

## **AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA POSICIONAL E TEMÁTICA DE BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL CONSTRUÍDA A PARTIR DE VGI**

### *Assessment of the positional and thematic accuracy of digital cartographic base generated from VGI*

**Guilherme Alexandre de Oliveira**

**Universidade Federal de Viçosa**  
Departamento de Engenharia Civil - DEC  
guilhermexoliveira1@hotmail.com

**João Marcos Moreira**

**Universidade Federal de Viçosa**  
Departamento de Engenharia Civil - DEC  
joaommps15@gmail.com

**Afonso de Paula dos Santos**

**Universidade Federal de Viçosa**  
Departamento de Engenharia Civil - DEC  
afonso.santos@ufv.br

#### **Resumo:**

Diante da alta produtividade e facilidade na obtenção de dados espaciais utilizando-se da restituição fotogramétrica, notou-se a viabilidade da geração destes dados de modo colaborativo, podendo até serem produzidos por usuários com pouco conhecimento técnico em áreas de geociências. Várias são as plataformas geográficas em que permitem a inserção e edição de dados por um colaborador. Entretanto, se viu a necessidade de avaliar e atestar a qualidade das informações espaciais e descritivas de um produto cartográfico advindos de modo colaborativo. Assim, o objetivo deste trabalho consistiu em analisar os elementos de acurácia posicional e acurácia temática de dados obtidos na plataforma OpenStreetMap. Os dados analisados são da área urbanizada do município de Teixeira-MG. Para a acurácia posicional utilizou-se do método de feições lineares Buffer Duplo aliada às tolerâncias propostas na ET-CQDG, tendo como referência um levantamento de campo utilizando receptores GNSS. Já para a avaliação da acurácia temática, utilizaram as diretrizes impostas na ET-CQDG para o subelemento acurácia da classificação. A acurácia posicional alcançou um padrão de qualidade classe B na escala 1:10.000, com RMS de 1,857 metros. Na acurácia temática, encontrou-se um valor de exatidão global igual a 96,43%. Conclui-se, para a área analisada, que o OpenStreetMap possui boa qualidade quanto aos elementos avaliados neste trabalho, sendo validado seu uso para escala 1:10.000.

**Palavras-chave:** acurácia posicional, acurácia temática, ET-CQDG, controle de qualidade cartográfica.

#### **Abstract**

With of the high productivity and ease obtaining spatial data using photogrammetric restitution, see the viability of generation this data in a collaborative way, produced by individual with little technical knowledge in geosciences areas. There are several geographical platforms that allow the insertion and editing of data by a collaborator. However, there was a need to assess and attest the quality of the spatial and descriptive information of a cartographic product coming from a collaborative way. Thus, the objective of this work was to analyze the elements of positional accuracy and thematic accuracy of data obtained on the OpenStreetMap platform. The data analyzed are from the urbanized area of the municipality of Teixeira-MG. For the positional accuracy, the Double Buffer linear feature method was used together with the tolerances proposed in the ET-CQDG, having as reference a field survey using GNSS receivers. As for the thematic accuracy assessment, they used the

guidelines imposed in the ET-CQDG for the classification accuracy sub-element. Positional accuracy reached a class B quality standard on the 1: 10.000 scale, with a RMS of 1,857 meters. In the thematic accuracy, an overall accuracy value of 96,43% was found. It is concluded, for the analyzed area, that the OpenStreetMap has good quality regarding the elements evaluated in this work, being validated its use for scale 1: 10.000.

**Keywords:** positional accuracy, thematic accuracy, ET-CQDG, cartographic quality control.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, se tem a necessidade de localização e/ou posicionamento para diversas aplicações e conhecimentos, que vai da necessidade de deslocamento em rotas pré-estabelecidas até a percepção do espaço e território no qual se habita. À vista do amplo avanço tecnológico, como o desenvolvimento de smartphones e aparelhos altamente eficazes ou até mesmo a grande facilidade de acesso à web e dados compartilhados, maiores são as possibilidades e capacidades de representação e visualização de dados geográficos.

Diante deste avanço, se viu a possibilidade de utilizar, dentre outros meios, principalmente a restituição fotogramétrica para a elaboração de bases cartográficas de um modo colaborativo, onde qualquer usuário, em qualquer parte do mundo, têm a oportunidade de colaborar com a produção de dados utilizando-se de imagens aéreas, até mesmo aqueles sem conhecimento técnico. Visto que todo o trabalho é uma tarefa simples, a possibilidade de novas pessoas realizando a restituição tende a minimizar o trabalho demandado e o tempo que é necessário para representar vetorialmente feições geoespaciais de grandes áreas.

Atualmente, existem várias plataformas que fornecem dados espaciais a partir de edições feitas por cidadãos comuns, que na maioria das vezes são leigos em assuntos referentes à cartografia e ao Sistema de Informação Geográfica (SIG), procedimentos esses que são conhecidos como Informação Geográfica Voluntária, do inglês *Volunteered Geographic Information* (VGI).

O *OpenStreetMap* (OSM), *Here MapCreator*, *WikiMapia*, *Google Map Maker* e *Yandex.Map Editor*, são exemplos de plataformas que possibilitam a edição de modo colaborativo. Dentre elas, destaca-se o OSM por ser uma plataforma já consolidada, com uma vasta rede de colaboradores e sua imensa gama de dados oferecidos.

As alterações feitas podem ser salvas e, depois, analisadas por grupos de moderadores. Finalmente, as alterações se tornam efetivas e podem ser visualizadas e exportadas (em formato .osm) por qualquer usuário (HAKLAY & WEBER, 2008).

A análise realizada pelos moderadores não é de grande rigor, visto ser muita informação, tornando-a de certa forma superficial e inerente a erros posicionais, geométricos, temáticos, temporais e de completude. Para alcançar uma maior minuciosidade à avaliação dos dados, o controle de qualidade cartográfica pode ser utilizado.

Santos (2015) diz que em uma base cartográfica a incerteza é inerente, visto que toda a coleta de dados possui erros associados aos instrumentos e métodos utilizados. O autor enfatiza que a incerteza se transmite e se propaga, razão pela qual os profissionais habilitados como o engenheiro Cartógrafo e/ou Agrimensor deve gerenciá-lo na elaboração da base cartográfica. No mais, frisa-se que um dos principais objetivos do controle de qualidade posicional é identificar soluções para a minimização e/ou a não propagação das incoerências deste dado, além da indicação de qual a possível utilização deste dado espacial em termos de extração de feições cartográficas e informações geométricas.

No Brasil, tem-se o controle sobre produtos cartográficos regido pelo Decreto nº

89.817, de 20 de junho de 1984, que trata apenas do controle e checagem do quesito acurácia posicional. No entanto, para complementar tal Decreto, a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), criou a Especificação Técnica para o Controle de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), onde nela são abordados todos os elementos do controle de qualidade, estabelecendo instruções que regularizam técnicas para criação e controle dos dados gerados por qualquer usuário e/ou instituição.

### 1.1. Objetivos

O presente estudo visa o controle de qualidade em bases cartográficas digitais geradas a partir de informações geográficas voluntárias (VGI). Especificamente, têm-se como objetivos proceder a avaliação da acurácia posicional do sistema viário e analisar a acurácia temática, que consiste em avaliar a descrição correta dos dados com sua posição geográfica, para locais de grande expressão encontrados na área urbanizada do município de Teixeiras - MG, disponibilizada na plataforma OpenStreetMap.

## 2. CARTOGRAFIA COLABORATIVA E O *OPENSTREETMAP*

Uma forma de mapeamento que está em grande ascensão atualmente é a cartografia voluntária, também chamada de cartografia colaborativa, que consiste na possibilidade de obtenção e inclusão de dados cartográficos de forma descentralizada e colaborativa, seja por intermédio de plataformas virtuais ou aplicativos.

Haklay (2010) analisou dados entre diversas plataformas de edição de base cartográfica, e a partir disso, demonstrou que mesmo com conhecimentos mínimos sobre o assunto, os voluntários conseguiram representar de forma relativamente satisfatória a real posição dos dados em relação a uma base adotada como referência.

A plataforma colaborativa do OSM valoriza o conhecimento local, permitindo os contribuidores realizar a inclusão, atualização ou até mesmo a inspeção de informações a partir de fotografias aéreas, imagens de satélites, mapas do terreno, dispositivos GPS e outras fontes livres, tornando atualizados os dados disponibilizados. Atualmente, o OSM fornece seu produto a inúmeros sites, aplicativos de celulares entre outros dispositivos, estes produtos podem ser facilmente encontrados e baixados no próprio geoportal.

As alterações feitas podem ser salvas e, depois, analisadas por grupos de moderadores. Porém, tal análise não é de grande rigor, visto ser muita informação, tornando-a de certa forma superficial e inerente a erros posicionais, geométricos, temáticos, temporais e de completude. Para alcançar uma maior minuciosidade à avaliação dos dados, o controle de qualidade cartográfica pode ser utilizado

## 3. CONTROLE DE QUALIDADE CARTOGRÁFICA

De um modo geral, pode-se afirmar que o controle de qualidade consiste de um processo de avaliação de um determinado produto, baseando-se para isso em um ou mais padrões estabelecidos. Para Camargo (1992), tem como objetivo estabelecer, melhorar e assegurar a qualidade de um produto ou serviço em certas condições de consumo ou utilização, considerando fatores econômicos, de precisão e confiabilidade.

Os elementos do controle de qualidade estão separados em seis categorias, que de uma forma simplificada, se agrupam em elementos de qualidade similares, descrevendo se os dados estão completos, completude; se estão na posição correta, acurácia posicional; se estão atualizados, acurácia temporal; se os atributos estão corretos, acurácia temática; se cumprem com todas as regras lógicas, consistência lógica; e se é adequado para um determinado usuário, usabilidade (ISO 19157, 2013).

### 3.1. Acurácia Posicional

No Brasil, os parâmetros que regem a inspeção de produtos cartográficos, quanto sua qualidade posicional, são definidos pelo Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, criado pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) e também a Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), a qual é de responsabilidade da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG).

O Decreto nº 89.817 possui algumas inconsistências, sendo confuso quanto a metodologia de aplicação. Mais especificamente, essas diferenças na aplicação estão relacionadas na consideração do erro médio quadrático, desvio padrão ou erro-padrão, que são considerados como similares, o que não é verdade (SANTOS, 2010).

Diante de tais divergências, em 2010, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) abordou o assunto dentro da Especificação Técnica de Aquisição de Dados Geoespaciais (ET-ADGV). A ET-ADGV cria uma classe mais restritiva no processo de avaliação e estabelece um novo Padrão de Exatidão Cartográfica, no intuito de avaliar produtos cartográficos digitais, o PEC-PCD. Já em 2016, foi publicada a ET-CQDG, que define metodologicamente a aplicação do Decreto nº 89.817 para avaliar a acurácia posicional em produtos cartográficos. Com isso, segundo BRASIL (1984), SANTOS (2010) e DSG (2016), a determinação da qualidade posicional de um produto pelo Decreto nº 89.817 é dado se as seguintes condições forem atendidas:

- 90% das feições testadas devem apresentar valores de discrepâncias iguais ou inferiores ao valor do PEC-PCD estabelecido para a respectiva classe e escala;
- O RMS (*root mean square*) da amostra de discrepâncias, deve ser menor ou igual ao valor do EP, também estabelecido para a mesma classe e escala (Equação 1).

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum(d_i)^2}{n-1}} \quad (1)$$

*n*: número total de amostras

*d<sub>i</sub>*: discrepância posicional planimétrica

Considerando *T* para o produto teste e *R* para o produto de referência, tem-se *d<sub>i</sub>* que representa a discrepância posicional planimétrica dada pela Equação 2:

$$d_i = \sqrt{(X_T - X_R)^2 + (Y_T - Y_R)^2} \quad (2)$$

*X<sub>T</sub>* e *Y<sub>T</sub>*: coordenadas do produto de teste

*X<sub>R</sub>* e *Y<sub>R</sub>*: coordenadas do produto de referência

Sendo assim, a Tabela 1 apresenta as tolerâncias PEC-PCD e EP de acordo com as classes do Decreto nº 89.817 atrelado à ET-ADGV e ET-CQDG:

Tabela 1 - PEC e EP para o Decreto, ET-ADGV e ET-CQDG

Decreto	ET-ADGV	Planimetria		Altimetria	
		PEC	EP	PEC	EP
-	A	0,28mm x esc	0,17mm x esc	0,27 x ev	1/6 x ev
A	B	0,5mm x esc	0,3mm x esc	1/2 x ev	1/3 x ev
B	C	0,8mm x esc	0,5mm x esc	3/5 x ev	2/5 x ev
C	D	1,0mm x esc	0,6mm x esc	3/4 x ev	1/2 x ev

Fonte – DSG, 2016

esc: escala planimétrica

ev: equidistância vertical entre curvas de nível

### 3.2. Acurácia Posicional de Feições Lineares

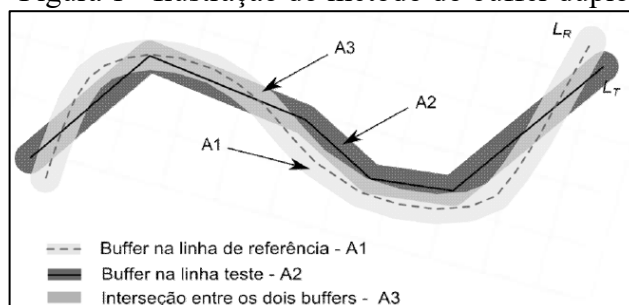
Diante dos inúmeros métodos utilizados para obtenção de medidas de similaridade em feições, o controle de qualidade conta com alguns que tratam particularmente de feições lineares. Em uma simples análise, pode-se observar a grande importância de se considerar feições que representam linhas, visto que as mesmas podem ser observadas em maior número em uma base cartográfica ou até mesmo planta/mapa, se comparada com os outros tipos de representações.

Dentre os métodos existentes, pode-se destacar: Banda de Erro *Épsilon*; *Buffer* Simples; *Buffer* Duplo; Banda-G; Influência do Vértice; Ponto Gerado; Distância de *Hausdorff*; Modelo de Erro Estatístico de Simulação; Aproximações por *Spline*; Retângulo Envolvente; Completude; Corretude; RMS modificado; entre outros (SANTOS et al., 2015).

Para o estudo em questão, será utilizado o método do *Buffer* Duplo, que têm apresentado melhores resultados em estudos realizados por Santos et al (2015), e também principalmente devido ao fato de gerar uma medida de discrepância, na qual pode-se investigar a presença de outliers e tendência nos dados.

Proposto por Tveite & Langaas (1999), os autores citam que o *Buffer* Duplo é um aprimoramento do método do *Buffer* Simples, onde aplica-se um *buffer* em ambas as linhas, e em seguida é realizada uma interseção entre os polígonos resultantes dos *buffers*, podendo de certo modo conseguir uma medida de discrepância média entre tais entidades gráficas. Sendo assim, a Figura 1 exemplifica a metodologia do *Buffer* Duplo.

Figura 1 - Ilustração do método do buffer duplo



Fonte - Santos, 2015

Para a aplicação do *Buffer* Duplo, utilizam-se das seguintes etapas:

1. Selecionar uma amostra de  $n$  linhas homólogas de teste ( $L_T$ ) e de referência ( $L_R$ );

2. Aplicar um *buffer* de tamanho  $x$  em cada linha  $i$  da amostra de linhas homólogas de teste e referência. Para o emprego do Decreto-lei nº 89.817, utiliza-se como tamanho do *buffer* o valor do PEC para a escala e a classe utilizada no processo de avaliação;
3. Calcular a área  $A2$  gerada pela operação de *buffer* em cada linha de teste.
4. Fazer uma sobreposição entre os polígonos gerados pelos *buffers* da linha teste e da linha de referência e calcular o valor de  $(A1-A3)$ , referente a área do polígono de referência que não faz interseção ao polígono teste;
5. Calcular a discrepância média ( $dm$ ), para cada linha teste  $i$ , dada pela Equação 3:

$$dm = \pi \cdot x \cdot \frac{\sum(A1-A3)}{A2} \quad (3)$$

$x$ : largura do *buffer*

$A1$ ,  $A2$  e  $A3$ : áreas geradas pela aplicação do método, explicitadas na Figura 1

6. Para análise do Decreto-lei nº 89.817, sugere-se verificar a independência e normalidade e, se constatada, faz-se a análise se 90% das linhas testadas apresentam discrepância média ( $dm$ ) menor ou igual ao valor do PEC (da classe e escala utilizados para gerar o *buffer* de tamanho  $x$ ), e ainda, o RMS das discrepâncias  $dm$  ser menor ou igual ao valor do EP (idem ao PEC). Se as duas condições explicitadas no passo 6 forem aceitas, classifica-se o dado espacial de acordo com a classe e escala trabalhada.

### 3.3. Acurácia Temática

Diante das inúmeras características de qualidade que podem ser analisadas em um produto cartográfico, pode-se citar também a acurácia temática. A mesma consiste em estudar e avaliar o quão bem interpretados e esclarecidos se encontram as feições e atributos de um respectivo produto, bem como seu enquadramento em classes preditas em um modelo de referência.

A DSG (2016), pela ET-CQDG, subdivide a acurácia temática em três categorias: acurácia da classificação, acurácia de atributos quantitativos e acurácia de atributos não quantitativos. A primeira é obtida a partir da comparação das classes e atributos dos dados analisados com o modelo de referência adotado. Os dois últimos consistem em comparar atributos de uma feição de teste com uma feição de referência, diferindo apenas no caso deles poderem ser ou não quantificados, respectivamente.

O modo mais comumente utilizado para a comparação e análise da classificação de dados geoespaciais, no quesito temático, é a matriz de confusão (STORY e CONGALTON, 1986; FOODY, 2002). A mesma é constituída dos conjuntos de dados de classificação e de referência.

A matriz de confusão é formada, na maioria das vezes, pela mesma quantidade de linhas (categorias no produto avaliado) e colunas (categorias no produto referência). A Tabela 2 apresenta um modelo de matriz que foi utilizada para a realização da análise.

Entretanto, para o cálculo da acurácia da classificação a partir da mesma, pode-se utilizar das medidas de exatidão global da classificação e índice *kappa* (CONGALTON, 1991).

Ao abordar o tema dentro da ET-CQDG, a DSG sugere a utilização do método de exatidão global da classificação (EG). Diferentemente de outros métodos e cálculos, o valor

de EG representa a probabilidade global de o produto estar bem classificado. (DSG, 2016, ET-CQDG, p. 51)

Tabela 2 - Modelo exemplo da matriz confusão

Unidade avaliada (teste)	Unidade de referência					Total
	1	2	...	r-1	r	
1	X <sub>1,1</sub>	X <sub>1,2</sub>	...	X <sub>1,r-1</sub>	X <sub>1,r</sub>	X <sub>1+</sub>
2	X <sub>2,1</sub>	X <sub>2,2</sub>	...	X <sub>2,r-1</sub>	X <sub>2,r</sub>	X <sub>2+</sub>
...	...	...	...	...	...	...
t-1	X <sub>t-1,1</sub>	X <sub>t-1,2</sub>	...	X <sub>t-1,r-1</sub>	X <sub>t-1,r</sub>	X <sub>t-1+</sub>
t	X <sub>t,1</sub>	X <sub>t,2</sub>	...	X <sub>t,r-1</sub>	X <sub>t,r</sub>	X <sub>t+</sub>
<b>Total</b>	X <sub>+1</sub>	X <sub>+2</sub>	...	X <sub>+r-1</sub>	X <sub>+r</sub>	N

Fonte - DSG, 2016

Tal medida define que, após montada a matriz de confusão segundo as classes consideradas, somam-se os valores na diagonal principal e divide-se pela quantidade total de classes/categorias analisadas, obtendo a taxa de acerto, que é um valor em porcentagem que será utilizado para a classificação do produto, conforme apresenta a Equação 4.

$$EG (\%) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r x_{i,i} \right) * 100 \quad (4)$$

Sendo EG a medida de exatidão global da classificação.

Por fim, consideram-se as tolerâncias estabelecidas pela ET-CQDG (Tabela 3) para a respectiva medida descrita.

Tabela 3 – Avaliação para Dados Geoespaciais Vetoriais de acordo com ET-CQDG

Linha	Escopo	Elemento	Medida	Parâmetro	Procedimento	Resultado
11	Produto	Acurácia da classificação	501	-	Direto externo Amostragem	Conformidade EG > 96%

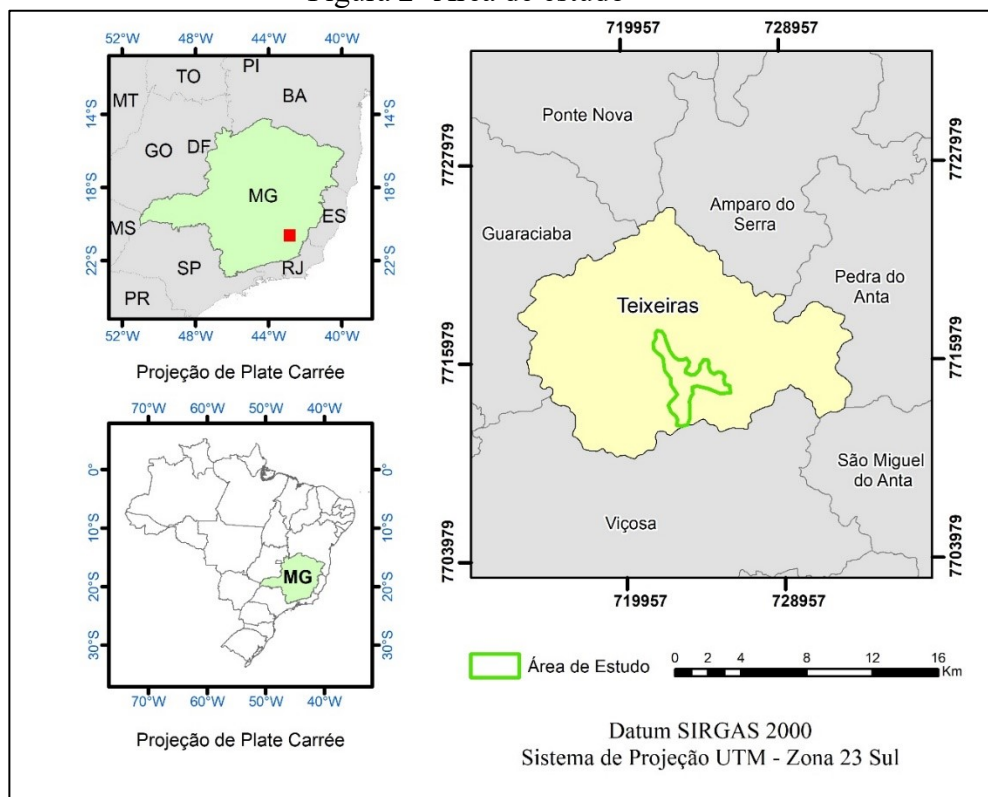
Fonte - DSG, 2016

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Área de Estudo

A área de estudo (Figura 2) localiza-se na região urbanizada do município de Teixeira, estado de Minas Gerais. A cidade está situada entre as latitudes -20° 33' 28,59" e -20° 41' 42,62" e longitudes -42° 56' 50,45" e -42° 45' 51,85". Possui uma área territorial de 166,735 km<sup>2</sup>, estando situada na mesorregião da Zona da Mata mineira. Sua população, segundo estipulação do IBGE para o ano de 2017, foi de 11.836 habitantes.

Figura 2- Área de estudo



Fonte: Autor

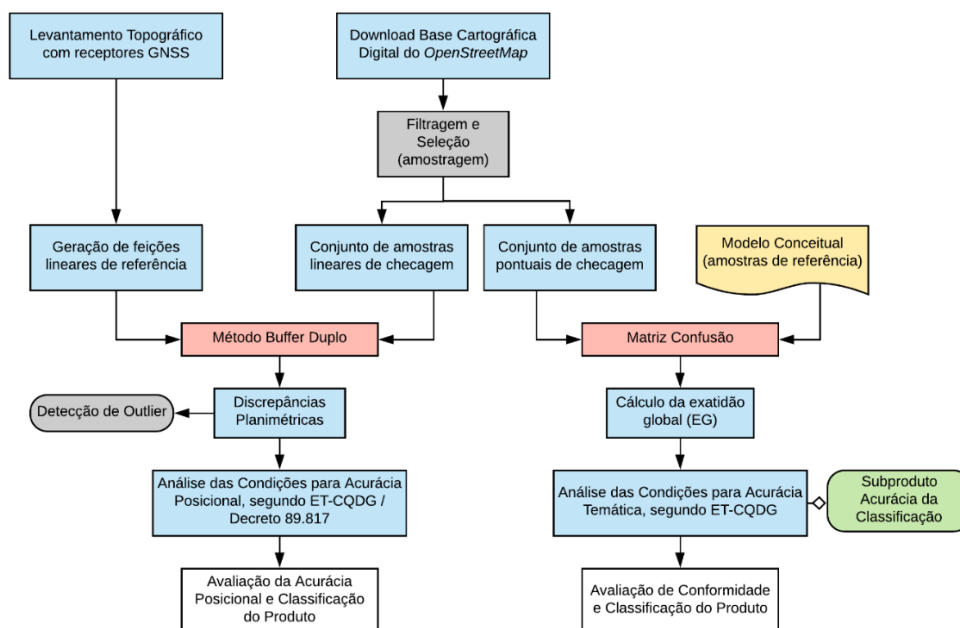
## 4.2. Materiais e Métodos

Para a realização do estudo em questão, foram necessários arquivos como: a base de dados de referência e teste, assim como a utilização de alguns *softwares*, todos descritos a seguir:

- Base de dados vetoriais com feições lineares das vias do município de Teixeira-MG, no formato *shapefile* disponibilizados gratuitamente na plataforma *OpenStreetMap*;
- Base de dados vetoriais levantados em campo com receptor GNSS da marca *Javad* no formato *shapefile* relativo ao município de Teixeira-MG;
- Softwares: *ArcGIS v10.5*, *Topcon Tools v8.2*, *LibreOffice Calc*, *R Statistical Computing*.

Quanto a metodologia de aplicação, o fluxograma seguinte (Figura 3) explicita de certa forma como a mesma será realizada.

Figura 3 - Metodologia adotada



Fonte: Autor

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todo o estudo realizado visou avaliar a qualidade da base cartográfica digital disponível na plataforma *OpenStreetMap*, especificamente no município de Teixeira-MG, esta que foi gerada a partir de informação geográfica voluntária (VGI). A escala escolhida e analisada foi de 1:10.000. Foram utilizadas metodologias do controle de qualidade cartográfica a fim de classificar o produto de acordo com as classes e conformidades estabelecidas pela ET-CQDG.

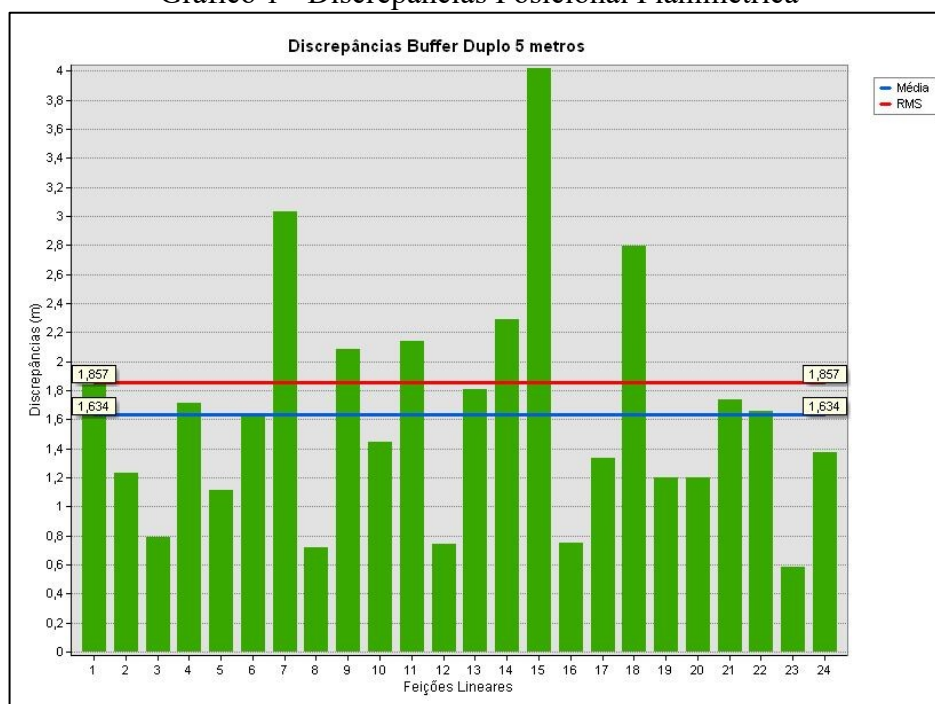
Diante de todos os cálculos realizados, seja para a acurácia posicional e acurácia temática, cada um com suas respectivas metodologias, são apresentados os resultados das análises.

### 5.1. Acurácia Posicional

Se tratando da acurácia posicional, ressalta-se que a largura do *buffer* aplicada foi escolhida de acordo com os valores do PEC calculados para a escala adotada, no caso 1:10.000. As tolerâncias do EP também foram calculadas para a comparação com o RMS das discrepâncias posicionais.

Depois de avaliadas as diversas larguras de *buffer*, constatou-se que, para a largura da classe B (5,0 metros), foram geradas discrepâncias que atenderam aos requisitos dos testes definidos no Decreto 89.817/ET-CQDG. Sendo assim, apresenta-se o Gráfico 1, contendo os valores de discrepância, RMS e média.

Gráfico 1 - Discrepâncias Posicional Planimétrica



Fonte – Autores

Depois de obtidas as discrepâncias do conjunto amostral, conforme Gráfico 1, foi possível realizar, através do software *LibreOffice Calc*, o cálculo das estatísticas descritiva (Tabela 4).

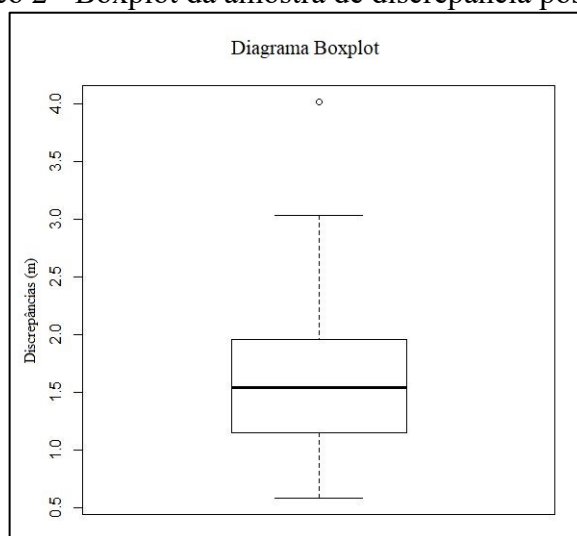
Tabela 4 - Análises estatísticas das discrepâncias médias

Estatística	Valor (m)
Tamanho Amostral	24
Média	1,634
Menor	0,586
Maior	4,019
Desvio Padrão	0,813
RMS	1,857

Fonte – Autores

Para verificar a presença de *outliers* foi gerado o gráfico *Boxplot* (Gráfico 2) pelo software *R*, onde os limiares superior e inferior encontrados foram de 3,031 e 0,586, respectivamente. Sendo assim, detectou-se a presença de 1 *outlier*, a via de ID 15, com valor de discrepância igual a 4,019 metros. Tal via foi analisada e constatou-se que tanto a feição linear de referência quanto de teste não apresentara nenhuma inconsistência de identificação ou processamento, não podendo ser classificada como *outlier*, concluindo que deve compor o conjunto amostral. O Gráfico 2 explicita o gráfico *Boxplot*.

Gráfico 2 - Boxplot da amostra de discrepância posicional



Fonte – Autores

Do total de 24 amostras das discrepâncias obtidas, todas elas obtiveram valores menores que o valor do PEC-PCD para a classe B (5,0 m), totalizando 100% das amostras aceitas. A outra observação foi do RMS menor que o EP para a respectiva classe (3,0 m). O resultado para todas as classes avaliadas, de acordo com a escala 1:10.000, é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação de acordo com o Decreto nº 89.817 / ET-ADGV para escala 1:10.000

Classe	PEC-PCD (m)	% (di) < PEC-PCD	EP (m)	RMS < EP	Resultado
A	2,80	91,67	1,70	Não	Reprovado
B	5,00	100,00	3,00	Sim	Aprovado
C	8,00	100,00	5,00	Sim	Aprovado
D	10,00	100,00	6,00	Sim	Aprovado

Fonte – Autores

## 5.2. Acurácia Temática

No quesito acurácia temática, seguindo as devidas especificações e metodologias, obteve-se como resultado das classificações realizadas em cada feição de teste, os valores contidos na Tabela 6, conhecida como matriz de confusão. A variável buscada e obtida pela matriz de confusão, para atestar a qualidade temática do conjunto amostral é a exatidão global (EG) da classificação.

Sendo assim, a partir da classificação obtida de cada feição de teste, obteve-se como resultado um valor de EG igual à 96,43%, constatando que de 28 feições analisadas apenas 1 não obteve classificação satisfatória.

Com isso, utilizando a Tabela 3, e que também consta na ET-CQDG, a medida acurácia da classificação é conforme se EG for maior que 96%, o que condiz com o resultado obtido após classificação. Podendo classificar a acurácia temática das amostras do *OpenStreetMap* da região de Teixeira-MG, geradas por VGI, como aceitável.

Tabela 6 - Matriz Confusão gerada no processo de avaliação da Acurácia Temática

Matriz Confusão - Classificação quanto ao método da Acurácia da Classificação														
Unidade avaliada (teste)	Unidade de referência													Total
	Campo Futebol	Escola	Cemitério	Posto Combustível	Piscina	Quadra	Igreja	Caixa D'Água	Restaurante	Hospital	Casa	Ed. Públicos	Estação trem	
Campo Futebol	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Escola	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Cemitério	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Posto Combustível	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Piscina	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Quadra	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
Igreja	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
Caixa D'Água	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Restaurante	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Hospital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Casa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ed. Públicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Estação trem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>28</b>

Fonte – Autores

## 6. CONCLUSÕES

Todo o desenvolvimento do trabalho visou a avaliação da acurácia posicional e temática de base cartográfica via informação geográfica voluntária, método de mapeamento com alto grau de confiabilidade e que cresce a cada dia, considerando o dinamismo do espaço físico aliado à necessidade de mapeá-lo.

Através de toda a metodologia de avaliação da acurácia posicional, os dados testados para a área urbana do município de Teixeira foram classificados na classe B do Decreto 89.817/ET-CQDG, para a escala 1:10.000. Os resultados apresentados foram satisfatórios, uma vez que os produtos em análise são gerados por usuários com pouco ou até então nenhum conhecimento em cartografia.

Se tratando da acurácia temática, esperavam-se resultados satisfatórios, considerando o fato de que as informações sobre a acurácia da classificação são melhores expostas por cidadãos locais, que são contribuintes do mapeamento colaborativo. O produto foi

classificado, de acordo com a ET-CQDG, como conforme (resultado positivo quanto à sua qualidade), atestando a veracidade dos fatos ocorridos.

Apesar do estudo realizado atestar certa confiabilidade para o mapeamento colaborativo, nada se pode afirmar sobre o mapeamento colaborativo em escala nacional, ou até mesmo global, visto que foram analisados dados locais de apenas uma pequena região.

## 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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm)>. Acesso em 2018.

CAMARGO, P.O. **Controle de qualidade aplicado ao filtro de Kalman**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1992.

DSG. **Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geospaciais (ET-CQDG)**. Brasil, 2016. Disponível em <[http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET\\_CQDG\\_1a\\_edicao\\_2016.pdf](http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf)>. Acesso em 2018

FOODY, G.M. *Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment*. Remote Sensing of Environment, 80, 185-201, 2002.

HAKLAY, M.; WEBER, P. *OpenStreetMap — User-generated Street Map*. IEEE Pervasive Computing, v. 7, p. 12–18, 2008.

SANTOS, A. P. **Avaliação da acurácia posicional em dados espaciais com o uso de estatística espacial**. Dissertação de Mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2010.

SANTOS, A. P. **Controle de Qualidade Cartográfica: Metodologias para avaliação da Acurácia Posicional em Dados Espaciais**. Tese de Doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2015.

SANTOS, A. P.; MEDEIROS, N. G.; SANTOS, G. R.; RODRIGUES, D. D. **Controle de qualidade posicional em dados espaciais utilizando feições lineares**. Boletim de Ciências Geodésicas, sec. Artigos, v. 21, nº 2, p. 233-250, abr-jun, 2015.

STORY, M.; CONGALTON, R.G. *Accuracy Assessment: A User's Perspective*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52, 397-399, 1986.

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.