

## Geotecnologias aplicadas na atualização de dados cartográficos

Luciano Melo Coutinho

Prefeitura Municipal de Cachoeiro de Itapemirim - AGERSA  
Rua Prof<sup>o</sup> Quintiliano Azevedo, 31, Centro - 29300-803 - Cachoeiro de Itapemirim-ES, Brasil  
lncoutinho@hotmail.com / lncoutinho@gmail.com

**Abstract** - Modifications of the terrestrial surface, whether natural or anthropic, refer to the need for periodic updates and corrections of charts and maps. With the evolution of the resources and methods of digital mapping such procedures are performed with agility and precision, giving cartographic reliability to the representation data. Hydrographic net mappings can be performed by manual (vectorization) or automatic methods (mathematical algorithms), being the last of best applicability for studies of large areas. This work carried out the updating of stretches of the hydrographic net of the Municipality of Cachoeiro de Itapemirim (ES). The methodology consisted of the creation of a database in software environment of the category of Geographic Information System (GIS), composed by digital cartography (hydrography and altimetry), aerial photos and orbital images of high spatial resolution. Hydrographic net of different sources were compared, being: (1) original topographic map, (2) extracted from Digital Elevation Model and (3) vectoring of aerial photographs. The topographic map is outdated due to the time and methods of preparation, which caused errors in the allocation of hydrography extracted from the MDE. The vectorization data presented the best results due to compliance with surface occurrences. As final product was generated an updated hydrography net composed of 171 channels distributed by 534.27 linear kilometers.

**Keywords:** water resources, relief, cartographic precision, photointerpretation, vectorization.

### Introdução

A confiabilidade dos procedimentos de mapeamento e representação cartográfica dos recursos hídricos é uma preocupação constante para o meio científico, tendo em vista que se trata de recurso indispensável à vida e a manutenção de diversas atividades. A disponibilidade destes tipos de dados pode contribuir para diversas pesquisas, a exemplo da localização e mensuração dos corpos hídricos, e ainda para estimar a oferta, qualidade e formas de usos da água. De acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei 4771/1965) as faixas marginais dos corpos hídricos e nascentes são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), as quais podem ser delimitadas a partir de dados de mapeamento.

Os corpos hídricos são classificados como perenes (alimentados por lençóis freáticos e canais tributários, podem ter seus níveis alterados, mas nunca secam), intermitentes ou temporários (secam por redução do nível dos lençóis freáticos) e efêmeros (alimentados unicamente pelas chuvas e somem durante as estiagens). Processos naturais de (re)modelagem da superfície (erosão, sedimentação e assoreamento), assim como as ações antrópicas (desvios de canais, barragens, sistemas de irrigação e urbanização), podem alterar a localização e a distribuição dos corpos hídricos, tornando suas representações cartográficas inconsistentes com as reais ocorrências do terreno. Fatores sazonais como temperatura e precipitação, podem ocasionar a redução de área ou total ausência destes corpos. Tais fatores levam a necessidade de atualização dos dados que representam sua distribuição espacial (Lima e Cunha, 2014; Tomazoni et al., 2011).

A principal fonte de dados de mapeamento do território brasileiro são as cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), geradas a partir da década de 1970 com o objetivo de representar diversas ocorrências espaciais, incluindo os recursos hídricos. Estas cartas apresentam problemas relacionados à data de confecção, recursos utilizados (imagens de baixa resolução espacial) e escala. Nota-se em vários trechos que estas são imprecisas e desatualizadas (Nóbrega et al., 2008; Pinheiro, 2006).

No contexto das geotecnologias a identificação de recursos hídricos são etapas importantes, que requerem critérios e metodologia confiáveis. Os tradicionais levantamentos

de campo e análise de imagens (orbitais e aerofotos) são recursos muito utilizados e que sofreram melhorias significativas com o avanço e acesso dos recursos computacionais.

Segundo Matias e Santos (2006) os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são *softwares* dotados de ambiente específico para representar o espaço geográfico e suas transformações, e que realizam análises e simulações complexas por diferentes combinações de dados. Os dados digitais apresentam vantagens como proximidade da realidade e possibilidade de constante atualização das representações. Os recursos mais comuns de representação digital das redes hidrográficas são por vetorização (manual) ou modelagem do relevo (automática). A confiabilidade dos produtos gerados via SIG podem variar principalmente pelos métodos e procedimentos adotados, representação cartográfica, correta integração e tratamento dos dados, escala de trabalho e acurácia estimada.

Diversos elementos constituem fontes práticas e confiáveis para obtenção de drenagem. Imagens de sensoriamento remoto potencializam os estudos de superfície e delimitação dos alvos, permitindo definir e/ou estimar sua ocorrência em áreas grandes ou de difícil acesso. Recursos de topografia de precisão (GPS e estação total) permitem a localização e mensuração de ocorrências de superfície com maior precisão geométrica e cartográfica. Modelos digitais de elevação (MDE) são gerados a partir da interpolação de dados por algoritmos matemáticos, constituindo imagens de formato *raster* compostas por celas dotadas de valores de atributos. Nestas celas são representadas as elevações do terreno, identificados os fundos de vales e os percursos dos canais. Dados originais de imagens *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER GDEM) são alternativas para estudos de relevo e recursos hídricos, embora necessitem de tratamentos decorrentes da baixa resolução espacial e identificação dos canais via MDE. Assim, diferentes dados podem ser manipulados via SIG.

Drenagens obtidas por algoritmos matemáticos de MDE apresentam limitações e são passíveis de erros cartográficos. Todos os canais da drenagem são traçados com largura única e não se distinguem os de maior aporte. Canais fora do percurso real, que não representam os meandros ou outras formas de drenagens existentes no terreno, são comuns em mapeamentos originais de MDE. Divergências quantitativas (número e extensão dos canais) podem ser ocasionadas pelos critérios de aproximação adotados em mapeamentos automáticos, ocasionando inclusões ou exclusões de canais, resultando em mapeamentos conflitivos com as ocorrências do terreno. Compete ao pesquisador proceder a correções e adequações necessárias, para que a representação cartográfica esteja o mais próximo da realidade (Lima, Cunha, 2014; Paz, Collischonn, 2008; Pinheiro, 2006; Tomazoni et al., 2011).

A carta topográfica do Município de Cachoeiro de Itapemirim foi gerada no ano de 1978, o que representa um período de 36 anos. Considerando as limitações de sua confecção e a dinâmica do relevo, diversas representações da hidrografia deste município encontram-se desatualizadas, o que se confirma por observações e comparações entre carta, imagens atualizadas e verificações de campo.

Do exposto, o presente trabalho consistiu da confecção de trechos da rede hidrográfica do Município de Cachoeiro de Itapemirim via imagens de sensoriamento remoto. Os alvos mapeados foram o canal principal do Rio Itapemirim, os canais principais de sub-bacias de contribuição direta e os canais tributários. Discorre procedimentos técnicos e operacionais de mapeamento realizados em campo e laboratório. Espera-se contribuir com a geração e disponibilidade de dados que promovam a gestão da área de estudos.

## Material e Métodos

O município de Cachoeiro de Itapemirim (878,18 km<sup>2</sup>) está localizado na Região Sul do Estado do Espírito Santo (Figura 1). Clima característico de invernos secos e verões chuvosos (Aw segundo classificação de Köppen). Gardiman Júnior et al. (2012) estimaram a média real

de precipitação mensal em 111,52mm, com variações de 5%. Machado et al. (2010) identificaram valores de vazão ( $m^3/s$ ) em mínima (251,10), média (461,90) e máxima (725,30), e probabilidades máximas de retorno de 563,50 (5 anos), 632,32 (10 anos) e 724,85 (25 anos). Tais informações atestam as variações hidrológicas da área.

A geologia inclui Faixa de Agradação Cachoeiro-Castelo (altitude entre 80m e 100m, ação intempérica e afloramentos), Feições de Mar de Morros (maciços rochosos e serras resistentes ao intemperismo, altitude entre 200m e 900m) e Remanescentes do Ciclo Sul-Americano (altitudes em torno de 900m, solos espessos e processos erosivos em franco desenvolvimento). De acordo com Ab'Saber (2003) esta área é inserida no “Domínio dos Mares de Morros”, com rochas magmáticas e metamórficas de idade Pré-Cambriana, relevo planáltico remodelado por chuvas orográficas, contribuindo para morfologia do tipo “mamelonar”, superfícies de “cimeira” e “terraços” nas partes mais altas, solos “superpostos” sobre as faixas de rochas e “planícies meândricas” nas calhas principais.

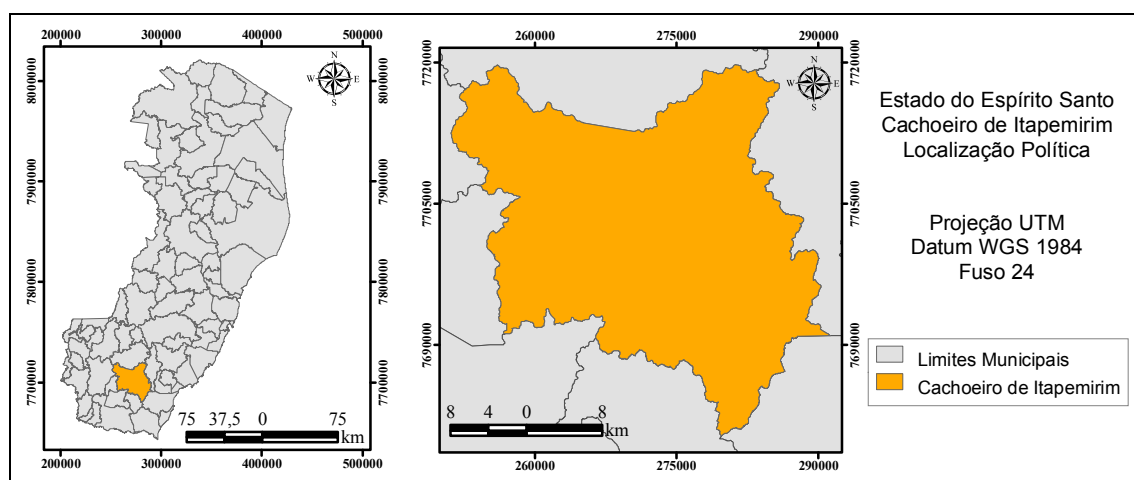


Figura 1. Localização política do Município de Cachoeiro de Itapemirim.

O objetivo do trabalho consistiu do mapeamento da hidrografia, seguido da produção de material atualizado e dotado de confiabilidade cartográfica, considerando a carência de dados atualizados da área. Os alvos vetorizados foram o canal principal do Rio Itapemirim e trechos da rede de drenagem, priorizando os canais principais das sub-bacias e/ou córregos e ribeirões, identificados visualmente em imagens de alta resolução espacial.

Foi criado banco de dados em *software* da categoria de SIG (ArcGIS 9.2®) para integração de todo o material digital. A organização cartográfica adotou escala 1: 50.000, *datum* WGS 1984, fuso 24S e *pixels* de 10m x 10m considerando o RMS aceitável na metodologia proposta por Santos et al. (2010). Foram utilizados os seguintes materiais:

- aerofotos ortorretificadas de alta resolução espacial (1m x 1m) advindas do Instituto Estadual de Meio ambiente e Recursos Hídricos (IEMA);
- carta topográfica digital do IBGE (SF-24-V-A-V-4) em escala 1: 50.000;
- aparelho receptor de GPS;
- imagens orbitais MS-GeoEye 1 de altíssima resolução espacial (0,5m x 0,5m) disponíveis no programa de livre acesso *Google Earth*; e
- aplicativo *SyncArcGE* para sincronia entre ArcMap e *Google Earth* (Motta, 2008).

As fotografias aéreas originais do IEMA foram geradas em aerolevanteamento regional nos anos de 2007 e 2008 (escala 1: 35.000) e disponibilizadas na forma de documentação cartográfica (ortofotomosaico digital 1: 15.000). Estas aerofotos têm Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) de classificação A (erro de posicionamento na carta inferior a 7,5m).

Procedeu-se a avaliação de confiança a partir da confrontação de coordenadas obtidas das aerofotos e por verificação em campo. Foram identificadas nas imagens trevos de rodovias pavimentadas (total de 20 pontos), por se tratarem de alvos estáticos e localizados em áreas planas com menor interferência de relevo e edificações. Os dados de localização (coordenadas UTM) dos mesmos alvos foram obtidos *in loco* por receptor de GPS (Nóbrega et al., 2008; Silva e Nazareno, 2009). Discrepâncias entre coordenadas foram avaliadas por interpretação visual e identificação de Erro Médio Quadrático (RMS).

Adaptou-se o aplicativo *SyncArcGE* ao ambiente de SIG para sincronia das imagens utilizadas (aerofotos e imagens MS-GeoEye 1), como alternativa de complementaridade de funções para melhor distinção de alvos e avaliação do relevo em 3D. O mapeamento dos alvos consistiu da confecção manual por vetorização. Esta etapa adotou a junção das fontes de dados, identificando-se os alvos nas imagens pelos fundamentos de fotointerpretação e comparação com sua ocorrência em carta topográfica. Destaca-se que as imagens são de período seco e os canais são representados entre o nível mínimo e médio.

O MDE foi gerado a partir das curvas de nível pelo interpolador *Topo to Raster* com suporte de hidrografia para indicação da passagem dos canais (*Stream*). O pós-processamento eliminou depressões espúrias do relevo (*Fill*), obtendo-se um Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente - MDEHC (Santos et al., 2010). A extração da drenagem do MDEHC (*Hydrology*) obedeceu aos procedimentos de direção de fluxo (*flow direction*), fluxo acumulado (*flow accumulation*), classificação-eliminação de intervalos (*Conditional - Set Null*) e conversão de formato matricial para vetor (*Stream to Feature*).

Procedeu-se a comparação entre as redes de drenagem da área de diferentes fontes (carta topográfica digital, extraídos do MDE e por vetorização de aerofotos). O pós-processamento dos canais gerados por mapeamento (manual e automático) foi a suavização das curvas por inclusão automática de vértices (*Smooth Line*) para melhoramento estético. Os vetores foram exportados para o *Google Earth* (formato KMZ) para comparação com as ocorrências do terreno. Santos et al. (2008) adotaram a verificação de fidelidade semântica, que consiste da junção de diversas informações, para retratar diferentes realidades. Os canais que apresentaram correspondência com as imagens foram selecionados, constituindo o produto final. Etapas de preparo de material e métodos podem ser verificadas na Figura 2.

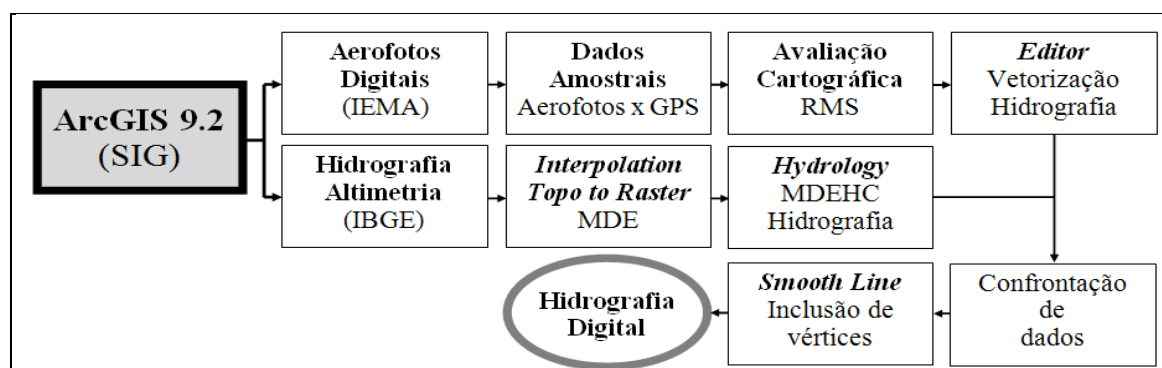


Figura 2. Fluxograma de procedimentos e métodos.

### Resultados e discussão

A atualização da hidrografia da área de estudos foi possível a partir dos procedimentos e metodologia proposta (Figura 3). A drenagem mapeada por aerofotos é predominantemente do tipo dendrítica, composta por 171 canais e abrange 534,27 km de extensão, sendo o canal principal ou calha, 34 canais de contribuição direta para calha e 136 tributários. O canal principal do Rio Itapemirim é do tipo perene, com 56,36 km de extensão, com largura entre 50 m e 400 m. Apresenta grandes variações de nível devido às oscilações climáticas e

ocorrências de eventos anormais de precipitação, com registros de enchentes, perdas de vidas e danos de patrimônio. Os canais tributários são do tipo perene e intermitente (nas correntes menores), o que pode estar relacionado ao sistema de chuvas, relevo, cobertura vegetal e uso do solo. Machado et al. (2010) verificaram rápida resposta da vazão desta calha principal ao regime de precipitação, com ocorrências de cheias em curtos tempos de concentração.

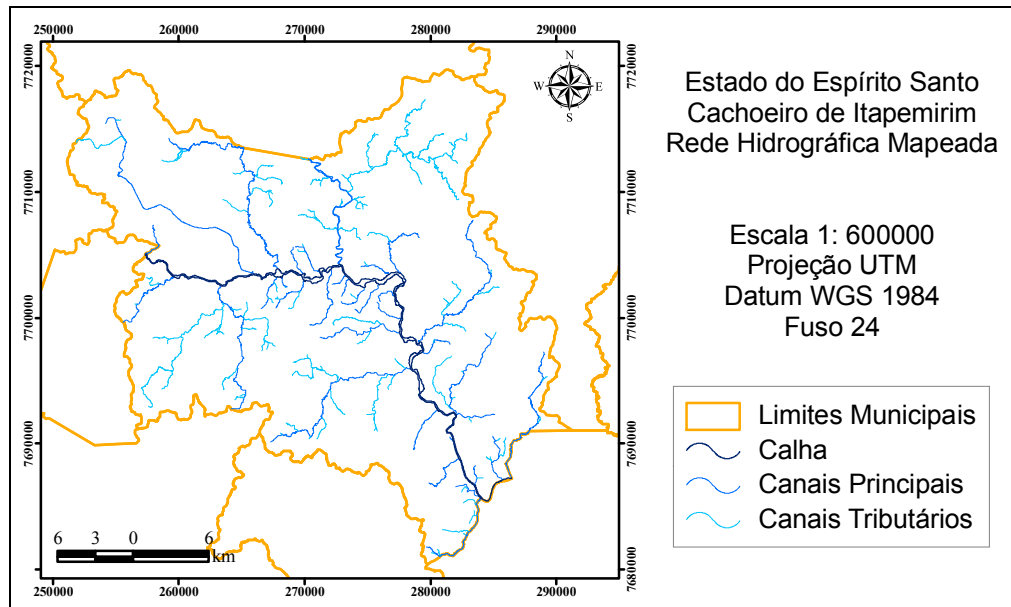


Figura 3. Rede hidrográfica mapeada de Cachoeiro de Itapemirim (ES).

As imagens de alta resolução contribuíram para elucidação de dúvidas sobre o traçado e dimensões de canais. Os dados de cartografia digital (hidrografia e altimetria) retificaram a existência do canal principal do Rio Itapemirim e dos tributários de maior aporte (a exemplo do Rio Castelo), mas pouco contribuiu a localização de canais de menor aporte, principalmente os do tipo efêmero. Esta investigação não adotou a identificação de canais temporários e de menor ordem, considerando a conformidade com escala de trabalho.

Conforme a carta topográfica a drenagem da área é composta por 2735 canais (96 principais e 2639 tributários) em extensão de 1889,40 km, com canal principal de 54,80 km. Para refinamento dos dados originais da hidrografia de MDEHC foram excluídos 120 canais inferiores a 300 m de extensão. Lima e Cunha (2014) removeram da hidrografia de MDEHC canais inferiores a 2 km para manter consonância entre a quantidade de dados e a escala de mapeamento. A drenagem final do MDEHC é composta de 493 canais (54 principais e 438 tributários) em 812,78 km de extensão e a calha principal com 53,47 km.

A literatura consultada atesta a importância e a confiabilidade das metodologias de atualização de mapas. Nóbrega et al. (2008) utilizaram aerofotos e MDE para atualização cartográfica de uma bacia hidrográfica no Estado de São Paulo, obtendo cotas altimétricas com equidistância de 5 metros (região montanhosa e com cobertura vegetal) e 1 metro (região de várzea). Silva e Neves (2012) adotaram técnicas avançadas de coleta e tratamento de informações espaciais (aerolevantamento, tratamento e interpretação de imagens) em mapeamento digital da cidade de Recife (PE), cujos produtos finais foram ortofotos digitais e dados vetoriais de loteamentos e altimetria (curvas de nível). Lima e Cunha (2014) utilizaram geoprocessamento para atualização da rede hidrográfica do Rio Bom Sucesso (BA), obtendo rede de drenagem digital de 433 km de extensão e composta por 269 canais.

A Figura 4-A ilustra a área de cobertura e o mosaico das aerofotos. O procedimento de comparação de pontos é demonstrado na Figura 4-B, sendo os pontos verdes originados das imagens e os pontos vermelhos por verificação *in loco* (GPS). A partir da confrontação entre



20 pontos das aerofotos e de GPS procedeu-se a avaliação da qualidade posicional da imagem em ambiente de SIG. A Tabela 1 apresenta as coordenadas UTM dos pontos, onde a confrontação dos dados apresentou baixo valor de RMS (1,325) por polinômio de 3º grau. Considerando o RMS aceitável (7,5m) na escala 1: 15.000 as aerofotos do IEMA são compatíveis com PEC classe A. Pinheiro (2006) utilizou este mesmo procedimento, comparando pontos observados em MDE's com pontos de controle de GPS, encontrando RMS de 7m no MDE SRTM e 26,8m no MDE carta). Santos et al. (2008) confrontaram 24 pontos amostrais (GPS e carta 1: 2000), obtendo PEC classe B devido a influência de tendência observada na coordenada E (longitudinais). Estes resultados corroboram com a confiabilidade do procedimento utilizado.

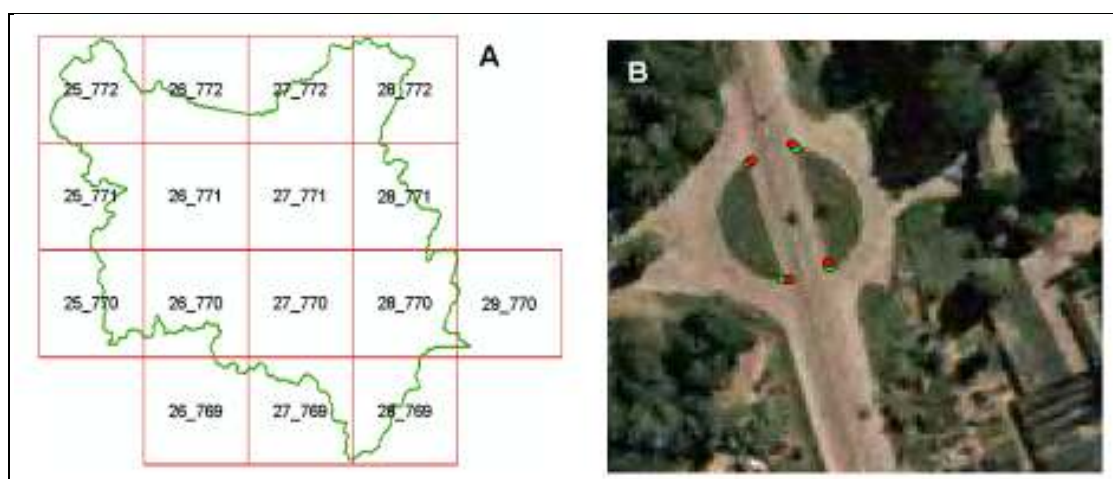


Figura 4. Mosaico da área de estudos (A) e comparação por pontos amostrais (B).

Tabela 1. Análise de confiança de coordenadas de imagem e campo (GPS).

X (imagem)	Y (imagem)	X (GPS-Campo)	Y (GPS-Campo)	RMS
282.162,692	7.688.687,773	282.162,522	7.688.685,886	1,541
282.192,506	7.688.633,767	282.192,530	7.688.635,459	0,911
282.005,257	7.689.055,241	282.006,904	7.689.055,252	1,205
282.017,710	7.689.058,716	282.017,252	7.689.060,375	0,665
282.008,732	7.689.093,182	282.007,642	7.689.094,666	0,811
281.455,871	7.690.441,437	281.454,137	7.690.440,526	2,140
281.467,728	7.690.444,994	281.468,814	7.690.444,652	0,946
281.495,887	7.690.383,637	281.497,414	7.690.382,661	1,639
281.890,498	7.692.341,674	281.891,245	7.692.339,012	0,780
281.940,888	7.692.387,914	281.943,084	7.692.386,627	0,704
281.012,765	7.692.472,467	281.011,029	7.692.472,118	0,611
280.951,769	7.692.406,823	280.950,740	7.692.406,752	0,753
279.439,537	7.694.139,714	279.438,968	7.694.139,474	0,699
279.428,825	7.694.153,230	279.427,207	7.694.152,323	0,681
279.230,480	7.692.213,802	279.230,517	7.692.213,390	0,848
279.249,247	7.692.210,214	279.246,414	7.692.211,065	2,097
279.246,534	7.692.225,014	279.245,452	7.692.223,331	2,011
279.258,631	7.692.218,218	279.259,522	7.692.219,362	2,279
279.293,129	7.692.243,884	279.290,550	7.692.246,119	1,633
279.312,724	7.692.202,486	279.311,039	7.692.201,069	1,048
RMS (Polinômio de 3º Grau)				1,325

Procedimentos de comparação dos canais de diferentes fontes demonstram que a carta topográfica e os dados de MDE geram erros de representação visual. Estas representações são ora superestimadas por inclusão e alongamento dos canais, ora subestimadas por exclusão e

encurtamento dos canais, resultados similares aos encontrados por Paz e Collischonn (2008). Os traçados manuais foram os que melhor se adequaram a realidade do terreno, considerando as ocorrências e modificações do relevo, em certos casos confrontaram a localização das curvas de nível da carta. Pinheiro (2014) atribui a ocorrência destes erros das cartas ao período e aos procedimentos antigos adotados para sua confecção.

A Figura 5-A permite a comparação entre as representações do canal principal do Rio Itapemirim digitalizada (azul escuro) e a extraída de MDEHC (azul claro), neste último dimensionado apenas por uma linha, o que não expressa suas variações de largura. Na Figura 5-B compara-se a hidrografia da carta (verde), hidrografia de MDEHC (azul claro) e hidrografia mapeada (azul escuro). Menores extensões são de dados de MDEHC devido aos parâmetros de representação visual. Ocorre maior conformidade entre a hidrografia da carta e MDEHC, o que é justificável pela indicação dos fundos de vale nos canais da carta.

Diversos canais mapeados em carta, ou evidências destes, não foram localizados nas imagens, principalmente em áreas antropizadas, com destaque aos trechos de urbanização intensa. No centro da Figura 5-C ocorre verticalmente um excedente de canais da carta, incompatíveis com a hidrografia de MDE (Figura 5-D) e com a realidade do terreno. Assim, o refinamento visual da hidrografia destes trechos foi um fator positivo observado nos dados de interpolação, por minimizar a superestimativa de canais da carta. Diferenças quantitativas podem se justificar pela sazonalidade e mapeamentos em períodos de cheia e seca, ou ainda pela supressão de canais por pressões antrópicas que comprometem sua manutenção.

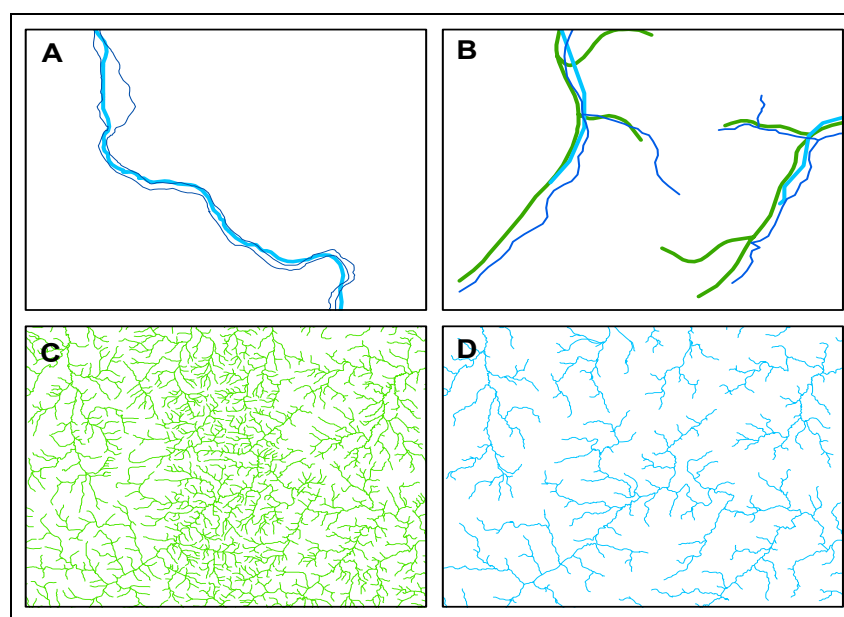


Figura 5. Comparativo de mapeamento de canais por distintos procedimentos.

Mapeamentos de hidrografia por MDE são indicados para trabalhos em pequena escala, superior a 1: 250.000, considerando a compatibilidade com a precisão pré-determinada. As considerações de Paz e Collischonn (2008) quanto ao uso de MDE se confirmaram nas falhas de representação de pequenos meandros e ocorrências de sinuosidades artificiais, ambas decorrentes de inconformidade entre resolução espacial do MDE e largura de canais.

Tomazoni et al. (2010) não obtiveram bons resultados em mapeamento de drenagem via imagens de radar (SRTM e ASTER GDEM) devido a exclusão de canais de 1ª e 2ª ordem, enquanto os canais de ordem superior foram alocados fora dos cursos reais identificados nas cartas topográficas. Dados de radar podem sofrer variações de altitude por interferência de alvos, a exemplo da vegetação, e resultar no incorreto traçado dos canais.

Embora os procedimentos de mapeamento automático de grandes áreas se mostrem avançados em relação aos métodos manuais (considerando agilidade e ganho de tempo), este último apresentou melhor resultado pelo uso de imagens atualizadas, de alta resolução espacial e georeferenciadas. Foi possível confeccionar a hidrografia manual comparada a outras fontes de dados, onde se constatou que erros de procedimentos e alterações de superfície remetem à necessidade de atualização do mapeamento do território brasileiro.

## Conclusão

Procedeu-se a atualização de trechos da rede hidrográfica do Município de Cachoeiro de Itapemirim via ortofotomosaico. Os procedimentos foram aplicados em conformidade com as expectativas e limitações enunciadas. A drenagem é composta por 171 canais que somam 534,27 km de extensão, incluindo a calha principal do Rio Itapemirim (56,36 km), 34 canais de contribuição direta para calha principal e 136 tributários de menor ordem.

A alta resolução espacial das imagens foi fundamental a execução dos procedimentos, contribuindo para definição e confecção dos alvos de interesse. Pressões antrópicas podem suprimir canais e dificultar os mapeamentos por imagens. Os dados de hidrografia vetorizada apresentaram pouca conformidade com a hidrografia da carta topográfica e a extraída de MDEHC. Destaca-se a importância de trabalhos de atualização dos mapeamentos topográficos para representação confiável dos alvos de interesse.

## Referências

- Ab'Sáber, A.N. **Domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. SP: Ateliê Editorial, 2003.
- Gardiman Júnior, B. S. (et al.). Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do Rio Itapemirim (ES). **AMBIÊNCIA**, Guarapuava (PR), v.8 n.1 p. 61-71 Jan./Abr. 2012.
- Lima, K. C.; Cunha, C. M. L. Atualização cartográfica da rede de drenagem para estudo geomorfológico de rios intermitentes e efêmeros do semiárido. **Revista Brasileira de Cartografia**, n.66, v.1, p.127-136, 2014.
- Machado, E. F. do P. (et al.). Distribuição de probabilidade para determinação de vazões máximas para o Rio Itapemirim-Espírito Santo. In: XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA. **Anais...**, 27 set. a 01 out., 2010.
- Matias, L. F.; Santos, A. dos. Construção de base cartográfica digital em escala regional dos Campos Gerais do Paraná. **Boletim de Geografia**. Ano 24(1), p.95-108, 2006.
- Motta, L. P. **Procedure for install source of "Synchronized Google Earth with View map of ArcMap"**. Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM). Brazil: Brasília-DF, 2008.
- Nóbrega, R. A. A. (et al.). Emprego de técnicas digitais para concepção de base cartográfica da bacia hidrográfica do Córrego Cabaçú de Baixo, São Paulo, SP, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v.3, n.8, p.76-90, 2008.
- Paz, A. R.; Collischonn, W. Derivação de rede de drenagem a partir de dados do SRTM. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.2, n.2. 2008, p.84-95
- Pinheiro, E. da S. Comparação entre dados altimétricos *Shuttle Radar Topography Mission*, cartas topográficas e *GPS*: numa área com relevo escarpado. **Revista Brasileira de Cartografia**, n.58, v.01, p.1-9, 2006.
- Santos, A. R. (et al.). **ArcGIS 9.3 total: aplicações para dados espaciais**. Alegre (ES): CCAUFES, 2010.
- Santos, A. G. (et al.). Controle de qualidade de mapas digitais urbanos para uso em sistemas de informações geográficas. **Revista Minerva**, v. 05, p. 169-176, 2008.
- Silva, L. A.; Nazareno, N. R. X. Análise do padrão de exatidão cartográfica da imagem do *Google Earth* tendo como área de estudo a imagem da cidade de Goiânia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIV. **Anais...**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p.1723-1730.
- Silva, M. V. da; Neves, T. da F. Mapeamento digital da cidade do Recife - PE em SIRGAS 2000. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, IV. **Anais...**, Recife - PE, 06-09 de Maio de 2012, p.001-009.
- Tomazoni, J. C. (et al.). Uso de Modelo Digital de Elevação gerados a partir do ASTER GDEM e SRTM para Caracterização de Rede de Drenagem. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n.02, 2011, p. 365-376.