

Proposta Metodológica para Validação de Imagens de Alta Resolução do Google Earth para a Produção de Mapas

Msc. Edésio Elias Lopes ¹
Dra. Ruth Emilia Nogueira ²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Departamento de Engenharia Civil
88040-900 – Florianópolis – SC, Brasil
edesiolopes@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Campus Universitário, Centro de Filosofia e Ciências Humanas – CFH
Departamento de Geociências
88040-900 – Florianópolis – SC, Brasil
ruthenogueira@gmail.com

Abstract. The objective of this Thesis was evaluate the positional and geometric quality of high-resolution images provided by Google Earth system, using as reference a cadastral mapping 1/2000 scale from the city of Barbacena, state of Minas Gerais, Brazil. Afterwards, it was verified the possibility of using images from Google Earth as data sources for maps production, in this case, defining their types and the resolution versus scale, indicating the limiting and excluding factors of using these images for mapping. The tests conducted in this research proved to be efficient by illustrating numerically the geometric and positioning reality of the reviewed image located in Google Earth's database. From the analysis on, methodological procedures had been organized containing recommendations for responsible and aware use of Google Earth's images, beyond some considerations about its deficiencies.

Palavras-chave: Acurácia, Google Earth, Mapeamento.

1. Introdução

O avanço na captura de dados geográficos alcançou utilidade prática nos mapeamentos e planejamentos da Terra, sendo que a possibilidade de se ter imagens de uma feição ou área mensurável permite que dos dados vetorizados a partir dessas imagens tornem-se mapas com fidelidade geométrica, permitindo assim a medição desses produtos em escala apropriada.

Kraak e Brown (2001) inferem que o processo de visualização cartográfica é a ligação de informações geoespaciais a partir de bases de dados na criação de mapas como produto. Esse novo processo gera um questionamento: quem realmente tem conhecimento para confeccionar mapas utilizando metodologias precisas e coerentes com a normatização?

O lançamento do Google Earth¹ foi um marco na divulgação de imagens provenientes de sensores remotos acoplados em satélites, pois começou a disponibilizar para o público uma forma simples de manipulação de imagens de alta resolução, que possibilita, além da visualização dessas imagens, a vetorização de pontos, linhas e polígonos, e ainda, a sobreposição de pontos gerados por outros processos de levantamento, como por exemplo, pontos resultantes de sistemas de posicionamento global por satélite.

Segundo Brown (2006), o Google Earth é um aplicativo cliente-servidor para desktop que possibilita a visualização de imagens de sensores acoplados em satélites em um ambiente

¹Google Earth é marca registrada da Google, Inc.

dinâmico, permitindo visualizações em duas e três dimensões, tornando possível a interatividade do usuário.

Por outro lado, em meio a tanta divulgação de informações geográficas, a fonte de dados é desconhecida. Tal fato origina uma série de dúvidas, como por exemplo, se as imagens de alta resolução são ortorretificadas ou georreferenciadas. Assim, pergunta-se:

- a) essas imagens poderiam ser utilizadas como fonte de dados para produção de mapas de base e mapas temáticos?
- b) quais os parâmetros e instrumentos utilizados para avaliar as imagens do Google para fim de mapeamento?
- c) quais os fatores limitantes dessas imagens para a produção de mapas?
- d) qual tipo de mapa poderia ser gerado a partir do Google Earth?

Esta pesquisa tem como objetivo responder essas perguntas, partindo do pressuposto que:

- a) as imagens fornecidas pelo Google Earth apresentam variações em seu registro, dependendo da área mapeada;
- b) o banco de dados do Google Earth sofre atualização periódica, alterando, assim, as imagens e a qualidade de registro da mesma;
- c) apesar do Google Earth ter abrangência global, algumas áreas possuem resolução que permite visualização de detalhes, ou seja, apresentam imagens de alta resolução espacial

2. O Google Earth

Inicialmente o *Google Earth* era conhecido como *Keyhole*. Após a compra, em 2004, da companhia *Keyhole* pela empresa *Google Inc.*, a adquirente continuou o desenvolvimento, passando a chamá-lo de *Google Earth*.

A interatividade do *Google Earth* é baseada na disponibilização de um globo terrestre dentro do micro computador, onde o usuário indica com o *mouse* a parte do Planeta que deseja visualizar, com seus respectivos pontos de referência indicando toponímias de cidades, rodovias, hotéis, *shoppings* etc., que apareceriam na tela do computador rapidamente.

2.1 Banco de dados do Google Earth

O banco de dados do *Google Earth* é formado por uma mescla de imagens provenientes de sensores de diversas resoluções, disposta de maneira a formar uma imagem contínua de todo o planeta.

De acordo com Garfinkel (2007) o segredo para a operacionalização de um banco de dados com tamanha diversidade de informação está, principalmente, na adoção de técnicas de manipulação de bancos de dados utilizando imagens como: pirâmide de imagens e *Quadtree*.

O banco de dados do *Google Earth* utiliza essas técnicas para transferência de dados matriciais fazendo com que as imagens possam ser carregadas no *Google Earth* com rapidez e de forma uniforme.

Estas imagens são posicionadas espacialmente em função de suas coordenadas geográficas (Latitude/Longitude) no sistema de referência WGS 84.

2.2 Imagens de alta resolução no Google Earth, variação no registro

O Banco de dados do *Google Earth* possui imagens de alta resolução em seu banco de dados. Estas imagens são provenientes de várias distribuidoras, e são alteradas periodicamente. Portanto, uma imagem visualizada hoje no *Google Earth* pode ser substituída por uma imagem mais recente sem nenhuma notificação.

A atualização periódica das imagens no banco de dados do *Google Earth* traz uma problemática, pois ao se trocar a imagem no *Google Earth*, a nova imagem pode ter um novo registro, e portanto, dados vetoriais sobrepostos na nova imagem podem ficar deslocados em comparação à antiga, como mostra a Figura 1.



Figura 1 - (a) imagem antes da troca

(b) imagem depois da troca

Registrar uma imagem é o ato de atribuir um sistema de coordenadas a ela. Esse sistema de coordenadas deve obedecer a um sistema de referência geodésica para que essa imagem possa ser posicionada corretamente no globo terrestre (Linder, 2006).

Outro problema relacionado com o registro é o deslocamento de algumas imagens, o que acontece em áreas de junção das mesmas. A Figura 2 mostra este deslocamento.



Figura 2 – Exemplo de junção de imagens no Google Earth deslocamento visual

O deslocamento, nesse caso, ocorre devido às imagens não terem o mesmo registro e serem sempre processadas separadamente. Portanto, se um usuário pretende usar essas imagens para fim de mapeamento, ele precisará ter pontos de controle em campo para obter a precisão das imagens. Além disso, precisará atribuir separadamente os valores de precisão de cada imagem, amenizando, dessa forma, o problema de diferenças entre os registros das imagens.

Estes são alguns exemplos de problemas existentes na utilização do *Google Earth* para fim de mapeamento. O usuário tem de estar ciente que as imagens que estão sendo usadas podem mudar, alterando a qualidade do registro na área a que esta imagem pertence.

3. Área de estudo

A área de estudo escolhida como objetivo piloto da pesquisa foi o município de Barbacena, no estado de Minas Gerais.

A base utilizada como parâmetro de comparação é um mapeamento do município de Barbacena, na escala de 1/2.000 em formato **.dgn** (*MicroStation*), confeccionada pela empresa ESTEIO no ano de 2001, fornecida pela prefeitura de Barbacena.

A imagem do *Google Earth* do município de Barbacena testada é uma imagem fusionada dos sensores pancromático e multiespectral acoplados no satélite QUICKBIRD 2, datada em 29 de maio de 2006, e fornecida pela empresa *DigitalGlobe*, visualizada no banco de dados do *Google Earth* em 06/02/2009.

Vale salientar que as imagens contidas no banco de dados do *Google Earth* podem ser alteradas sem notificação. Portanto, a imagem descrita acima é a imagem que estava no *Google Earth* na época de estudo, sendo que a mesma pode ser substituída por uma ou mais imagens a qualquer momento.

4. Método Empregado

A pesquisa foi elaborada de acordo com as etapas descritas nos itens que seguem.

4.1 - Escolha e distribuição da amostra

Após a obtenção do mapeamento do município de Barbacena para ser usado como parâmetro de comparação na avaliação da imagem do *Google Earth*, passou-se a selecionar as entidades geométricas dessa base com parâmetros de homogeneidade, abrangendo a área de estudo.

Segundo Rocha (2002) a distribuição de dados teste deve seguir um padrão de uniformidade para garantir a abrangência da área a ser avaliada. Portanto, as amostras para a execução desse experimento foram selecionadas em função da área de estudo, de forma que a amostragem tivesse distribuição uniforme em toda a área estudada,

Em cada região, foram interpretadas informações de ponto, linha e polígono na imagem e na base de dados cadastrais do município de Barbacena, para serem utilizadas nos testes de avaliação geométrica e de avaliação posicional.

4.2 Avaliação geométrica

O Teste de avaliação geométrica avaliou feições pontuais lineares e superficiais, comparando os dados interpretados na imagem do banco de dados do *Google Earth* e informações da base cartográfica em escala 1/2000.

O objetivo da avaliação geométrica foi testar a geometria da imagem avaliando se a mesma tem características geométricas compatíveis para ser mensuradas, não levando em consideração a qualidade de registro da imagem.

4.2.1 Avaliação pontual

Na avaliação pontual foram comparados pontos levantados homogeneamente nas áreas de estudo. Estes pontos foram reconhecidos tanto na base cartográfica utilizada como referência, quanto na imagem contida no banco de dados do *Google Earth*.

A Figura 3 ilustra um ponto identificado no mapeamento do município de Barbacena comparado com o ponto identificado na imagem do *Google Earth*. A partir dessa comparação entre as duas fontes, foram testados 12 pontos distribuídos homogeneamente na área em estudo.



Figura 3 – a - Ponto base cartográfica

b - Ponto no Google Earth

Em função dos pontos interpretados nas bases de dados foi calculada uma malha com distâncias relacionadas aos pontos entre si, gerando uma malha triangular totalizando **66 vetores** partindo de todos os pontos para todos os pontos.

4.2.2 Avaliação de distâncias medidas a partir de linhas

A avaliação de distâncias medidas a partir de linhas comparou 12 distâncias medidas e interpretadas na base de dados de referência com as distâncias correspondentes obtidas através de vetores gerados pela interpretação da imagem do banco de dados do *Google Earth*.

A Figura 4, representa uma interpretação da linha na base de dados cartográfica comparadas com a mesma na imagem contida na base de dados do *Google Earth*.



Figura 4 –(a) linhas levantadas entre base cartográfica (b) as linhas interpretadas no Google Earth

4.2.3 Avaliação de Áreas

A avaliação de áreas consistiu em comparar polígonos da base de dados utilizada como referência com os polígonos respectivos, interpretados na imagem de alta resolução da base de dados do *Google Earth*.

As Figura 5, ilustra um área que foi interpretada no *Google Earth* e comparada com a área na base de dados cartográfica.



Figura 5 – (a) área vetorizada no Google Earth (b) área identificado na base de dados cartográfica

4.3 Avaliação Posicional

A avaliação posicional consiste em avaliar a qualidade do registro (georreferenciamento) da amostra vetorizada no *Google Earth*, comparada com dados homólogos das informações cartográficas utilizadas como referência no trabalho.

A comparação dessas bases de dados resulta em valores de deslocamento (ΔE e ΔN), sendo que este deslocamento é calculado em função da diferença entre as coordenadas obtidas na base de referência e as coordenadas interpretadas nas imagens do *Google Earth*

As Figura 6, mostra um exemplo de pontos identificados na base cartográfica sobrepostas sobre a imagem do *Google Earth*.



Figura 6– Pontos interpretados na base cartográfica e na imagem contida no Google Earth (deslocamento entre os dados)

5. Resultados e Discussões

Através da avaliação pontual conseguiu-se comparar as diferenças entre as distâncias medidas, percebendo-se uma média de **0,63 metros** e um **desvio padrão de 2,34 metros**, dados que ilustram uma discrepância em porcentagem média (em relação à distância) de **0,02 %**.

Na análise estatística dos dados da avaliação pontual utilizou-se o teste da soma da classificação de Wilcoxon para diferenças entre duas medidas, este teste possibilitou validar a possível 'igualdade estática' das amostras levantadas, concluindo que, as distâncias calculadas em função dos pontos levantados na base de dados cartográfica são equivalentes às distâncias calculadas em função dos pontos levantados no *Google Earth*, para um nível de confiança de 95%.

Na Avaliação de distâncias medidas a partir de linhas interpretadas no *Google Earth* e linhas interpretadas na base de dados cartográfica, chegou-se a uma **média de - 0,56 m e um desvio padrão de 1,1439 m**. Analisando a porcentagem de erro calculado em função de uma média ponderada utilizando como parâmetro as distâncias da base cartográfica, chegou-se ao valor médio de **0,44 % de erro**.

As análises estatísticas dos dados da avaliação de distâncias foram executadas utilizando o Teste-t para duas amostras em par para médias. Em um nível de confiança de 95% o resultado do teste concluiu que não existe diferença significativa entre as amostras.

Utilizando os valores das áreas e os perímetros medidos em polígonos retirados da base de dados e interpretados na imagem contida na base do *Google Earth*, chegou-se aos seguintes valores médios de discrepância entre as **áreas** e os **perímetros**, respectivamente, - **8,7 m²** e **0,54 m**.

Outro dado obtido através da avaliação de Áreas foi à porcentagem do erro em função da área e do perímetro da base cartográfica. Os resultados de erro médio, **em porcentagem, da área e do perímetro** são respectivamente, **3,54%** e **1,39%**.

Já na avaliação pontual avaliando-se os valores de distâncias lineares foi detectado um deslocamento sistemático entre os grupos de pontos levantados, com distâncias variando sempre no mesmo sentido, tendo um **deslocamento médio de 14,695 m**.

Apesar da média do deslocamento das coordenadas possuir um valor expressivo **14,695 m**, o desvio padrão da amostra é relativamente pequeno **2,23 m** se comparado com a média, demonstrando que o deslocamento no registro da imagem contida no *Google Earth* segue uma tendência de deslocamento sistemática para todos os pontos amostrados, tendendo para um mesmo sentido.

A NBR 13133 (1994) relata que a exatidão de levantamentos topográficos está diretamente relacionada com a sua escala, porque o erro de graficismo, que é relacionado com a representação gráfica do levantamento, é aproximadamente **0,2mm * o denominador** da escala, portanto o grau de ampliação de escala do levantamento deve estar de acordo com esta exatidão, sendo que os valores de ampliação maiores que o denominado poderão atribuir uso incorreto das informações cartográfica.

Segundo MESH (Mapping European Seabed Habitats) (2008) os seguintes parâmetros em milímetros podem ser utilizados como comparação na classificação da qualidade de um dado vetorizado, comparando mundo real - mapa: (0,1 mm ; 0,25 mm ; 1,0 mm) sendo classificados, respectivamente, por vetorização fina, vetorização média e vetorização grosseira.

Conforme as relações de escala e utilizando-se um erro gráfico padrão dividido pela média dos deslocamentos entre pontos das duas bases de dados foi obtido um valor de escala correspondente a cada erro planimétrico listado na Tabela 01.

Tabela 01 - Valores de escala a partir dos **erros planimétrico padrão** (resolução no mapa) e da média de deslocamentos da imagem

<i>EPP</i> (mm)	<i>Média de</i> <i>variação das</i> <i>amostras (m)</i>	<i>Fator</i>	<i>Escala</i>
0,1	14,73	147.328,00	≅ 1/150.000
0,3	14,73	49.109,00	≅ 1/50.000
0,5	14,73	29.466,00	≅ 1/30.000
1,0	14,73	14.733,00	≅ 1/15.000

Analisando-se a Tabela 01 percebe-se que os valores de escalas estão variando entre 1/15.000 a 1/150.000 em função do padrão estabelecido de erro planimétrico. Conclui-se, portanto que, utilizando-se um padrão de erro planimétrico fino (0,1 mm) o usuário poderia usar estas informações vetorizadas em escalas iguais ou menores que 1/150.000; utilizando-se

um erro planimétrico grosseiro (1,0 mm) os dados vetorizados poderiam ser utilizados em escala igual ou menor que 1/15.000, e utilizando-se um erro planimétrico de 0,5 mm, chega-se através das análises dos dados, a uma escala de 1/30.000, o que é razoável para trabalhos de gestão municipal (temático), por exemplo.

Cabe ao profissional que irá executar a vetorização, decidir a partir do uso do mapa, a sua geração em escala apropriada, seguindo o seu erro planimétrico e o grau de generalização que deve ser utilizado para o trabalho.

6. Análise e Conclusões

Os testes realizados nesse trabalho demonstraram ser eficientes ao ilustrarem numericamente a realidade geométrica e posicional da imagem avaliada do banco de dados do *Google Earth*.

A avaliação geométrica demonstrou resultados expressivos nas três avaliações realizadas (ponto, linha e área) apontando valores que indicam a fidelidade geométrica da imagem do *Google Earth* em comparação ao mapeamento do município de Barbacena na área teste.

Com a utilização dos métodos estatísticos de teste de hipóteses, chegou-se a resultados que demonstraram fidelidade geométrica da imagem em comparação à base de dados nos três testes realizados.

Na avaliação posicional, os valores de escalas obtidos através de parâmetros de precisão só tiveram resultados expressivos quando foram utilizados parâmetros grosseiros, demonstrando a má qualidade do registro da imagem. Aponta-se, ainda, o fato do deslocamento da imagem ter uma tendência sistemática, sempre para o mesmo sentido. Tal fato seria mais um ponto que valida a hipótese de que a qualidade geométrica da imagem é regular, porquê apesar da imagem ter seu registro com um deslocamento considerável, o desvio padrão das distâncias dos deslocamentos é relativamente imperceptível.

7. Bibliografia

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13133** – Execução de Levantamento Topográfico, Procedimento. Rio de Janeiro, 1994.

Brown, M. C. **Hacking Google Maps and Google Earth**. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc, 2006

Commandeura, t. J.; asperena, p. C. M. The effect of google earth on the development of a sdi at a governmental agency. In: internacional society for photogrammetry and remote sensing congress, 21., 2008, Beijing. **The International Archives Of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences**. Disponível em: <http://www.isprs.org/congresses/beijing2008/proceedings/4_pdf/116.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2009.

Dalmolin, Q.; LEAL, E. M. **Análise da qualidade posicional em bases cartográficas geradas em CAD**. Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, v. 7; n. 1, p. 21-40, 2001.

Garfinkel, S. **Google Earth How Google maps the world**. Technology Review, [S.l.], nov. 2007.

Kraak, m.; Brown, A. **Web cartography: developments and prospects**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2001. ISBN 0-7484-0869-X.

Linder, W. **Digital Photogrammetry**. [S.l.]: Springer, 2006. ISBN 3540291520.

Mapping European Seabed Habitats. **Cartographic limitations [for vector maps]**. Disponível em: <<http://www.searchmesh.net/Default.aspx?page=1817>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

Nogueira, R. E. **Cartografia – Representação, Comunicação e Visualização de Dados Espaciais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

Rocha, R. S. **Exatidão Cartográfica para cartas digitais urbanas**. [2001]. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)– Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.