

Nova cartografia urbana do Estado do Espírito Santo com o uso de geotecnologias

Marcos Wellausen Dias de Freitas¹
Caroline Jabour de França¹
Carlos Eugênio Alves¹
Rodrigo Bettim Bergamaschi¹

¹ Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN
Av. Marechal Mascarenhas de Moraes, 2524 - 29052-015 - Vitória - ES, Brasil
{marcos.freitas, caroline.jabour, carlos, rodrigo}@ijsn.es.gov.br

Abstract. This article presents a new urban cartography that was generated with emphasis in the GIS techniques and methodologies by a project of Instituto Jones dos Santos Neves. The main problem related to this project is the lack of available data to support the urban and infra-urban scale studies and analysis. It was detected by the project the necessity of a wide revision, update and refinement of the urban cartographic base of the Espírito Santo State. The cartographic bases previously used presented geometric distortions, old information, incompatibilities and toponomy problems related to the use of different sources of information, without the adjustment based on actual orthophotos or satellite images. That cartography is composed by different layers: roads and streets; urban limits; enumerations districts; rivers and water bodies; and quarters. These layers were updated based on remote sensing products like orthophotos and high resolution satellite images. The adopted methodology can be divided in four main stages: (a) geospatial data modeling; (b) incorporation, compatibilization and reprojection of the existing data; (c) vectorization of the urban cartographic base; (d) delimitation of quarters. This new urban cartography of the Espírito Santo State in the 1:15.000 scale will assist in the socioeconomic research and will be used as a tool for decision support by the public managers. In this way, the new urban cartography becomes an important tool for the democratization of data and information for public policies, for researchers and public administrators.

Palavras-chave: remote sensing, urban cartography, Geographic Information Systems, sensoriamento remoto, cartografia urbana, Sistemas de Informações Geográficas.

1. Introdução

O estudo da dinâmica regional e urbana na atualidade pode contar com as geotecnologias e com a utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Uma das principais questões em termos de geração de dados sociais, econômicos e ambientais utilizados na análise e no planejamento da administração pública se refere ao ajuste entre os limites político-administrativos municipais (bairros, regiões administrativas, comunidades, perímetros urbanos e outros) e os setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O Estado do Espírito Santo, como boa parte do território nacional, apresenta poucos municípios com leis que oficializam os limites de bairros. Para possibilitar que o IBGE considere os limites de bairros não-oficiais para fins de áreas de divulgação das unidades territoriais de coleta, e assim facilitar análises do cenário econômico, social e ambiental do Estado, o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) está desenvolvendo um projeto de compatibilização dos limites político-administrativos dos municípios com os setores censitários do Censo de 2000, do Censo Agropecuário e da Contagem da População de 2007.

Durante a elaboração do referido projeto, foi verificada a necessidade de uma ampla revisão, atualização e refinamento da base cartográfica urbana do Estado do Espírito Santo. As bases cartográficas anteriormente utilizadas apresentavam distorções geométricas, desatualizações, incompatibilidades e problemas de toponímia devido ao uso de diferentes fontes de informação integradas sem o ajuste sobre uma base de ortofotos ou imagens de satélite atuais.

Este artigo apresenta uma nova cartografia urbana que foi gerada, com ênfase nas técnicas e metodologias de SIG, através de planos de informação como o sistema viário (arruamentos

e rodovias), os perímetros urbanos, os setores censitários urbanos de 2007, os bairros e os cursos d'água. Estes planos de informação foram devidamente atualizados com base em produtos de sensoriamento remoto como ortofotos e imagens de satélite de alta resolução espacial.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

O área de estudo abrange o Estado do Espírito Santo localizado na porção oriental da Região Sudeste do Brasil (Figura 1), cujos limites encontram-se entre as coordenadas com latitude Sul $18^{\circ} 00' 00''$ e $21^{\circ} 30' 00''$ e de longitude Oeste $39^{\circ} 30' 00''$ e $41^{\circ} 30' 00''$. Apresenta uma área de 46.077.519 km², sendo constituído por 78 municípios com uma população estimada em 3.453.648 habitantes (IBGE/ 2008).

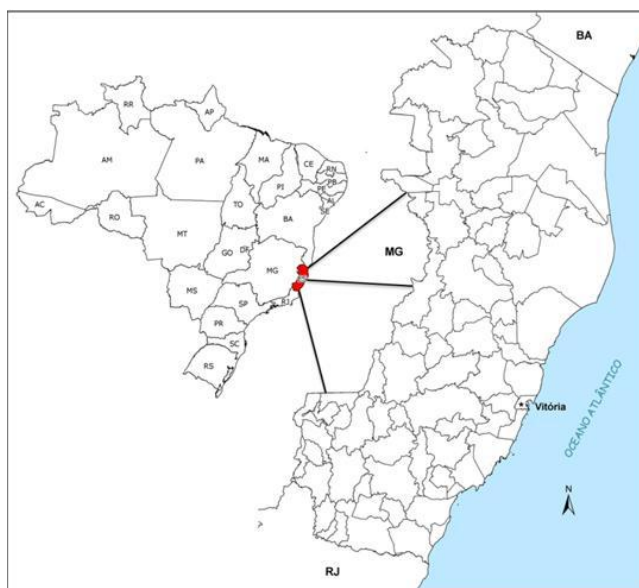


Figura 1. Localização da área de estudo.

2.2 Materiais

A base cartográfica utilizada:

- para a Região Metropolitana da Grande Vitória, levantamento planimétrico e aerofotogramétrico na escala 1:5.000 e na Projeção UTM com o Datum SIRGAS 2000, de propriedade do Conselho de Desenvolvimento Metropolitano da Grande Vitória (COMDEVIT), com vôos efetuados nos anos de 2004 e 2007. Esta base apresenta fotos aéreas ortorretificadas com resolução espacial de 0,5 metro e diversos planos de informação vetoriais, com informações de sistema viário, hidrografia, limites político-administrativos, equipamentos urbanos e outros dados geoespaciais.

- para a Região Metropolitana Expandida Sul e o Pólo Cachoeiro foi utilizada a base cartográfica planimétrica com diversos planos de informação temáticos na escala 1:5.000, Projeção UTM e Datum SAD-69, e fotos aéreas ortorretificadas com data de 2004 e resolução espacial de 0,5 metro cedidas pela PETROBRÁS.

- para os municípios de São Gabriel da Palha, Pedro Canário, Nova Venécia, Colatina, Ecoporanga e Cachoeiro de Itapemirim, foram utilizadas as bases planialtimétricas e ortofotos atuais para fins de cadastro urbano, na escala 1:2.000 e Projeção UTM e Datum SAD-69. Alguns destes municípios disponibilizaram ainda imagens de satélite Quickbird com 0,6

metros de resolução espacial e SPOT-5, com 5 metros de resolução espacial, de toda a área do município.

- para os outros municípios sem as bases acima mencionadas, foram utilizadas ortofotos de 2007 cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA) compatíveis com a escala 1:15.000, com 1 metro de resolução espacial, na Projeção UTM e Datum SIRGAS 2000.

- como suportes cartográficos, foram utilizadas, bases oriundas do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES) com diversos planos de informação temáticos em diferentes escalas cartográficas (1:100.000, 1:50.000), na Projeção UTM e Datum SAD-69. Além da base cartográfica, dos setores censitários urbanos, utilizadas pelo IBGE para o Censo Agropecuário e Contagem da População de 2007 e, ainda, o Mapeamento do Sistema Rodoviário do Departamento de Estradas de Rodagem do Espírito Santo (DER-ES) em formatos CAD (DGN e DWG respectivamente).

2.3 Etapas Metodológicas

A metodologia adotada pode ser dividida em quatro etapas principais: (a) modelagem dos dados geoespaciais; (b) incorporação, compatibilização e reprojeção dos dados existentes; (c) restituição da base cartográfica urbana; (d) delimitação de bairros.

2.3.1 Modelagem dos dados geoespaciais

A modelagem do BDG seguiu o padrão das especificações técnicas para dados geoespaciais vetoriais modeladas para a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e realizadas pelo CONCAR (2007). Tais especificações seguem o padrão OMT-G que parte das definições dos diagramas de classes da *Unified Modeling Language* (UML) com a introdução de primitivas geográficas para modelar a geometria e a topologia dos dados geográficos (Borges et al., 2005).

A modelagem da CONCAR está definida para as escalas menores que 1:25.000 e, no caso de dados com escalas maiores, foram feitas adaptações na modelagem para uma eficiente incorporação de dados em escalas acima de 1:15.000. Nestes casos, a representação espacial das mesmas classes foi alterada (por exemplo de linha ou ponto passa para polígono), bem como os seus atributos foram alterados e adaptados.

2.3.2 Incorporação, compatibilização e reprojeção dos dados existentes

Devido às diversas fontes de informação vetoriais utilizadas, com diferentes padrões de escala e projeções cartográficas, foi necessário realizar uma compatibilização e padronização dos dados. Para isto, foi definida a Projeção UTM com o Datum SIRGAS 2000 como referência de padrão de projeção cartográfica e a escala de trabalho de 1:5.000 até 1:15.000, conforme a natureza dos dados de fonte.

A incorporação dos dados vetoriais das diferentes fontes foi diferenciada: (a) os dados do COMDEVIT da RMGV foram apenas integrados; (b) os dados da PETROBRÁS foram reprojatados para o Datum SIRGAS 2000 e integrados; (c) os dados das Prefeituras Municipais, na escala 1:2.000, foram reprojatados para o Datum SIRGAS 2000 e integrados; (d) os dados de GEOBASES e IBGE não foram integrados devido às incompatibilidades encontradas relacionadas com a escala utilizada e as distorções geométricas, sendo apenas utilizados como referência para a localização de feições e de atributos.

A operação principal de geoprocessamento realizada nesta incorporação de dados vetoriais foi a reprojeção do Datum SAD-69 para SIRGAS 2000, através do módulo de reprojeção do ArcGIS. Neste módulo foi selecionada a reprojeção de SAD-69 para WGS-1984 com a transformação geográfica de Número 4, que nos testes realizados apresentou erro médio de 1,5 metros, dentro dos parâmetros de escala utilizados no trabalho. Estes testes foram realizados com base nas ortofotos do COMDEVIT (em SIRGAS 2000) e da

PETROBRÁS (em SAD-69) do Município de Guarapari. A base vetorial em SAD-69 foi reprojeta para WGS-1984 com as diferentes transformações geográficas do ArcGIS e os erros foram medidos e calculados em sua média. Para as ortofotos e imagens de satélite também foi utilizado o mesmo padrão de transformação para sua reprojeção para SIRGAS 2000.

Outro tipo de dado que serviu como fonte foram os perímetros urbanos atualizados pelos Planos Diretores Municipais aprovados entre 2005 e 2008. Nos casos onde existiam dados em formato vetorial, estes sofreram o mesmo processo de reprojeção e de ajuste geométrico quando necessários de acordo com a base de ortofotos ou imagens. Porém, na maioria dos casos, os Planos Diretores Municipais só apresentavam mapas em formato PDF que foram transformados para TIFF, georreferenciados e utilizados como referência para vetorização sobre a base de imagens. Onde havia a descrição dos perímetros urbanos, esta foi levada em consideração para a vetorização dos mesmos.

2.3.3 Restituição da base cartográfica urbana

A restituição da base cartográfica urbana foi realizada nos municípios onde não havia uma base atualizada com escala acima de 1:15.000. Esta restituição foi realizada dentro dos perímetros urbanos das sedes e dos distritos dos municípios, tendo como base as ortofotos do IEMA na escala 1:15.000 e, como referência, os dados vetoriais de escalas menores como as do GEOBASES e do IBGE.

O sistema viário foi dividido em dois planos de informação complementares: o de arruamentos para as vias urbanas e o de rodovias para as vias interurbanas. No caso das rodovias, este plano de informação foi vetorizado no âmbito de todo o Estado do Espírito Santo, com referência no mapeamento do DER-ES.

A hidrografia foi restituída, somente dentro dos perímetros urbanos, em dois níveis (cursos d'água e massas d'água) para o seu uso na delimitação dos bairros e dos setores censitários.

Por fim, a vetorização dos setores censitários urbanos de 2007 foi realizada através da interpretação da base de referência do Censo Agropecuário e da Contagem da População de 2007 do IBGE. Esta base teve de ser refinada em relação à escala de trabalho, conforme o município, e foi gerada para todos os municípios do Estado, com exceção da RMGV que sofreu uma revisão e ajuste de erros de interpretação encontrados. Procurou-se, neste processo de ajuste, a adequação de limites formados por linhas secas para limites físicos (eixos de logradouro ou cursos d'água) quando possível.

2.3.4 Delimitação de bairros

A delimitação dos bairros foi realizada em conjunto com os técnicos das prefeituras municipais, em especial dos setores de cadastro urbano, pois estes possuem um maior conhecimento das características urbanas locais. Esta delimitação foi gerada através de edição vetorial direta na tela de computador com base nas ortofotos e na base vetorial existente. Buscou-se nesta delimitação uma adequação, sempre que possível, com os limites censitários do IBGE. Foram também definidos limites territoriais como cursos d'água, eixos de logradouros, cercas e muros, de fácil identificação em campo e com o cuidado de não formar linhas secas, especialmente as extensas.

O uso de imagens de alta resolução espacial, como as ortofotos e imagens de satélite utilizadas neste projeto, já foi testada em outro estudo para a delimitação de setores censitários e mostrou bons resultados (Moreira e Pereira, 2003). A delimitação dos setores censitários deste estudo apresenta características muito semelhantes à delimitação dos bairros desenvolvida em nossa pesquisa, pois os alvos utilizados são coincidentes: sistema viário (ruas, estradas vicinais, rodovias, becos e vielas, ferrovias, viadutos, pontes e rotatórias),

hidrografia (rios, córregos, linha de costa), topografia (picos, divisores e vertentes), equipamentos urbanos (estabelecimentos religiosos, muros de divisa de lotes) e outros.

3. Resultados e Discussão

3.1 Nova base cartográfica urbana do Espírito Santo

Os resultados da nova base cartográfica urbana do Estado do Espírito Santo foram quatro planos de informação na escala 1:15.000 dentro da área dos perímetros urbanos (perímetro urbano, arruamento, curso d'água, massa d'água e setor censitário urbano de 2007), além das rodovias para todo o Estado.

Os principais problemas encontrados na geração de tais planos de informação foram:

- diferentes escalas cartográficas da base cartográfica utilizada como referência dos dados, desde 1:5.000 até 1:100.000, que foram resolvidos através do ajuste e refinamento, com base nas ortofotos, para adequação à escala de 1:15.000 adotada;

- diferentes sistemas de projeção dos dados geográficos, em especial os dados em SAD-69 que precisaram ser ajustados para SIRGAS 2000, que será o referencial adotado pelo IBGE no próximo Censo;

- desatualização da base cartográfica, com dados vetoriais e matriciais (inclusive não georreferenciados) oriundos de fontes diversas. As principais atualizações efetuadas foram: 1) perímetros urbanos (muitos foram modificados com os Planos Diretores Municipais aprovados até 2007); 2) divisões de municípios e distritos que sofreram ajustes com a mudança de escala e melhor resolução da base de ortofotos; 3) base vetorial, principalmente de rios, estradas e arruamentos, que precisou de atualizações.

Com as soluções adotadas, foi propiciada a geração de uma base cartográfica refinada em relação à escala, com a geometria no Datum SIRGAS 2000 e atualizada em relação aos seus dados. Esta base foi preparada para a disponibilização ao público em geral através da Internet o que possibilitará uma ferramenta fundamental aos estudos urbanos e metropolitanos no Espírito Santo.

Como exemplo, apresentam-se nas Figuras 2 e 3 os planos de informação gerados na área urbana de Conceição do Castelo, na Microrregião do Sudoeste Serrano. Nestas figuras são apresentados o perímetro urbano atualizado (Figura 2a) e os setores censitários de 2007 (Figura 2b), já na Figura 3 é apresentado o detalhe do arruamento e dos cursos d'água.

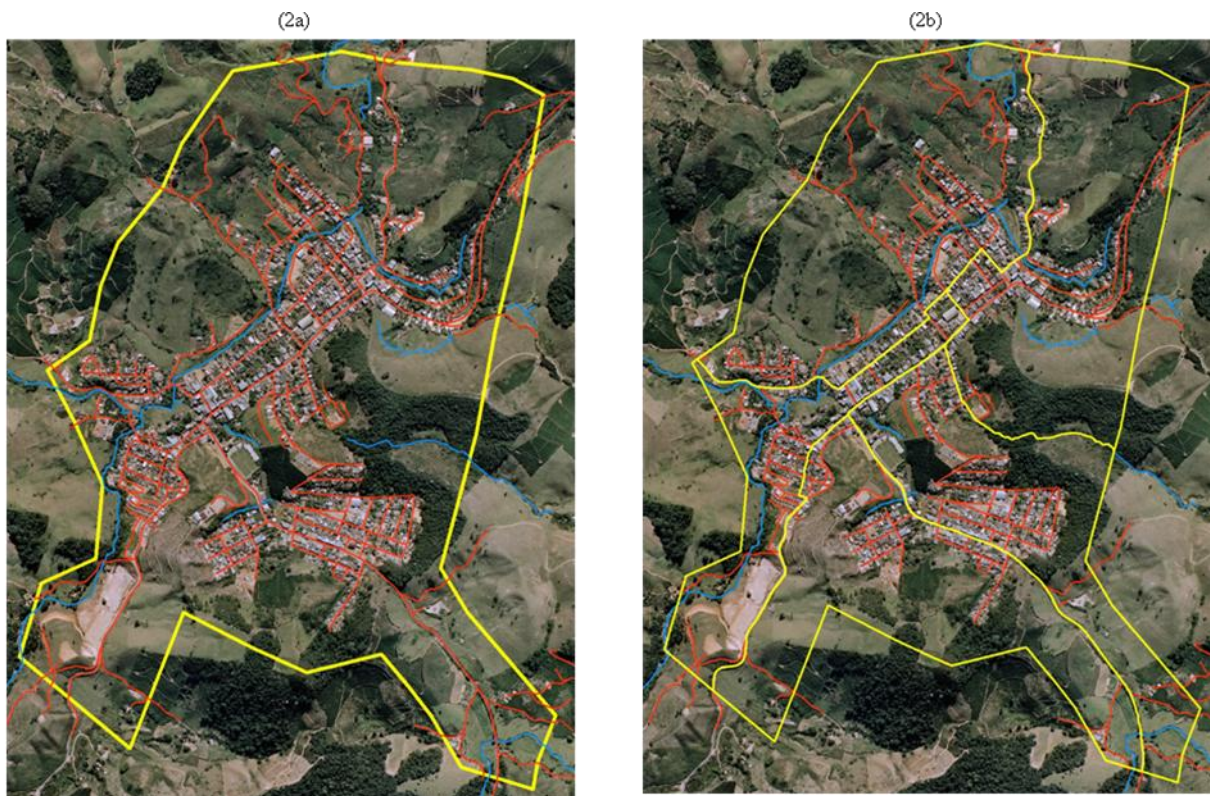


Figura 2. Planos de informação gerados na área urbana de Conceição do Castelo (escala aproximada de 1:15.000): (a) perímetro urbano e (b) setores censitários urbanos de 2007.



Figura 3. Detalhe na escala aproximada de 1:2.500 dos planos de informação de arruamento e curso d'água.

3.2 Bairros do Espírito Santo

No Estado, apenas cinco municípios apresentam legislação oficial de bairros (Vitória, Vila Velha, Serra, Viana e Cachoeiro de Itapemirim). Nestes casos os limites de bairros foram respeitados e incorporados à base cartográfica do IJSN. Nos outros municípios foi realizada a delimitação dos bairros como anteriormente exemplificado na metodologia. O mapeamento dos bairros foi finalizado nos oito municípios através da edição vetorial em gabinete, a partir dos dados gerados em conjunto com os técnicos das prefeituras, como pode ser visto na Figura 4 no exemplo do Município de Guaçuí.

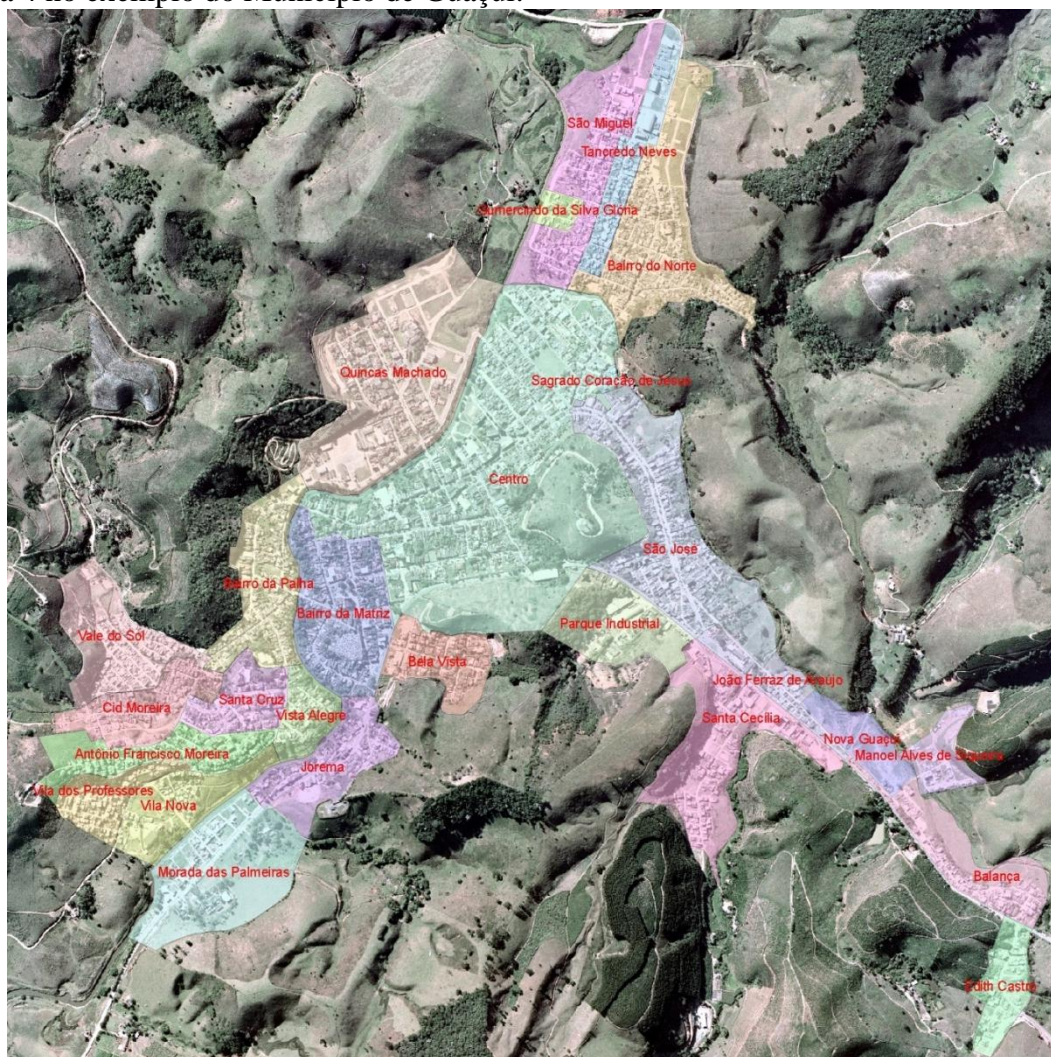


Figura 4. Bairros delimitados no Município de Guaçuí.

Para a delimitação dos bairros os principais problemas cartográficos encontrados são os mesmos descritos no item anterior. Em relação à parceria com os técnicos das prefeituras, os principais problemas encontrados se referem a questões de interpretação quanto ao conceito de bairro e a necessidade de compatibilização deste aos setores censitários. Em relação ao conceito de bairro, foi observada uma dificuldade de diferenciar os bairros dos loteamentos. Em muitas ocasiões, os técnicos municipais buscavam delimitar como bairros, os loteamentos de proporções bastante reduzidas.

Este problema foi, em parte, solucionado com a participação dos técnicos do IJSN que propuseram um agrupamento de loteamentos com características semelhantes através do uso de elementos polarizadores (inclusive levando em consideração a toponímia dos mesmos). Em relação à compatibilização dos bairros aos setores censitários, foi observado certo receio

dos técnicos das prefeituras. Estes, freqüentemente, sugeriam a delimitação já adotada pela população e não compatibilizada aos limites dos setores censitários.

4. Conclusões

A principal contribuição da cartografia urbana atualizada do Espírito Santo é relacionada à elaboração de pesquisas voltadas para a avaliação e implementação de políticas públicas em âmbito local e regional. Esta base cartográfica permitirá a geração de dados, análises e pesquisas numa escala mais detalhada nas áreas urbanas, podendo chegar ao nível de bairros.

A disponibilização destes dados para a comunidade, especialmente pesquisadores e gestores públicos, tem como objetivo a geração de mapas temáticos, consultas espaciais e, em especial, análises espaciais contribuindo para as pesquisas e ações relacionadas com a tomada de decisões. Estas também podem contribuir para uma cultura de SIG em nível Estadual. Deste modo a nova cartografia urbana do Estado do Espírito Santo, torna-se uma importante ferramenta de democratização da informação em políticas públicas, que propiciará uma participação mais efetiva e de melhor qualidade dos administradores públicos e pesquisadores.

Referências bibliográficas

Borges, K.A.V., Davis Jr., C.A., Laender, A.H.F. Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. In: Casanova, M.A., Câmara, G., Davis Jr., C.A., Queiroz, G.R. (Org.). **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: Editora MundoGEO, 2005. p.53-92.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. **Especificações técnicas para estruturação de dados geospaciais digitais vetoriais (Versão 2.0)**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Cartografia, 2007. 211p.

Moreira, M. Z.; Pereira, M. N. Uso de imagens orbitais de alta resolução na demarcação de setores censitários demográficos. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 3175-3182. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00017-X. Disponível em: < http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.13.11.32/doc/14_102.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2008.