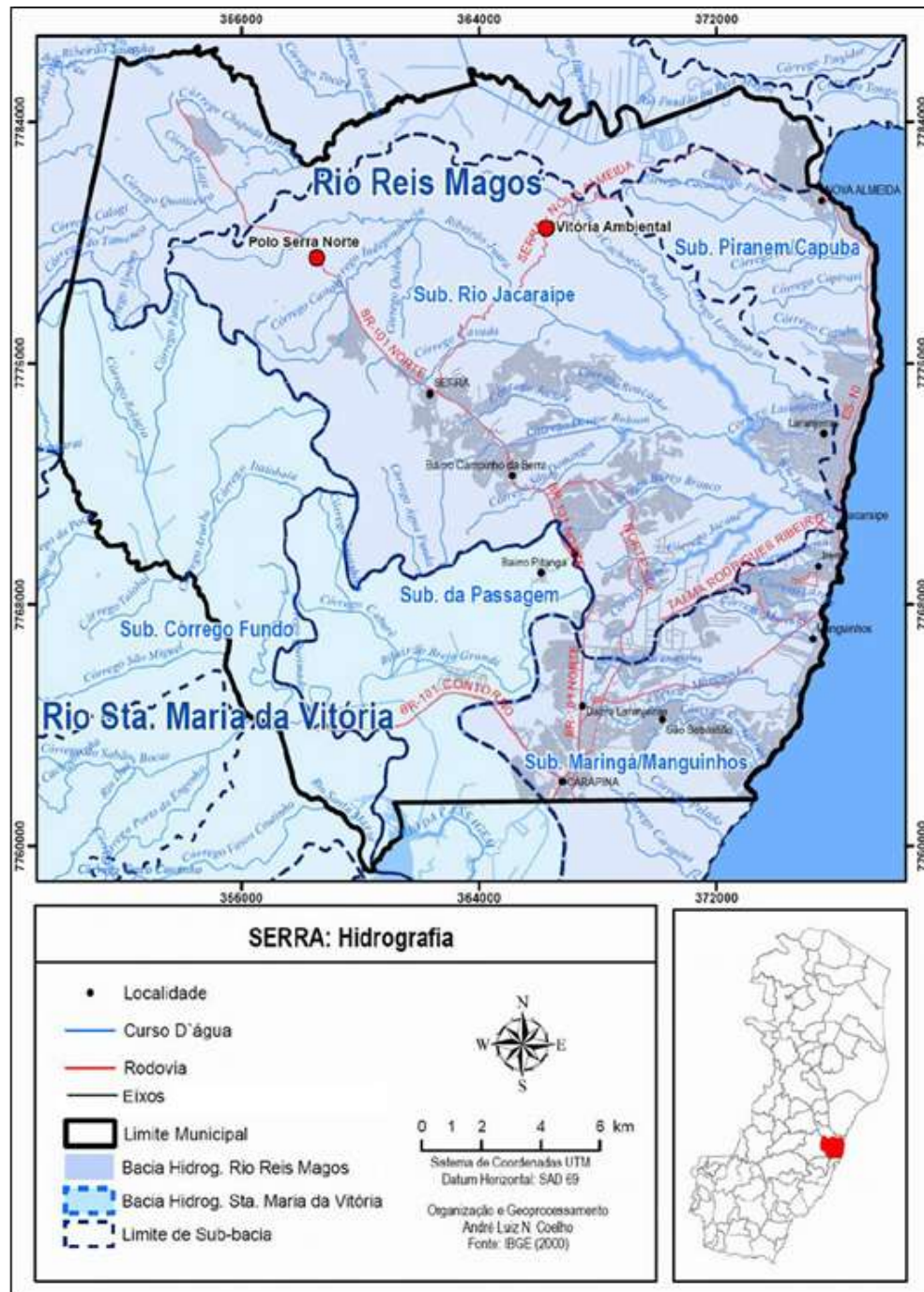


Figura 7 – Características da Hidrografia e Linha de Costa do Território.

Há também, na Figura 7, o destaque para as sub-bacias e microbacias hidrográficas litorâneas totalmente inseridas no território como os rios Jacaraípe, Piranem e Capuba. Ocorrência de lagoas alongadas em direção ao interior do território entre os tabuleiros costeiros do Grupo Barreiras havendo o destaque para: lagoa Largo do Juara; lagoa Jacuném; lagoa Maringá, lagoa de Carapebus, entre outras. O município da Serra conta ainda com 23 km de linha de costa com os balneários de Carapebus, Bicanga, Manguinhos, Jacaraípe e Nova Almeida. O regime fluvial dos rios que vertem no interior do território, de modo geral, acompanham a pluviosidade (superiores a 1.300 mm/a) sendo marcado por dois períodos: um de cheia, com os níveis máximos ocorrendo nos meses de outubro a janeiro e um de vazante, a partir de julho, atingindo mínimas extremas nos meses de agosto e setembro (INCAPER, 2008).

Síntese dos Critérios Considerados para Seleção das Áreas

Os atributos principais para definição de áreas prioritárias para conservação foram estabelecidos em quatro grandes grupos em função das características ambientais presentes, na legislação e no grau de fragilidade desses espaços, sendo:

Grau de Conservação da Flora: foram consideradas para seleção a continuidade dos remanescentes de vegetação (matas ciliares, capoeiras, várzeas, restinga e mangue) nos seus diversos estágios de regeneração, cuja análise foi realizada em duas etapas: 1ª identificação de possíveis áreas a partir da análise de imagens de satélites atuais. 2ª aferição em campo das áreas pré-selecionadas e identificação de novas áreas. Medição Estágios¹⁵: “A” - *Alto* (presença de fragmentos florestais em ótimo estado de conservação sendo de importância significativa sua preservação); “M” - *Médio* (presença de fragmento florestal em médio estado de conservação de fácil recuperação); “B” - *Baixo* (área sem presença de vegetação sendo recomendável o plantio de espécies nativas para recuperação).

Recursos Hídricos: analisou-se a fragilidade quanto ao assoreamento, poluição dispersa e pontual dos recursos hídricos superficiais incluindo as lagoas, brejos, arroios, córregos e nascentes. Medição: “A” - *Alto* (áreas abrangendo nascentes com bom a excelente estágio de preservação de matas, incluindo, ciliares, possuindo influência direta na qualidade e disponibilidade das águas) “M” - *Médio* (apresenta importância para manutenção da qualidade das águas nas regiões adjacentes, possuindo fragmentos de matas ciliares em bom estado de conservação).

Valor Cênico: áreas que possuem elevado valor paisagístico, arqueológico e cultural para a região/município. Medição: Único valor “X”.

Frágeis/Susceptíveis: áreas com condições geológico-geomorfológicas especiais que são relevantes garantir a função ambiental (proteção contra desmoronamento, queda de blocos rochosos e alagamentos). Medição: Único valor “X”.

As leis e decretos (federal, estadual e municipal) considerados foram: SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação (L.F. nº 9.985/2000); Código Florestal (L.F. nº 4.771/1965); Parâmetros das APPs (Resolução CONAMA 303/2002); Lei da Mata Atlântica (L.F. nº 11.428/2006); Classificação da Vegetação de Mata Atlântica no Espírito Santo (CONAMA 29/1994); Estágios de Vegetação de Restinga e Mangue (CONAMA 261/1999); Política Florestal do Estado do Espírito Santo (L.E. nº 5.361/1996); Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Espírito Santo (L.E. nº 5.816/1998); Lei de Parcelamento do Solo Urbano (L.F. nº 6.766/1979); Estatuto da Cidade (L.F. nº 10.257/2001) e Legislação Municipal (ex. L.M. nº 2.199/1999 - Código Municipal de Meio Ambiente).

Nessa fase foram também espacializadas as áreas de conflitos de usos, a exemplo, das ocupações em Áreas de Preservação Permanente - APPs, pontos de risco (deslizamento e

¹⁵ Tomaram-se como base a Resolução CONAMA Nº 29, de 07 de dezembro de 1994 que classifica vegetação primária e secundária nos estágios inicial (baixo), médio e avançado (alto) de regeneração da Mata Atlântica no estado do Espírito Santo; Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006 que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica; e a LEI Estadual nº 5.361, de 30 de dezembro de 1996 que dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Espírito Santo.

alagamento), ocupação da linha de costa, com a sobreposição das informações em tela e em mapas, complementados com leituras técnicas (incluindo registros da Defesa Civil) e comunitárias.

Classificação das Áreas de Interesse Ambiental

As áreas de interesse ambiental foram definidas com base nos atributos anteriormente abordados, no suporte em imagens de satélite e ortofotomosaicos, sendo classificadas¹⁶ em:

I - Área de Preservação (AP)

Definidas com base no Código Florestal - Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965 e Resolução CONAMA 303 de 20/03/2002, subdividas, nas seguintes categorias:

- *Área de Preservação Permanente – APP;*
- *Área de Recuperação e Preservação Permanente – ARPP¹⁷.*

II - Zonas Costeiras (ZC)

Definidas com base no Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Espírito Santo - PEGC/ES, LEI nº 5.816, de 22 de dezembro de 1998, compostas pelas seguintes categorias:

- *Faixa Costeira de Preservação Permanente – FCPP;*
- *Faixa Costeira de Recuperação e Preservação – FCRP¹⁸.*

III - Zonas Naturais (ZN)

Definidas com base nos grupos (Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável) e subgrupos do SNUC, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, subdividas em:

- *Unidades de Conservação - UCs já regulamentadas por decreto de criação conforme categoria do SNUC: APA e PN.*
- *Áreas com vocação para serem transformadas em Unidades de Conservação – UCs com prévia indicação de categoria do SNUC: APA, ARIE, RPPN, MN e PN.*

IV - Proteção Especial (PE)

Áreas que apresentam um ou mais atributos de proteção, recuperação de qualidade de vida e do meio ambiente, sendo geralmente de difícil espacialização em função da escala. Compreende as bordas de tabuleiros e seus respectivos taludes com declividade entre 30% (trinta por cento) e 100% (cem por cento), cobertos ou não com vegetação; as áreas de fundo de vale em toda a extensão do talvegue; as áreas de entorno dos complexos, centros e pólos industriais; os cinturões ou as áreas verdes de loteamentos, conjuntos habitacionais, quando não enquadrados em outras categorias; qualquer outra área quando assim declarada pelo Poder Público.

V - Zonas de Proteção Ambiental e Lazer (ZPAL)

Abrangem áreas localizadas dentro do perímetro urbano, destinadas ao lazer, educação ambiental, realização de eventos culturais, esportivos e atividades ligadas ao turismo, definida pelas seguintes categorias:

- *Horto Municipal / Jardim Botânico – HM: espaços geralmente destinados à produção e*

¹⁶ Optou-se pela vetorização “em tela” das áreas de interesse ambiental para preservação, em função da diversidade e complexidade dos elementos presentes no território, substituindo o uso dos classificadores automáticos (ex: supervisionada, não supervisionada) disponibilizados na maioria dos softwares de Sensoriamento Remoto e SIGs.

¹⁷ Compreendem as áreas de preservação permanente e demais formas de vegetação natural atualmente degradadas. O objetivo dessa categoria (ARPP) é alcançar ou estar mais próxima da categoria APP.

¹⁸ São ambientes marcados por elevado grau de interferência humana, marcados pela inexistência de dunas/cordões arenosos, faixa de praia (pós-praia) e fragilidade, a exemplo, da erosão praial. O objetivo dessa categoria (FCRP) é alcançar ou estar mais próxima da categoria FCPP.

manutenção de espécimes da flora para recuperação de áreas degradadas e enriquecimento florestal, bem como, para fins paisagísticos urbanos;

- *Parque Urbano – PU*: espaços reservados para lazer da população.

Na Figura 8 foram espacializadas as macro-áreas de interesse ambiental enquanto na Tabela 3, sintetizadas as características de cada uma das áreas destacando: o nome, a área em ha, a classificação, a categoria e os atributos como grau de conservação da flora, importância dos recursos hídricos, valor cênico, paisagístico e fragilidade do ambiente pela ação antrópica, como desmatamento, ocupação de áreas de preservação permanente e faixa costeira.

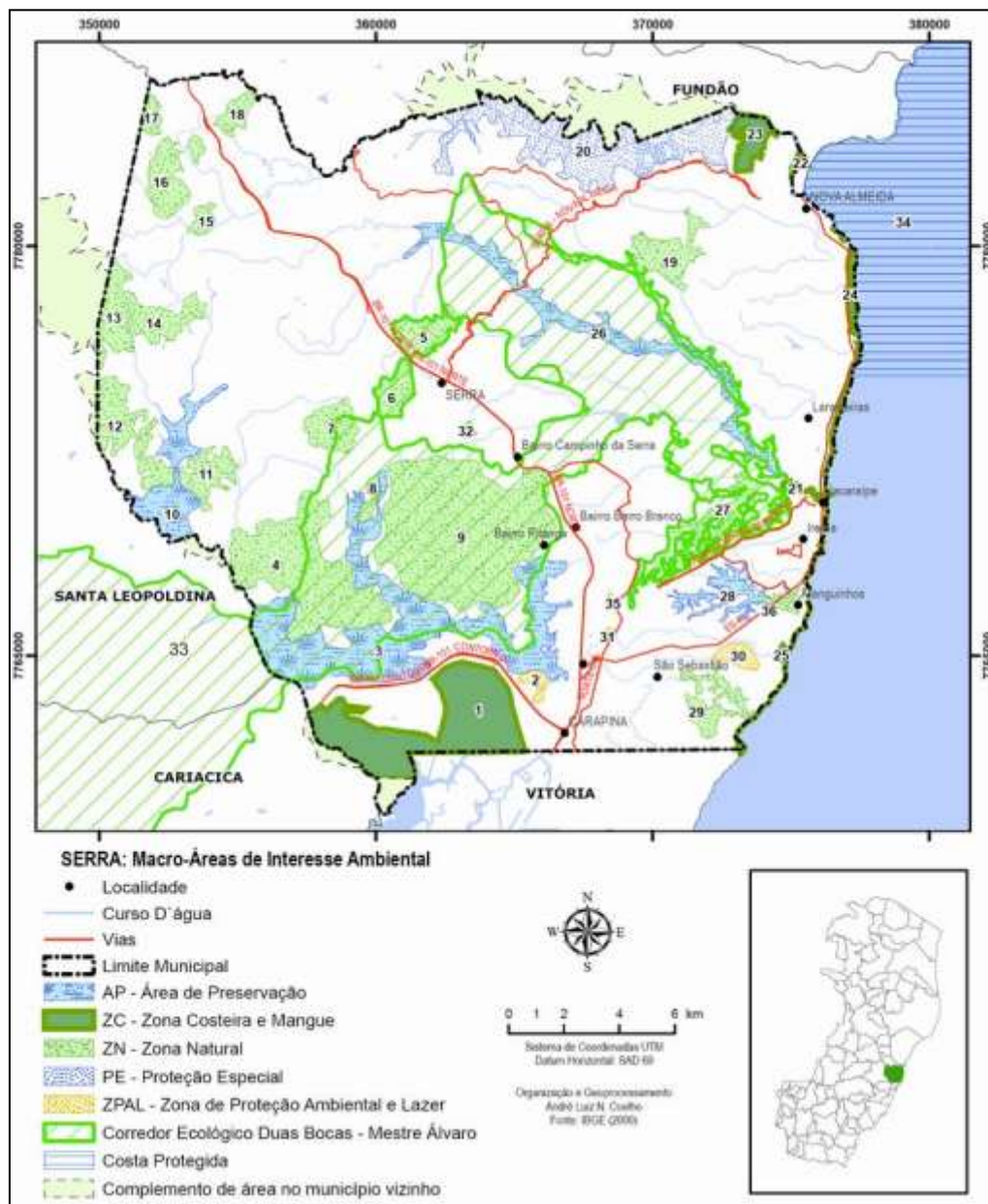


Figura 8 – Espacialização das Macro-áreas de Interesse Ambiental.

Tabela 3
Principais Características das Áreas Indicadas para Preservação

Nº	Descrição da Área	Área (ha)*	ATRIBUTOS CONSIDERADOS					Fragilidade
			Classificação	Categoria	Conservação da flora	Importância para o Recurso Hídrico	Valor Gênico	
01	Mangue Integrante da Baía de Vitória	1.404,1	ZC	FCPP	A	A	X	X
02	Parque São João de Carapina	52,6	ZPAL	PU	B	M	X	X
03	Alagados do Rib. Brejo Grande	2.257,4	AP	APP	A	A	X	X
04	Mata da Serra Mororon	1.442,6	ZN	RPPN	A	A		X
05	Morro do Vilante	249,9	ZN	APA**	A	M	X	
06	Morro da Cavada	186,2	ZN	ARIE	M	M		
07	Morro do Céu	261,0	ZN	ARIE	M	M		
08	Mata do Guaranhuns	62,7	ZN	ARIE	M	M		X
09	Mestre Álvaro	2.505,7	ZN	APA**	A	A	X	
10	Alagados Córrego Relógio e Sta Marta	531,1	AP	APP	A	A		X
11	Mata de Aruaba	231,0	ZN	RPPN	A	A		
12	Mata do Córrego Relógio	464,4	ZN	ARIE	A	M		
13	Morro Agudo / Itapocu	293,5	ZN	MN	A	A	X	
14	Mata do Córrego Fundo	275,3	ZN	ARIE	A	M		
15	Morro do Xavier	71,5	ZN	RPPN	A	M		
16	Mata do Morro das Araras	328,0	ZN	ARIE	M	A		X
17	Morro Grande	79,8	ZN	ARIE	A	M		
18	Mata da Chapada Grande	119,6	ZN	ARIE	A	M		
19	Mata de Caçaroca	282,8	ZN	RPPN	A	M		X
20	Vale do Rio Reis Magos	1.448,6	PE	PE	M	A	X	X
21	Manguezal do Rio Jacaraípe	9,5	ZC	FCPP	M	A		X
22	Manguezal do Rio Reis Magos	14,6	ZC	FCPP	A	A	X	X
23	Restinga de Nova Almeida	182,4	ZC	FCPP	A	A	X	X
24	Restinga de Capuba	47,8	ZC	FCPP	A	M	X	X
25	Restinga Beira Mar	28,2	ZC	FCRP	B	M	X	X
26	Lagoa Largo do Juara	767,1	AP	APP	M	A	X	X
27	Lagoa Jacuném	165,8	ZN	APA	M	A		X
28	Lagoa Maringá	293,1	AP	APP	B	M		X
29	Lagoa de Carapebus / Praia Mole	199,9	ZN	APA**	M	A	X	X
30	Parque Natural Municipal de Bicanga	101,0	ZN	PN**	M	M	X	
31	Parque da Cidade	16,2	ZPAL	PU	M	M	X	
32	Jardim Botânico / Horto Municipal	35,2	ZPAL	HM	M	M	X	
33	Corredor Mestre Álvaro/Duas Bocas	13.625,8	ZN	ARIE	A	A	X	X
34	Costa das Algas	3.316,5	ZN	APA	A	A	X	X
35	Chico City	9,5	ZPAL	PU	M	M	X	
36	Lagoa Recanto dos Profetas	3,0	ZPAL	PU	M	M	X	

Obs.: Tabela extraída da Base de Dados Espaciais. Organizado pelo Autor.

* Área ocupada no Município.

** Já Regulamentada por decreto municipal, conforme categoria do SNUC.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalização do relatório¹⁹ e mapas (etapa I) que tratam da seleção e espacialização das áreas de interesse ambiental, realizou-se na etapa seguinte, o cruzamento com outros mapas e informações, tais como: socioeconômicas, mobilidade, uso do solo (indústrias, expansão urbana, Zona Especial de Interesse Social – ZEIS), audiências públicas, reuniões com governo, especialistas, consultores e assessoria jurídica para definição e análise do perímetro, macrozoneamento, zoneamento do território, índices, taxa de verticalização, afastamentos, entre outros pontos e redação da Lei do PDM.

Após o desenvolvimento do produto final, anexou-se, toda a coleção cartográfica produzida nos formatos impresso e digital (pdf e shapefile) permitindo a consulta, a complementação das informações e atualização dos mapas.

As vantagens do uso do SIG como instrumento de apoio (e não de decisão) na elaboração de Planos Diretores Municipais, como também na gestão territorial são inúmeras, a começar, pela eficiência, precisão e qualidade da informação espacializada; por possuir uma Base de Dados Espaciais que possibilita armazenar, consultar, exibir, alterar e excluir informações georreferenciadas; permitir a criação de cadastros; gerar relatórios, gráficos; processar informações; calcular áreas; realizar estudos temporais, simulações; integrar dados com outras secretarias do município; possibilitar a consonância com outros sistemas utilizados em órgãos de municípios, estados (IEMA, IJSN, IDAF e INCAPER) e federação (IBGE, IBAMA, MMA e ANA) e, sobretudo, na revisão do Plano Diretor Municipal, aproveitando as informações espacializadas.

É importante ressaltar que o Sistema de Informações Geográficas seja de uso comercial, livre ou gratuito quando dominado e, de preferência, operado por especialistas na área/assunto (ex.: geógrafos, arquitetos), possibilita um maior aproveitamento dos recursos oferecidos pelo software, conseqüentemente, uma análise espacial mais aprofundada, integrada e coerente com o território analisado.

Em função desse potencial, os SIGs constituem um ambiente tecnológico e organizacional que tem, cada vez mais, ganho adeptos no mundo todo, não só para as análises geográficas, como para as demais ciências, a exemplo, da Arquitetura, Geologia, Pedologia, Medicina, Biologia (ecologia), etc, caracterizado como um instrumento multidisciplinar de benefícios socioambientais.

REFERÊNCIAS

AB`SÁBER, Aziz Nacib, **Bases Conceptuais e o Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos**, In: MÜLLER-PLANTENBERG, Clarita e AB`SÁBER, Aziz N. (orgs.) Previsão de Impactos: O Estudo de Impacto Ambiental no Leste Oeste e Sul, Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha. 2ª ed., São Paulo, Editora da USP, 2002, pp. 28 – 49.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA **Dados Hidrológicos**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 08 Julho, 2007.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Global. Esboço Metodológico**, Cadernos de Ciências da Terra, São Paulo, 1971, pp. 1-27.

BRASIL - **Lei nº 7661** de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro –

¹⁹ No relatório que trata da indicação das Áreas de Interesse Ambiental intitulado “*Patrimônio Ambiental da Serra*” para o Plano Diretor Municipal foram abordados de forma substancial as etapas mostrada na Figura 4, possuindo também um capítulo que comenta detalhadamente cada uma das 36 áreas de interesse ambiental e possibilidades de formação de corredores de florestas, tendo no final desse, a apresentação das propostas direcionadas ao meio ambiente do território e região.

PNGC, dispõe sobre as regras de uso e ocupação da zona costeira.

BRASIL - **Lei nº 10.257** de 10 de julho de 2001, Estatuto da Cidade, regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelece diretrizes gerais da política urbana.

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

BRASIL - **Lei nº 4.771/65** de setembro de 1965 que dispõe sobre Código Florestal (considerando alterações).

BRASIL - **Lei nº 6.766** de dezembro de 1979 Parcelamento do Solo Urbano (considerando alterações).

BRASIL - **Lei nº 9.985** de 18 de julho de 2000 SNUC – Dispõe sobre Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

BRASIL - **Resolução CONAMA nº 303/2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

BRASIL - **Resolução CONAMA nº 261/1999**. Dispõe sobre parâmetro básico para análise dos estágios sucessivos de vegetação de restinga. (*base para análise no ES*).

BRASIL - **Resolução CONAMA nº 29/1994**. Dispõe sobre classificação vegetação primária e secundária nos estágios inicial (baixo), médio e avançado (alto) de regeneração da Mata Atlântica no estado do Espírito Santo.

BRASIL - **Resolução CONAMA nº 03/1990**. Dispõe sobre os parâmetros Índice de Qualidade do Ar (IQA).

BURROUGH, P. A., e MCDONNELL, R. A. **Principles Geographical Information Systems**. New York: Oxford university Press. 1998.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. Tese de Doutorado, INPE, São José dos Campos, São Paulo, Brasil, 1995.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.; D'alge, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2003.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA – CONCAR, **Legislação e Normas Cartográficas**. Disponível em: <<http://www.concar.ibge.gov.br/indexd46b.html?q=node/16>> Acesso em 3 jul. 2008.

DALAZOANA, Regiane e FREITAS, Sílvia R. C. de. **Efeitos na Cartografia Devido a Evolução do Sistema Geodésico Brasileiro e Adoção de um Referencial Geocêntrico**, Revista Brasileira de Cartografia Nº 54, pp 66-76, sd.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (Orgs.) **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Download de dados SRTMs**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>> Acesso em: 08 Julho, 2008.

ESPÍRITO SANTO - **Lei nº 5.816**, de 22 de dezembro de 1998 – Institui o Plano Estadual de

Gerenciamento Costeiro do Espírito Santo.

ESPÍRITO SANTO - **Lei nº 5.361** de 30 de dezembro de 1996 da Política Florestal do Estado do Espírito Santo.

ESRI, **Shapefile Technical Description**. An ESRI White Paper. Julho 1998.

FITZ, Paulo Roberto, **Geoprocessamento sem Complicação**, São Paulo, Ed. Oficina de Textos, 2008a.

FITZ, Paulo R. **Cartografia Básica** (nova edição), Ed. Oficina de Textos, 2008b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Sistemas de Referência**. Disponível em: <ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/RPR_01_25fev2005.pdf> Acesso em 3 jul. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Shapefiles (2000)**. Disponível em: <<ftp://www.ibge.gov.br>> Acesso em 3 jul. 2008.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. **Dados Climáticos** Disponível em: <www.incaper.es.gov.br> Acesso em: 08 Julho, 2008.

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, **Ortofotomosaicos do Município da Serra-ES** ano 2007.

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, ano de 2008**. Disponível em: <<http://www.inpe.br>> Acesso: 26 jul. 2008.

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

MARICATO, E. **Brasil, cidades, alternativas para a crise urbana**. Petrópolis:Vozes, 2001.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Diretor Participativo: guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos**, sd.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SNIU - **Sistema Nacional de Informações Urbanas**, 2005.

NOGUEIRA, Ruth E., **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais** - 2ª ed. rev. – Florianópolis, Ed. da UFSC, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA, **Dados e Códigos Municipais**, 2007.

PROJETO RADAMBRASIL, vol. 32, **Série Levantamento de Recursos Naturais**, FIBGE, 1983.

SILVA, A. D. B. **Sistema de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: UNICAMP, 2003. 240 p.

TRICART, J. A **Geomorfologia nos Estudos Integrados de Ordenação do Meio Natural**. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, 1976, pp. 15 – 42.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.