
CONTROLE DE QUALIDADE POSICIONAL DO SISTEMA RODOVIÁRIO DO OPENSTREETMAP NA REGIÃO CENTRAL DE VIÇOSA-MG

DIEGO TELES DA CRUZ

AFONSO DE PAULA DOS SANTOS

Universidade Federal de Viçosa - UFV
Setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica
Departamento de Engenharia Civil, Viçosa, MG
diegotelesjr@gmail.com, afonso.santos@ufv.br

RESUMO – Diante das grandes evoluções das tecnologias digitais, a base cartográfica se tornou ferramenta fundamental para gestão e planejamento de ações em vários estados, oferecendo uma visão posicional mais qualitativa acerca de algum fenômeno. Os mapas que são constituídos por essas bases proporcionam uma maior comodidade e clareza aos usuários, porém deve-se estar atento ao quão acuradas elas são, para compreender se o seu uso atende a finalidade que se deseja. Assim, o presente trabalho possui como objetivo realizar a avaliação da qualidade posicional do sistema rodoviário oriundo do *OpenStreetMap*, referente à região central do município de Viçosa-MG. Para isto, utilizou-se do método de feições lineares *Buffer Duplo*, aplicando as tolerâncias do Decreto-Lei nº 89.817 aliado à ET-ADGV da INDE. O resultado auferido indica que os dados espaciais referentes ao sistema rodoviário obtiveram classificação Classe C na escala 1:10.000.

ABSTRACT – In face of the great developments of digital technologies, the cartographic database became a fundamental tool for actions planning and management in many states, offering a qualitative positional vision related to some phenomenon. The maps that are made by these databases provide greater clarity and convenience to users, but they should be aware to how accurate they are, to understand if their use will cater the desired goal. Therefore, the objective of this work is to do an evaluation of the positional quality of the road system provided by the *OpenStreetMap*, referring to the central region of the city of Viçosa-MG. In order to achieve this objective, the Double Buffer method of linear features was used, applying the tolerances of the Decree-Law No. 89.817 combined with the INDE's ET-ADGV. The result indicates that the spatial data relative to the road system got Class C classification in the scale 1:10.000.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente evidencia-se um cenário voltado às informações digitais, onde o dinamismo e agilidade na comunicação se tornou uma grande aliada da população. Conteúdos de dados e informações são acessados em qualquer momento e lugar, ocasionando uma grande demanda de produtos e serviços, os quais, em sua grande maioria, estão diretamente ligados às informações espaciais, como mapas, GPS, funções de rotas, rastreamentos, dentre outros. Em relação aos mapas, estes podem ser confeccionados de forma particular, feitos por empresas privadas, ou através de um trabalho aberto às pessoas que se interessam em contribuir com a troca de dados geográficos, sendo denominado de mapeamento colaborativo. Segundo Lima (2011), o mapeamento colaborativo é um local na internet onde as pessoas vinculam interesses ao espaço geográfico, feito para atender, muitas vezes, a uma necessidade individual, que se torna de interesse coletivo pela apropriação de um grupo de pessoas que se atraem pelo tema. Estes mapas potencializam as interações, a convivência e as relações dos indivíduos com o espaço urbano.

A cooperação entre usuários no mapeamento colaborativo acarreta muitas vantagens, possibilitando que as informações sejam acessadas por todos, e proporciona a divisão de regiões entre os utilizadores que desejam acrescentar algum conteúdo, resultando em uma maior área mapeada, atingindo diferentes locais ao redor do mundo. O imbróglgio referente a criação de mapas através desse conceito está na transferência dos dados geográficos, podendo ocasionar danos a qualidade dos mesmos, pois como há participação de diferentes desfrutadores na plataforma, os equipamentos e métodos utilizados para a aquisição dos dados podem variar, além de não garantir também que o manipulador disponha

de formação técnica especializada em produção cartográfica, permitindo o surgimento de problemas associados à compatibilidade: Escala, sistema de projeção, extensão, precisão, etc.

Um exemplar bem-sucedido de projeto colaborativo é o *OpenStreetMap* (OSM), fundado em 2004, e que já atingiu mais de 1,5 milhão de usuários, tornando-se um grande adversário dos mapas comerciais. Sua base de dados possui uma licença *Open Database License*, sendo disponibilizada para download com atualizações semanais e possibilidade de sua utilização em software de SIG, oferecido como *plugin* no QGIS, possuindo a liberdade do seu uso na área da educação, projetos, etc. Existem no OSM algumas ferramentas de controle de qualidade que visam ajudar os mapeadores, relatando os erros topológicos para que eles possam ser corrigidos, porém não há um método de acurácia posicional aplicado diretamente aos dados para averiguar sua qualidade de posicionamento e realizar a classificação do mapa com base em uma escala.

O controle de qualidade cartográfica deve determinar a qualidade e acurácia dos dados espaciais, mostrando as discrepâncias, incertezas e classificando-os, sendo esta etapa importante para sua finalidade, onde se procura um maior nível de acerto nas tomadas de decisões. Segundo a ISO 8.402, qualidade é a “totalidade de características de uma entidade que refletem sua capacidade de satisfazer necessidades implícitas e explícitas.”

À frente do exposto, o presente trabalho possui como objetivo avaliar a qualidade posicional do *OpenStreetMap*, relatando a metodologia aplicada e empregando como padrão de acurácia posicional o Decreto-Lei nº 89.817 aliada às Especificações Técnicas de Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV), presente na Infraestrutura de Nacional de Dados Espaciais (INDE). Especificamente pretende-se avaliar a acurácia posicional das feições lineares do sistema rodoviário do OSM referente à região central do município de Viçosa-MG.

Justifica-se a atual verificação da qualidade posicional do *OpenStreetMap* devido ao fato de que o mesmo é reconhecido e usado por milhares pessoas de forma gratuita, fornecendo dados a uma centena de sites na internet, aplicativos de celular e outros dispositivos. Utilizou-se as feições do tipo linha já que elas estão presentes e bem distribuídas pela região, sendo mais fácil a sua percepção.

2 ACURÁCIA POSICIONAL

A acurácia posicional indica a proximidade que o dado espacial se encontra em relação à sua realidade no terreno através de comparações no posicionamento horizontal e vertical. Segundo a ISO 19.113 a acurácia posicional pode ser dividida em três sub-elementos:

- Acurácia Absoluta ou Externa: O quão próximo estão os valores das coordenadas do dado espacial em análise com as coordenadas tidas como referência no terreno;
- Acurácia Relativa ou Interna: Contiguidade entre as posições relativas de uma feição e suas respectivas posições relativas tidas como referência em um produto de maior acurácia;
- Acurácia Posicional em Dados Matriciais: Proximidade entre as posições dos dados de uma estrutura quadricular regular e suas respectivas posições tidas como referência.

2.1 Padrão de acurácia brasileiro

A norma brasileira adota para a avaliação de acurácia posicional as tolerâncias PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) e EP (Erro-Padrão) estabelecido pelo Decreto-lei nº 89.817, de 1984. Estas tolerâncias são dependentes da escala e classe utilizada na avaliação da qualidade posicional do produto testado. Nero (2005) e Santos (2010) explicitam que o Decreto-lei nº 89.817 é confuso quanto à sua metodologia de avaliação. Assim, em 2011, a INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) propôs a Especificação Técnica de Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) para complementar a norma anterior. A ET-ADGV criou uma classe mais restritiva para produtos cartográficos digitais, chamada de PEC-PCD, além de especificar duas condições a serem obedecidas para a classificação da acurácia posicional de um produto cartográfico. Portanto, segundo BRASIL (1984), DSG (2011) e Santos (2010), para a determinação da qualidade posicional pelo Decreto-lei nº 89.817 aliada à ET-ADGV devem ser atendidas as condições abaixo:

1. 90% das feições testadas devem apresentar valores de discrepâncias iguais ou inferiores ao valor do PEC-PCD, em relação à escala e a classe testada;
2. O RMS (*root mean square*) das discrepâncias deve ser menor ou igual à tolerância EP, em relação à escala e a classe testada;

onde:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (d_{pi})^2}{n-1}} \quad (1)$$

sendo:

dpj: discrepância posicional da feição j;

n: número de feições de checagem.

Abaixo é apresentada as tolerâncias PEC-PCD e EP de acordo com as classes do Decreto-lei nº 89.817 aliada à ET-ADGV.

Tabela 1 - Padrão Exatidão Cartográfica Planimétrica (Decreto-lei nº 89.817 aliada à ET-ADGV)

Classe ET-ADGV	Planimetria	
	PEC-PCD	EP
A	0,28 mm x escala	0,17 mm x escala
B	0,5 mm x escala	0,3 mm x escala
C	0,8 mm x escala	0,5 mm x escala
D	1,0 mm x escala	0,6 mm x escala

2.2 Feições lineares

Normas e leis que regem a qualidade cartográfica de um produto são normalmente embasadas na análise de pontos homólogos, porém a grande utilização de feições lineares em bases cartográficas chama a atenção para o desenvolvimento de métodos que consigam extrair informações a respeito da qualidade posicional dessas entidades gráficas. Rodovias, curvas de nível e hidrografias são exemplos de elementos constituídos por linhas, que estão presentes e bem distribuídos em quase todos os produtos cartográficos. Assim, “a investigação de métodos de avaliação da acurácia posicional que utilizam feições lineares tem sido um dos pontos chaves nas pesquisas de Sistemas de Informações Geográficas” (TONG et al., 2013).

Segundo Santos et al. (2015), existem vários métodos que analisam a acurácia posicional de feições lineares, como: Banda Épsilon; *Buffer* Simples; *Buffer* Duplo; Banda Genérica; Modelo de Erros Estatísticos por Simulação; Influência do Vértice; Ponto Gerado; Distância de *Hausdorff*; Aproximações por *Spline*; Retângulo Envolvente; Completude; Corretude; e RMS Modificado. Em seu trabalho, dentre os métodos avaliados, os autores concluíram que a utilização do *Buffer* Duplo é a mais recomendada devido ao fato de que esse método possibilita analisar a presença de *outliers* e tendências nos dados, além de apresentar resultados semelhantes ao método tradicional por pontos, tanto na classificação da acurácia posicional das feições quanto nas estatísticas descritivas dos erros.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo desse trabalho está contida no município de Viçosa, estado de Minas Gerais. Mais estritamente, ela se encontra na região central do município, com seus limites delimitados pelas latitudes 20°43'S e 20°50'S, e longitudes 42°49'W e 42°56'W, de acordo com a Figura 1.

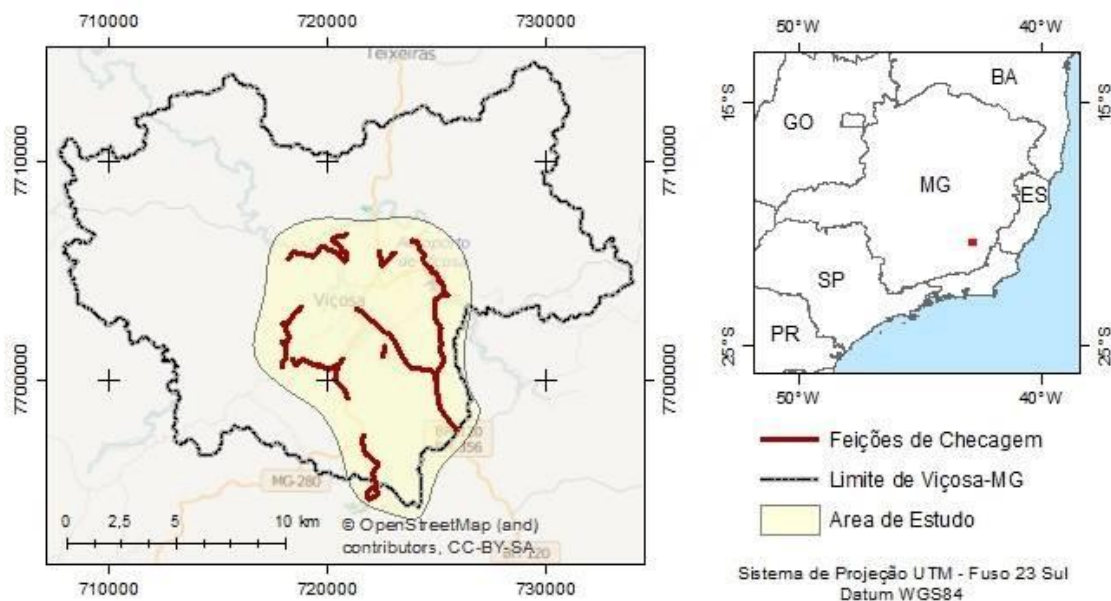


Figura 1- Apresenta a localização do município de Viçosa-MG e suas delimitações juntamente com as feições de checagem.

3.2 Materiais utilizados

Os materiais utilizados para o presente trabalho foram:

- Base de dados de rodovias do *OpenStreetMap* (OSM) no formato *shapefile* referente à cidade de Viçosa-MG, disponibilizados gratuitamente pela companhia GEOFABRIK, no *datum World Geodetic System* (WGS) de 1984;
- Base de dados de rodovias levantadas com sistema GNSS da marca Leica modelo GPS 900CS no formato *shapefile* relativo ao município de Viçosa-MG, obtida de Santos et al. (2015), no *datum World Geodetic System* (WGS) de 1984, na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 23 Sul;
- Software ArcGIS 10.2, para manipulação dos dados e execução do método testado.

3.3 Metodologia

Ao início da execução do trabalho foi realizada a extração da base de dados de rodovias oriunda do *OpenStreetMap* alusiva ao município de Viçosa-MG, que será utilizada para teste de sua qualidade posicional. Para tal tarefa foi necessário a utilização do serviço proporcionado pela GEOFABRIK, a qual dispõem essas bases de diversos países para download gratuito em seu site.

Usando o software ArcGis 10.2, foram adicionadas duas bases de rodovias, a base OSM a ser testada e a base de referência GNSS. Em seguida selecionou-se uma amostra de rodovias e estradas vicinais de checagem, resultando em um total de 17 feições lineares bem distribuídas pela área de estudo.

Diante das linhas escolhidas aplicou-se o método do *Buffer Overlay Statistics*, conhecido como *Buffer Duplo*, originado por Tveite e Langaas (1999). Este procedimento consiste na criação de um *buffer* tanto na feição linear de teste quanto na de referência, de acordo com as tolerâncias do padrão Decreto-lei nº 89.817 / ET-ADGV, empregando como largura o valor do PEC-PCD para a escala e classe desejada na análise. Posteriormente calculou-se a discrepância para cada feição linear avaliada em função da área gerada pelo *buffer* em cada linha teste do produto (A_p) e da área referente ao *buffer* da linha de referência que não contém *buffer* da linha teste ($A_x = A_r - A_i$), como demonstrado na Figura 2 e equação 2.

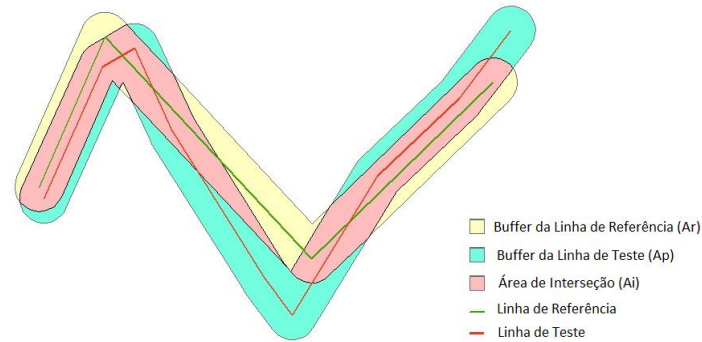


Figura 2- Esquematização do método Buffer Duplo

$$dp_j = \pi \cdot x \cdot \frac{(\sum A_{xj})}{A_{pj}} \quad (2)$$

onde:

$$A_{xj} = A_{rj} - A_{ij} \quad (3)$$

sendo:

A_{pj} : área gerada pelo *buffer* na linha teste j ;

A_{rj} : área gerada pelo *buffer* na linha de referência j ;

A_{ij} : área de interseção entre o *buffer* na linha teste j e o *buffer* na linha de referência j ;

x : largura do *buffer* aplicado;

Após o resultado das discrepâncias, foi calculado o RMS através da equação 1 e aplicou-se as duas condições do Decreto-lei 89.817 / ET-ADGV descritas no item 2.1 para classificar o produto.

4 RESULTADOS

A aplicação do método *Buffer Duplo* para feições lineares foi executada para analisar a qualidade posicional do produto almejando atingir Classe C do Decreto-lei n° 89.817/ ET-ADGV, para a escala 1:10.000, sendo necessário a realização de um *buffer* de oito metros, onde 90% (noventa por cento) das discrepâncias atinja valores menores ou iguais a oito metros e o RMS menor ou igual a cinco metros. Posteriormente à metodologia empregada, obteve-se como resultado a Figura 3 e a Tabela 2.

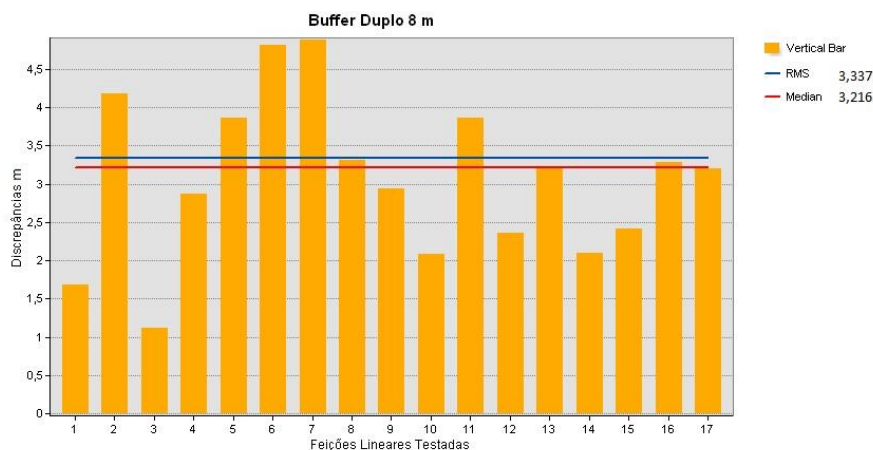


Figura 3- Gráfico das discrepâncias para Classe B na Escala 1:10.000

Tabela 2 – Resultados Estatísticos para o Sistema Rodoviário do OpenStreetMap na Região Central de Viçosa-MG, utilizando o método de análise Buffer Duplo.

CLASSE C (Decreto-lei 89.817/ET-ADGV) ESCALA 1:10.000		PEC: 8 m EP: 5 m	
RMS (m): 3,337	Discrepância Média (m): 3,216	Discrepância Máxima (m): 4,886	Discrepância Mínima (m): 1,118

Percebe-se que ao empregar um *buffer* de 8 metros nas feições lineares todas as discrepâncias foram menores que os oito metros exigidos pelo PEC-PCD, e alcançou-se um RMS de 3,337 m, valor este menor que o EP definido de 5 m. A verificação para classes superiores relativas a escala 1:10.000 foi efetuada obtendo resultados insatisfatórios, não atendendo aos critérios exigidos. Diante disso, o produto foi classificado em Classe C de acordo com o padrão do Decreto-lei 89.817/ET-ADGV.

Tabela 3- Discrepâncias isoladas para cada feição linear de teste.

Feição	Comprimento (m)	Discrepância (m)
1	1.759,200	1,688
2	2.748,857	4,182
3	2.514,715	1,118
4	2.283,442	2,874
5	4.407,790	3,867
6	2.793,54	4,816
7	1.342,612	4,886
8	5.942,535	3,309
9	2.816,341	2,947
10	1.827,819	2,082
11	1.648,764	3,868
12	5.846,423	2,367
13	1.576,305	3,235
14	3.054,504	2,102
15	1.288,367	2,419
16	673,927	3,282
17	1.441,763	3,197

5 CONCLUSÃO

Infere-se que o mapeamento colaborativo está tomando um grande espaço no mundo das informações espaciais, levando as pessoas a se interessarem e optarem por essa ideia. Avaliando a acurácia posicional do sistema rodoviário presente no *OpenStreetMap* para a porção central do município de Viçosa-MG, obteve-se classificação Classe B referente ao Decreto-lei nº 89.817 e Classe C em relação a ET-ADGV, para a escala 1:10.000. Desta forma, este produto pode ser utilizado para cartas cadastrais na escala de 1:10.000 e para escalas de mapeamento sistemático. Vale ressaltar, que a avaliação apresentada da acurácia posicional do *OpenStreetMap* é referente apenas à área de estudo deste trabalho, podendo ser diferentes os resultados para diferentes regiões.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 89.817 de 20 de Junho de 1984. Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasil, 1984. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm >. Acesso em 2015.

CHARLIER, F.; QUINTALE, C. J. O SIG Como Ferramenta de Gestão Ambiental em um Ferrovias. Rio de Janeiro: Revista ENGEVISTA, v. 6, nº 3, p. 25-35, dez, 2004.

DSG. **Especificação Técnica Para a Aquisição de Dados Geospaciais Vetoriais (ET-ADGV)**. Brasil, 2011. Disponível em < http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_ADGV_Vs_2_1_3.pdf >. Acesso em 2015.

ISO 19.113. **Geographic Information – Quality Principles**. 2002.

LIMA, L. B. **Comunicação e Geografia da Cartografia Tradicional aos Mapas Colaborativos na Internet**. Salvador, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2011.

NERO, M. A. **Propostas Para O Controle de Qualidade de Bases Cartográficas Com Ênfase Na Componente Posicional**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Brasil, 2005.

NBR ISO 8.402. **Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

SANTOS, A. P. **Avaliação Da Acurácia Posicional Em Dados Espaciais Com O Uso de Estatística Espacial**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2010.

SANTOS, A. P.; MEDEIROS, N. G.; SANTOS, G. R.; RODRIGUES, D. D. **Controle de Qualidade Posicional em Dados Espaciais Utilizando Feições Lineares**. Curitiba: Boletim de Ciências Geodésicas, sec. Artigos, v. 21, nº 2, p. 233-250, abr-jun, 2015.

TONG, X.; SUN, T.; FAN, J.; GOODCHILD, M. F.; SHI, W. **A Statistical Simulation Model for Positional Error of Line Features in Geographic Information Systems (GIS)**. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 21, p. 136-148, abr, 2013.

TVEITE, H.; LANGAAS, S. **An Accuracy Assessment Method for Geographical Line Data Sets Based on Buffering**. International Journal of Geographical Information Science, v. 13, p. 27-47, 1999.