

## Qualidade dos Dados Geoespaciais do OpenStreetMap para os indicadores de Acurácia Posicional, Acurácia Temática e Completude

*Quality Analysis of OpenStreetMap Geospatial Data for Positional Accuracy, Thematic Accuracy and Completeness indicators*

*Calidad de Datos Geoespaciales de OpenStreetMap para los Indicadores de Exactitud Posicional, Exactitud Temática e Integridad*

Elias Nasr Naim Elias<sup>1</sup>



<https://orcid.org/0000-0003-2289-5055>

Vivian de Oliveira Fernandes<sup>2</sup>



<https://orcid.org/0000-0002-2851-9141>

---

**RESUMO:** Os avanços tecnológicos e a *web 2.0* possibilitaram que qualquer indivíduo com acesso à internet possa gerar dados geoespaciais em plataformas de Informação Geográfica Voluntária, dada a velocidade com que estes dados são obtidos e as diferenças quanto aos mapeamentos de referência presentes em pesquisas de diferentes países, as quais tem investigado a qualidade das suas feições no intuito de estabelecer viabilidades em processos de integração. Este trabalho avaliou a qualidade de feições oriundas da plataforma do OpenStreetMap (OSM) através dos indicadores de acurácia posicional, acurácia temática e completude, tendo como área de estudo a cidade de Salvador - BA para obtenção do potencial na sua utilização. As etapas metodológicas compreenderam a seleção das categorias: tamanho e disposição das amostras na área de estudo, mensuração e filtragem de atributos com informações repetidas, análises comparativas a partir dos indicadores citados, espacialização e análise dos resultados. Através dos resultados da acurácia posicional pode-se afirmar que a escala variou de 1:20.000 até 1:30.000 e nos demais indicadores a principal fonte de erros está associada a existência de campos vazios e diferenças na estrutura topológica de feições lineares. As feições avaliadas mostram-se promissoras para utilização deste tipo de dado, porém estudos quanto a heterogeneidade dos dados necessita ser aprofundado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapeamento colaborativo. OpenStreetMap. Qualidade dos dados. Heterogeneidade dos dados.

**ABSTRACT:** *Technological advances and web 2.0 have enabled any individual with access to the internet to generate geospatial data on Voluntary Geographic Information platforms. Given the speed with which these data are obtained and the differences regarding the reference mappings present in research from different countries, which has investigated the quality of their features in order to establish viability in integration processes. This work evaluated the quality of features from the OpenStreetMap platform (OSM) through positional accuracy, thematic accuracy and completeness indicators, with the city of Salvador-BA as a study area to obtain the potential in its use. The methodological steps included the selection of the categories: size and arrangement of the samples*

---

<sup>1</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas na UFPR. E-mail: elias.naim@ufpr.br.

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Civil (UFSC), área de Cartografia. Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de Informações Espaciais, da Universidade Federal da Bahia. E-mail: vivian.fernandes@ufba.br.

*in the study area, measurement and attributes filtering with repeated information, comparative analysis based on aforementioned indicators, spatialization and results analysis. Through the positional accuracy results it can be said that the scale ranged from 1: 20,000 to 1: 30,000 and in other indicators the main errors sources are associated with the empty fields existence and in the topological structure of linear features differences. The evaluated features are promising for use of this type of data, however studies on the data heterogeneity need to be deepened.*

**KEYWORDS:** *Collaborative mapping. OpenStreetMap. Data quality. Data heterogeneity.*

**RESUMEN:** *Los avances tecnológicos y la web 2.0 posibilitaron a cualquier individuo, provisto de un acceso internet, la posibilidad de generar datos geoespaciales, que puede ser integrados a plataformas de Información Geográfica Voluntaria. Considerando la rapidez con que estos datos pueden ser obtenidos y las diferencias relacionadas al Mapa de Referencia, estudios en diferentes países han investigado la calidad de sus características, con el objetivo de establecer la viabilidad en proceso de integración. En el contexto presentado, este trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de las características provenientes de la plataforma OpenStreetMap (OSM) respecto a los indicadores de Exactitud Posicional, Exactitud Temática e Integridad, en un área urbana de Brasil (Salvador-BA) y así obtener las potencialidades en su utilización. Las etapas metodológicas comprenden la selección de las categorías, tamaño y disposición de las muestras en el área de estudio, sus medidas y filtrado de atributos con informaciones repetidas, análisis comparativos a partir de los indicadores citados, especialización y análisis de los resultados obtenidos. Se identificó que en la exactitud posicional la escala varía de 1:20.000 hasta 1:30.000 y que en los demás indicadores la principal fuente de error está asociada a la existencia de campos vacíos y diferencias en la estructura topológica de las características lineales. Las características evaluadas se muestran promisoras desde que sean intensificados los estudios sobre la heterogeneidad de los datos.*

**PALABRAS CLAVE:** *Mapeo colaborativo. OpenStreetMap. Calidad de datos. Heterogeneidad de los datos.*

---

## INTRODUÇÃO

No processo de produção e disponibilização de dados geoespaciais um aspecto importante que deve ser considerado é a qualidade, visto que, além de fazer parte das etapas na elaboração de um mapeamento de referência, esta permite mensurar para quais finalidades um determinado produto cartográfico se adequa. O mapeamento de referência é desenvolvido por Agências Nacionais de Mapeamento (ANM) com o intuito de representar feições para um propósito geral, de forma simultânea, para diferentes temas (KENT, 2009). Diante desta conceituação, Elwood, Goodchild e Sui (2012) destacam que esta foi, por longo período, hierárquica, contudo os avanços tecnológicos computacionais têm permitido que qualquer indivíduo que tenha computador ou *smartphone* com acesso à *internet* possa gerar dados geoespaciais (GANAPATI, 2011).

Brovelliet *al.* (2019) destacam que atualmente existe uma série de métodos para a obtenção de dados geoespaciais, que partem desde levantamentos topográficos e aerofotogramétricos até a feições oriundas de plataformas de Informação Geográfica Voluntária, do inglês *Volunteered Geographic Information* (VGI). Os autores ainda afirmam

que este aspecto torna oportuno o estabelecimento de metodologias para avaliar a qualidade e integrar e extrair informações destas diferentes fontes de dados.

Para a avaliação da qualidade de dados geoespaciais no mapeamento de referência, a nível mundial, atualmente utilizam-se como parâmetros indicadores atribuídos pela *International Organization for Standardization* (ISO) 19.157 (ISO, 2013). No Brasil, os documentos que apresentaram indicadores baseados na ISO 19.157 referem-se a Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), desenvolvida pela Diretoria do Serviço Geográfico (BRASIL, 2016) e o Manual Técnico para Avaliação Qualidade de Dados Geoespaciais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019a). Conforme as definições descritas nestes documentos, os indicadores mencionados são atribuídos por:

- Acurácia Posicional: refere-se à obtenção das discrepâncias, em coordenadas planimétricas e altimétricas das feições de um produto cartográfico em relação a um dado de referência;
- Consistência Lógica: caracterizada pelo cumprimento de regras lógicas de uma determinada estrutura de dados, atributos e as suas relações;
- Usabilidade: baseia-se em requisitos específicos de usuários em relação a um determinado dado geoespacial, ou seja, o quão adequado está o produto para determinadas finalidades;
- Completude: indica excesso ou omissão de feições existentes em uma determinada base de dados;
- Acurácia Temática: caracterizada pela interpretação correta de feições e atributos e o correto enquadramento nas classes que descrevem o seu modelo conceitual;
- Qualidade Temporal: Refere-se à exatidão encontrada no componente temporal do dado geoespacial.

O VGI, termo trazido por Goodchild (2007), apresenta mudanças nas abordagens relacionadas com a produção de dados geoespaciais, visto que, além dos especialistas, estes passaram a ser constituídos também por pessoas conectadas à *internet* em plataformas *on line* e que não possuem, necessariamente, conhecimento em cartografia. O uso de feições oriundas de VGI em relação ao mapeamento de referência, devido a rapidez com a qual a mudanças são detectadas no espaço geográfico, vem como alternativa de auxiliar na produção e atualização cartográfica. Em países como o Brasil, onde o investimento em cartografia é baixo e o mapeamento de referência cobre o território de maneira desigual e desatualizada, a cobertura total, na escala de 1:25.000, é de 5% (SLUTER *et al.*, 2019).

Visto os aspectos descritos em relação ao VGI, sua importância pode ser exemplificada através da plataforma do *OpenStreetMap* (OSM). O OSM foi criado em 2004 por Steve Coast com a proposta de um sistema *web* de mapas livres que viabilizassem ao usuário a criação, visualização e distribuição de dados geográficos livremente. Sua abordagem clássica está relacionada a gravar dados usando um receptor GPS e editar as informações coletadas, usando um dos vários editores disponíveis gratuitamente (NEIS; ZIPF, 2012). Atualmente existem mais de 6,5 milhões de usuários cadastrados e mais de 6,4 bilhões de feições armazenadas no OSM.

Apesar da viabilidade descrita em relação ao VGI, principalmente no que se refere à atualização cartográfica, os processos de contribuição normalmente não estão associados ao mapeamento de referência, ou seja, a qualidade dos dados não é documentada e a inserção de feições não ocorre de forma homogênea. Por conta destes motivos, uma série de pesquisas tem sido realizada ao redor do mundo para compreender o potencial de feições oriundas de plataformas de VGI para a sua integração, por meio da avaliação da qualidade dos dados.

Dentre as abordagens pioneiras que avaliaram a qualidade de dados de feições oriundas VGI, podem ser citados as de Haklay (2010) que avaliou a acurácia posicional e completude de vias no OSM em relação ao *Ordnance Survey* (agência de mapeamento de referência do Reino Unido) e as de Girres e Touya (2010) que avaliaram a qualidade de feições do OSM em uma região da França. A partir dos trabalhos descritos com enfoque no estado da arte na avaliação da qualidade de dados no VGI, a partir de comparações em mapeamentos de referência, podem ser citados os trabalhos de Jaseme AL-Hamadani (2020), os quais realizaram a avaliação da acurácia posicional de vias no OSM no Iraque Ferster *et al.* (2020) que avaliaram a completude de ciclovias do OSM no Canadá; Zhang e Malczewski (2018) que estudaram a qualidade de dados de vias do OSM no Canadá; Brovelli e Zamboni (2018) que avaliaram a acurácia posicional e completude do OSM na Itália e Brovelli, Minghini e Molinari (2016) que avaliaram a acurácia posicional de vias no OSM em Paris.

Em se tratando de Brasil ainda não são vastas as pesquisas e análises da qualidade de dados e identificação dos aspectos relacionados com as feições oriundas de VGI, principalmente no âmbito urbano. Neste contexto, podem ser citados os trabalhos de Camboim, Bravo e Sluter (2015), Elias *et al.* (2020) e Oliveira, Moreira e Santos (2020). Parte-se da hipótese de que, ao avaliar a qualidade de feições oriundas de VGI em áreas urbanas no Brasil, é possível identificar a forma com a qual estas informações estão dispostas, e obter características que sejam fundamentais para mensurar até onde estes dados podem ser utilizados para complementar o mapeamento de referência.

Diante do exposto, este trabalho objetiva a avaliação da qualidade de dados geoespaciais da plataforma de VGI do OSM no município de Salvador-BA para os indicadores de acurácia posicional, acurácia temática e completude, fornecendo os percentuais de confiabilidade para cada indicador e identificar aspectos relacionados com a disposição das feições quanto às suas primitivas geométricas.

## **METODOLOGIA**

A área de estudo utilizada para as verificações correspondeu ao município de Salvador - BA. Conforme informações extraídas da plataforma *online* do IBGE (IBGE, 2020) a população estimada do município em 2020 era cerca de 2,9 milhões de habitantes, com área de 693 quilômetros quadrados de extensão e densidade demográfica, de acordo com o último censo do IBGE de 2010 (IBGE, 2020), de 3.859 habitantes/km<sup>2</sup>. As feições utilizadas como referência corresponderam ao Sistema Cartográfico e Cadastral do Município do Salvador (SICAD), criado a partir do Decreto nº 16.781 de 16 de setembro de 2006 (SALVADOR, 2006), na escala de 1:2.000. Este tem como principal finalidade gerir o banco de dados geográficos e a cartografia oficial do município.

Na maior parte das verificações relacionadas com a completude e acurácia temática foi utilizada a subdivisão por Prefeituras-Bairro do município. As Prefeituras-Bairro correspondem a unidades administrativas oficiais de planejamento adotadas pela Prefeitura Municipal de Salvador (PMS), responsáveis pela gestão de um conjunto de bairros (BAHIA, 2015). A figura 1 exibe o mapa de localização do município de Salvador - BA a partir da subdivisão por Prefeituras-Bairro. É importante destacar que os arquivos vetoriais, tanto os dados da base do SICAD quanto das Prefeituras-Bairro, foram consultados a partir da plataforma *online* do Mapa Digital de Consulta Pública da PMS (SALVADOR, 2019).

Antes de iniciar as etapas para a avaliação da qualidade das feições no OSM, inicialmente foram escolhidos os métodos para a seleção dos tamanhos das amostras para a realização das análises. Os procedimentos de amostragem para a acurácia temática foram baseados nas abordagens da ET-CQDG (BRASIL, 2016), que são pautadas na ISO 2859-1:1999 (ISO, 1999) e ISO 2859-2 (ISO, 1985). Neste contexto, escolheu-se o plano de amostragem Lote a Lote e, apesar de todo o procedimento considerar a seleção do tamanho da amostra associado a um critério de aceitação (rejeição do Lote a uma dada quantidade de feições incorretas), neste trabalho computou-se a quantidade de feições corretas e incorretas encontradas nas amostras selecionadas.

Na acurácia posicional a seleção do tamanho da amostra seguiu os critérios de Galo e Camargo (1994) e Merchant (1982), nos quais é definido que 20 feições pontuais seriam suficientes para obter a acurácia posicional de uma área. Neste contexto, uma pesquisa

realizada por Fernandes, Alixandrini Junior e Elias (2015), baseada em critérios de amostragem apresentados por Nogueira Jr. (2003), evidenciaram que o tamanho da amostra de feições pontuais tende a ser constante entre 20 e 24 feições pontuais à medida que se aumenta a dimensão da área de estudo.

**Figura 1 - Mapa de Localização de Salvador–BA**



**Fonte:** base cartográfica – IBGE (2019b) e Salvador (2019). **Elaboração:** os autores (2020).

Na completude a contabilização das feições, nas categoriais selecionadas do OSM foi dada a partir da quantidade total de feições disponíveis. Os próximos subitens descrevem os procedimentos metodológicos utilizados para a realização das etapas.

### **Seleção de categorias e obtenção de feições para a realização das análises**

Para a realização da avaliação da qualidade dos dados, a primeira etapa consistiu em identificar as feições da base do SICAD passíveis de comparação e a seleção das categoriais do OSM equivalentes. Notou-se que as únicas categoriais de feições com atributos preenchidos no produto cartográfico de referência eram os eixos viários (feições lineares) e os pontos notáveis (feições pontuais), e que os atributos com maior predominância eram as edificações religiosas, educacionais e de saúde.

No OSM, uma determinada categoria de feições é caracterizada por uma etiqueta (*tag*) que é atribuída por uma chave (*key*) e um valor (*value*). No caso dos eixos viários, a etiqueta corresponde à chave *highway* o valor diz respeito à classificação que corresponde às vias terrestres. A figura 2 exemplifica uma etiqueta com a chave *highway* e valor *motorway*.

**Figura 2** – Caracterização da etiqueta de chave highway e valor motorway

Chave	Valor	Elemento	Descrição	Desenho	Foto
<b>Estradas</b>					
Estas são as principais etiquetas para a rede de estradas. Classificam-se desde a mais importante até à menos importante.					
highway	motorway		Autoestrada (ou oficialmente no Brasil: rodovia e por vezes como via expressa) é uma via de acesso restrito a veículos motorizados e de alta velocidade, normalmente sob pagamento, com 2 ou mais faixas de trânsito e 1 faixa de acostamento/bornal, com um separador central (railes, blocos em cimento, simples faixa em terra), sem cruzamentos ou obstruções (semáforos, lombadas/lombas, etc.) Os cruzamentos com outras vias são desnívelados através de túneis ou pontes, por isso não são utilizados semáforos.		

Fonte: TAGS (2020).

Para as igrejas, templos ou locais de oração no OSM, foi identificada a etiqueta de *amenity-place\_of\_workship* (chave-valor), para as áreas educacionais foram identificadas uma série de etiquetas, podendo exemplificar a *amenity-school*, *amenity-university*, *amenity-kindergarten*, *amenity-language\_school* etc. Esta mesma característica ocorreu em áreas de saúdes, em que algumas etiquetas são apresentadas da seguinte forma: *amenity-hospital*, *amenity-doctors*, *amenity-clinic*, *amenity-dentist* etc. Nas edificações religiosas foram encontradas diferentes etiquetas para descrever diferentes tipos locais de oração, como exemplos: *building-church*, *building-cathedral*, *building-chapel*, *building-temple* etc.

Um aspecto importante a ser considerado é que se notou algumas etiquetas com a existência de liberdade para que o usuário realizasse a edição das mesmas tanto nas primitivas geométricas de pontos ou de polígonos, o que gera a heterogeneidade na representação dos elementos, bem como a duplicidade de algumas feições.

Para a obtenção das feições do OSM, utilizou-se a plataforma *Geofabrik*. Após a obtenção das feições no OSM, estas foram inseridas no *software* QGIS 3.10 e realizou-se um recorte na área de estudo, bem como foram filtradas as etiquetas selecionadas previamente para as análises.

### Avaliação da Acurácia Posicional Planimétrica

A avaliação da acurácia posicional planimétrica ocorreu a partir da seleção de uma amostra de 20 feições pontuais e outra de 20 feições lineares, homologas entre o OSM e a base do SICAD, distribuídas ao longo da área de estudo. É importante destacar que apesar dos critérios de amostragem descritos para a acurácia posicional abrangerem feições pontuais, neste trabalho foi utilizada também em feições lineares. A escolha da amostra de feições pontuais foi dada a partir da seleção de vértices de vias, quadras e praças e a amostra de feições lineares correspondeu aos eixos viários.

Para a classificação do produto cartográfico, utilizou-se como parâmetro o Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD), estabelecido pela

Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-ADGV (BRASIL, 2018). O PEC-PCD consiste em uma atualização do Decreto nº 89.817 - Normas Técnicas da Cartografia Nacional (BRASIL, 1984), que nesta era denominado PEC. A tabela 1 apresenta os valores estabelecidos no PEC e no PEC-PCD planimétrico, assim como o Erro Padrão associado aos mesmos.

**Tabela 1** – Padrão de exatidão cartográfica para produtos cartográficos digitais e respectivos erro padrão

PEC (1984)	PEC-PCD (2011)	PEC Planimétrico	Erro Padrão Planimétrico
	A	0,28 mm x Denominador de Escala	0,17 mm x Denominador de Escala
A	B	0,5 mm x Denominador de Escala	0,3 mm x Denominador de Escala
B	C	0,8 mm x Denominador de Escala	0,5 mm x Denominador de Escala
C	D	1,0 mm x Denominador de Escala	0,6 mm x Denominador de Escala

**Fonte:** adaptado de Brasil (2018).

No PEC-PCD os produtos cartográficos são classificados em A, B, C e D; a classe A representa um maior rigor na análise e a classe D um menor rigor. Estão associados com a escala de um determinado produto cartográfico e permite com que este seja classificado a partir do erro máximo obtido em discrepâncias que compõem uma amostra de pontos. Para cada classe está estabelecido um valor de PEC-PCD e, cada valor está associado a um Erro Padrão (EP). Este EP corresponde a 60,8% do valor do PEC-PCD. Trata-se de um indicador estatístico a partir do gráfico probabilístico de distribuição normal, considera-se 90% de confiança (BRASIL, 1984, 2018).

No ano de 2016 foi criada pela DSG a ET-CQDG (BRASIL, 2016) que abrange metodologias para a avaliação da qualidade em produtos cartográficos. No que diz respeito à acurácia posicional, esta prevê que sejam calculadas as Distâncias Euclidianas (DE) de uma amostra de pontos homólogos entre o produto cartográfico referência e o avaliado. A partir da obtenção das DE, para encontrar a classificação do produto cartográfico em uma dada escala, são avaliadas duas condições: se 90% das DE são menores ou iguais ao valor do PEC-PCD; e se o Erro Médio Quadrático (EMQ) é menor ou igual ao EP para uma determinada classe e Escala da tabela 1.

É importante destacar que, além do método para a avaliação da acurácia posicional estabelecido na ET-CQDG (BRASIL, 2016), existem procedimentos estatísticos previstos na literatura, como, por exemplo, o método proposto por Merchant (1982). Este método foi adaptado por Galo e Camargo (1994) para que existisse uma conexão estatística com o PEC, permitindo classificar os produtos cartográficos com base nas análises de tendência e de precisão. A análise de tendência é dada pelo teste estatístico *T Student* e permite identificar a existência de tendências de erros em alguma direção do produto cartográfico avaliado, onde se verifica a média de um conjunto de discrepâncias pode ser considerada estatisticamente igual à zero (hipótese nula) a partir de operações entre a média e o Desvio



Padrão das discrepâncias. A análise de precisão é dada pelo teste estatístico qui-quadrado e permite comparar o Desvio Padrão obtido em um conjunto de discrepâncias em relação ao EP do PEC-PCD e a hipótese nula é de que a variância das discrepâncias possa ser considerada estatisticamente igual a que está associada ao EP. Dessa forma, a partir de uma operação entre o EP e o Desvio Padrão das discrepâncias, caso a hipótese nula seja atendida, classifica-se o produto cartográfico de acordo com a tabela 1 na escala associada ao EP utilizado no cálculo. Maiores detalhes sobre a aplicação dos testes estatísticos podem ser encontrados na bibliografia de Galo e Camargo (1994) e Nogueira Jr. (2003). Neste contexto, os métodos utilizados para a avaliação da acurácia posicional de feições pontuais corresponderam aos testes estatísticos estabelecidos por Galo e Camargo (1994) e Merchant (1982) e as condicionantes estabelecidas na ET-CQDG (BRASIL, 2016).

A metodologia utilizada para a avaliação da acurácia posicional de feições lineares correspondeu ao método de *buffer* duplo. Também chamado de *Buffer Overlay Statistics*, o método do *buffer* duplo foi criado no ano de 1999 por Tveite e Langaas (1999) e diz respeito à aplicação do modelo da Banda de Erro em relação aos elementos vetoriais de referência e seus homólogos a serem testados. Santos (2015) estabelece uma sequência de etapas metodológicas para a avaliação da acurácia posicional de feições lineares a partir do método do *buffer* duplo em associação com os parâmetros estabelecidos pelo Decreto Lei nº 89.817 (BRASIL, 1984), no qual, a partir da criação de *buffers* nas feições lineares de referência e avaliadas, calcula-se a discrepância entre suas áreas para aplicação do PEC-PCD. Tal sequência inclui a geração de um *buffer* nas feições lineares de referência e avaliadas com tamanho correspondente ao valor do PEC-PCD, obtenção da Distância Média (DM) a partir de operações matemáticas entre área do *buffer* de cada feição avaliada e área do polígono de referência que não intercepta o polígono avaliado, o EMQ das DM obtidas e, por fim, a aplicação de condicionantes estabelecidas de forma semelhante com a ET-CQDG (BRASIL, 2016). Maiores detalhes sobre os procedimentos podem ser consultados em Santos (2015).

## **Compleitude**

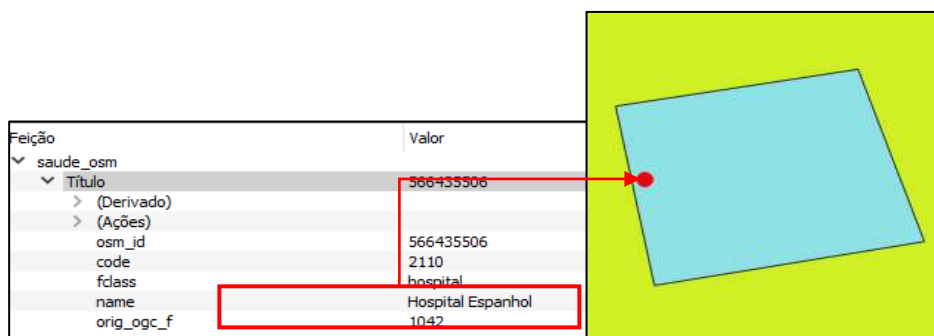
A avaliação da completude de feições no OSM correu em dois momentos distintos. O primeiro deles foi dado a partir de verificações em relação às análises comparativas do comprimento de eixos viários e o segundo correspondeu a comparações em relação à quantidade de feições das categorias de edificações religiosas, educacionais e de saúde.

No que se refere aos eixos viários, através de ferramentas do QGIS 3.10, a área de estudo foi dividida em quadrantes de 1 x 1 quilômetros e, em cada um deles, foi calculada a discrepância em relação aos comprimentos, em metros, obtidos no OSM em relação ao da

base do SICAD. Antes de proceder com a verificação da completude dos eixos viários, foram filtradas algumas etiquetas do OSM que não estavam atribuídas na base do SICAD no intuito de que as análises estivessem compatíveis. Tais etiquetas estavam associadas às ciclovias, caminhos de pedestre, pistas de ônibus e pistas de corrida.

Antes das análises de completude de feições pontuais e poligonais foram filtradas informações que poderiam estar repetidas nas diferentes primitivas geométricas, bem como de informações sobre ambiente *indoor* que poderiam interferir na contabilização. Tais filtragens foram realizadas com o auxílio de verificação de topologias do QGIS 3.10 e de análises no entorno das feições para identificar atributos similares. Diferentemente dos eixos viários, as análises de cada categoria foram realizadas em cada Prefeitura-Bairro de Salvador-BA a partir da disposição do percentual de completude. A figura 3 apresenta um exemplo de uma edificação na área de estudo representada, de forma simultânea, nas primitivas geométricas de ponto e polígono no OSM. Conforme é exemplificado na figura 3 o Hospital Espanhol foi representado nas primitivas geométricas de ponto e polígono e estas estavam sobrepostas.

**Figura 3** – Hospital Espanhol representado no arquivo do vetorial de lugares do OSM na primitiva geométrica de pontos



Fonte: OpenStreetMap (2020).

### Acurácia Temática

De forma similar às verificações de completude, a avaliação da acurácia temática foi dada a partir da seleção de uma amostra de feições lineares (eixos viários) e outra de feições pontuais e poligonais. As feições pontuais e poligonais foram validadas a partir de consultas em relação a ferramenta de *Street View* do *Google Earth*. Neste contexto, as verificações nos eixos viários ocorreram a partir das avaliações da sua classificação e do seu nome e para os demais tipos de feições verificou-se se o nome atribuído coincidia com a informação obtida no *Street View*.

Para a seleção do tamanho das amostras, a partir dos procedimentos evidenciados na ET-CQDG (BRASIL, 2016), inicialmente observou-se o tamanho da população amostral no

OSM. O total de eixos viários editados no OSM era 19.082 feições e, por meio deste, verificou-se que o tamanho da amostra seria de 315 feições. Nas feições pontuais e poligonais se considerou o mesmo espaço amostral nas duas primitivas geométricas, e verificou-se a categoria do OSM com maior quantidade de feições representadas para o cálculo do tamanho da amostra. A categoria no OSM que possuía maior quantidade de feições era a de edificações, com 8.472 feições, e o tamanho da amostra seria de 200. No intuito de tornar as análises equivalentes em cada Prefeitura-Bairro e viabilizar uma posterior análise de contabilização de feições repetidas, aumentou-se a amostra para 230 feições. As amostras foram divididas de forma semelhante em cada Prefeitura-Bairro.

Na amostra de feições pontuais e poligonais, além das verificações de acurácia temática, uma verificação complementar foi realizada. Tal análise consistiu em contabilizar na amostra a quantidade de itens que estavam representados tanto como ponto quanto polígono (figura 3). Esta contabilização também abrangeu feições pontuais *indoor* que fazem parte de feições poligonais.

Na seleção das feições para compor as amostras, foi criado no QGIS 3.10 um arquivo vetorial de pontos aleatórios na área de estudo e a seleção das feições para a realização das análises que corresponderam àquelas que estavam espacialmente mais próximas ou sobrepostas destes pontos.

Para a avaliação da classificação dos eixos viários do OSM necessitou-se realizar uma equivalência da hierarquização atribuída pelo capítulo III do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) - Lei nº 9503/1997 (BRASIL, 1997) (adotada na base do SICAD). Esta equivalência foi baseada na pesquisa de Zhang e Malczewski (2018), que realizou um estudo semelhante para o Canadá. O quadro 1 exibe a compatibilização da classificação relacionada a hierarquização viária do OSM em relação a classificação adotada no Brasil de acordo com o CTB.

**Quadro 1** - Compatibilização na classificação de eixos viários do OSM em relação ao CTB

Hierarquia Viária	
Código de Trânsito Brasileiro (CTB)	OpenStreetMap (OSM)
Via de Trânsito Rápido	Motorway, Trunk
Arterial (I e II)	Primary, primary_link secondary, secondary_link
Coletora	Tertiary, tertiary_link
Local	Residential, Service, Living Street, Footway, Track
--	Unclassified (sem classificação), unknown (classificação desconhecida)

**Fonte:** Brasil (1997), TAGS (2020). **Elaboração:** os autores (2021).

A partir das análises realizadas o percentual de atributos corretos primitivas geométricas avaliadas foi disposto na área de estudo a partir da subdivisão de Prefeituras-Bairro.

## RESULTADOS

### Acurácia Posicional Planimétrica

Conforme descrito nas etapas metodológicas, a avaliação da acurácia posicional foi dada a partir da obtenção das discrepâncias das amostras avaliadas e a posterior classificação das feições do OSM de acordo com PEC-PCD. Quanto à análise de Tendência nas feições pontuais, esta foi realizada nos componentes norte e leste, de acordo com as discrepâncias obtidas. O teste *T student* foi avaliado considerando o nível de confiança de 90% e 19 graus de liberdade (tamanho da amostra subtraída de uma unidade), conforme Galo e Camargo (1994) e Merchant (1982). As operações realizadas permitiram constatar que não houve tendências de erros em nenhuma das componentes avaliadas, visto que o valores calculados a partir do teste *T student* foram menores que o valor tabelado, o que comprova a hipótese nula de que a média pode ser considerada estatisticamente igual a zero.

No que diz respeito à análise de precisão, o teste qui-quadrado também foi avaliado considerando o nível de confiança de 90% e 19 graus de liberdade. As análises também foram feitas nas componentes norte e leste de forma separada e a classificação das discrepâncias foi atribuída desde que ambas atendessem os critérios exigidos para o teste (o valor calculado deveria ser menor ou igual ao tabelado). Na classe A, B, C e D do PEC-PCD a hipótese nula foi aceita, respectivamente, nas escalas de 1:30.000, 1:15.000, 1:9.000 e 1:8.000. Na avaliação da acurácia posicional a partir dos critérios da ET-CQDG (BRASIL, 2016), nas classes A, B, C e D do PEC-PCD as condicionantes foram aceitas, respectivamente, nas escalas de 1:30.000, 1:17.000, 1:11.000 e 1:9.000.

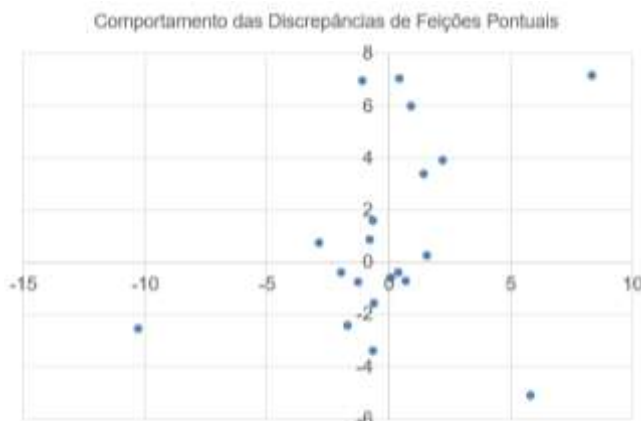
No que diz respeito às feições lineares (eixos viários) evidenciou-se que as feições do OSM se adequam à uma escala de 1:25.000 na classe A do PEC-PCD. Este aspecto foi evidenciado pois 100% das DM obtidas foram menores que 7m e o EMQ foi de 4,2m, sendo que o EP da referida escala e classe era de 4,25m.

Análises realizadas em relação aos valores obtidos evidenciaram que as discrepâncias apresentaram diferentes variações quanto aos resultados obtidos. Esta característica demonstra que os dados avaliados para a plataforma do OSM são heterogêneos, pois não houve padrões similares de erros. O gráfico da figura 4 apresenta o comportamento das discrepâncias de feições pontuais nas componentes norte (coordenada Y) e leste (coordenada X).

Conforme apresentado na figura 4, na amostra de feições pontuais foram encontradas discrepâncias em torno de 10m e de 0,40m. Neste contexto, uma verificação quanto à

disposição das edições no OSM foi realizada no intuito de encontrar justificativas para os resultados obtidos e foram encontradas feições que não coincidem com a imagem que alimenta a plataforma. A figura 5 apresenta exemplos destas feições e o mapa da figura 6 apresenta a disposição das amostras de feições pontuais e lineares na área de estudo.

**Figura 4** – Comportamento da amostra de discrepâncias de feições pontuais



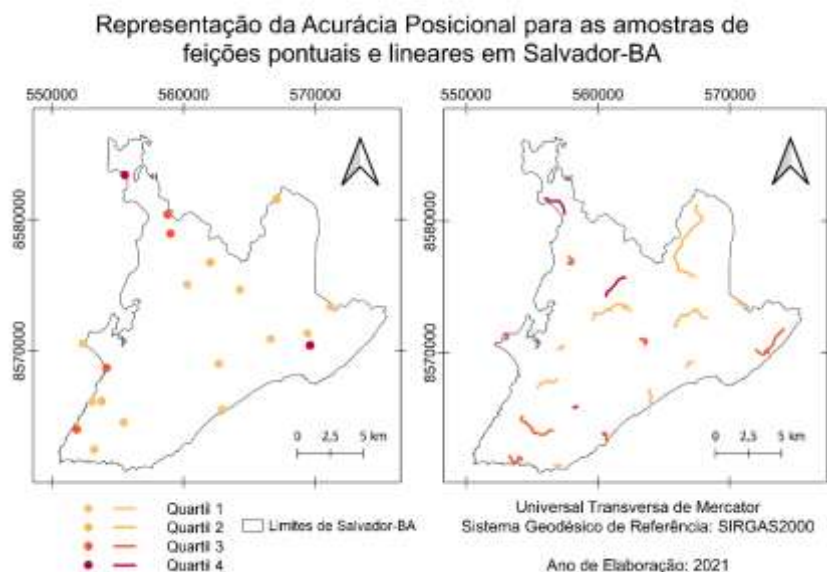
Fonte: OpenStreetMap (2020), Salvador (2019). **Elaboração:** os autores (2021).

**Figura 5** – Exemplo de layout de edição da plataforma OSM em Salvador onde o traçado de três edificações (destacadas em círculos) que não coincidem com a base de imagens do Bing



Fonte: OpenStreetMap (2020).

A partir dos aspectos exibidos na figura 5, verificou-se o ano de edição das referidas camadas analisadas e constatou-se que as edificações que correspondem a Salvador - BA foram editadas no ano de 2017. Presume-se, então, que os deslocamentos aparentes ocorrem devido à incompatibilidade geométrica das imagens que são atualizadas na plataforma OSM desencadeadas a partir da base de dados do *BING*. É importante ressaltar que, além desta hipótese, existem outras formas de entrada de dados no OSM que não estão diretamente ligadas com a edição direta na plataforma, como, por exemplo, o *JavaOSM* (*JOSM*). Conforme apresentado na figura 6, no intuito de que as discrepâncias fossem apresentadas de forma equivalente nas amostras, estas foram divididas em quatro quartis, e os tons mais escuros aumentaram à medida que os valores eram mais altos.

**Figura 6** – Representação da Acurácia Posicional para as amostras de feições pontuais e lineares

**Fonte:** OpenStreetMap (2020), Salvador (2019). **Elaboração:** os autores (2021).

## Completo

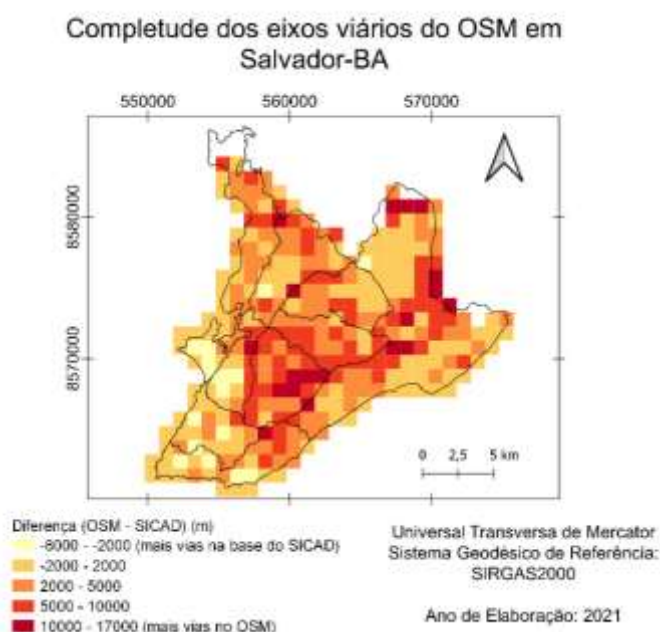
Nas análises referentes as feições lineares (eixos viários), inicialmente verificou-se a diferença no comprimento total de eixos viários, após a filtragem das feições no OSM que não estavam presentes na base do SICAD, que resultou em 1.003.516,903 m, que indica o potencial de completez na categoria avaliada, visto a variação temporal de 14 anos da base do SICAD em relação ao OSM. Constatou-se que em 82,55% das grades geradas a quantidade de feições do OSM era maior que a base do SICAD.

Os resultados destas análises foram sobrepostos aos arquivos vetoriais que caracterizam as Prefeituras-Bairro de Salvador-BA e constatou-se que o crescimento da quantidade de eixos viários do OSM não apresentou padrões semelhantes ao longo da área de estudo. Pode-se apresentar o exemplo das Prefeituras-Bairro Barra-Pituba e Centro-Brotas, onde notou-se que não foram apresentadas diferenças expressivas no comprimento dos eixos viários comparados. Por sua vez, regiões que contemplam, de forma expressiva, as Prefeituras-Bairro Cabula-Tancredo Neves e Pau da Lima e parte da Itapuã-Ipitanga apresentaram diferenças nos comprimentos dos eixos viários, visto que no OSM estas diferenças foram maiores. Os aspectos apresentados convergem com as mudanças e ampliações ocorridas nestas regiões de Salvador - BA nos últimos anos, podendo citar a construção do metrô e as ampliações das vias adjacentes.

Nas feições pontuais e poligonais foram contabilizadas as quantidades de feições em cada Prefeitura-Bairro no OSM e na base do SICAD e o percentual de completez a partir do quociente entre os valores obtidos (figura 7). A tabela 2 apresenta os resultados obtidos

na avaliação da completude das categoriais de feições pontuais e poligonais avaliadas. Apesar dos percentuais totais para cada categoria apresentarem resultados abaixo de 50%, nas feições que correspondem às edificações educacionais, por exemplo, a completude variou de 87% até 0%. Os aspectos identificados mostram a importância de se identificar as variações de completude para uma mesma área de estudo e posteriores análises quanto influências de fatores socioeconômicos nos padrões de colaboração. A figura 8 exibe a espacialização dos percentuais de completude em cada Prefeitura-Bairro.

**Figura 7** - Completude dos eixos viários em Salvador-BA



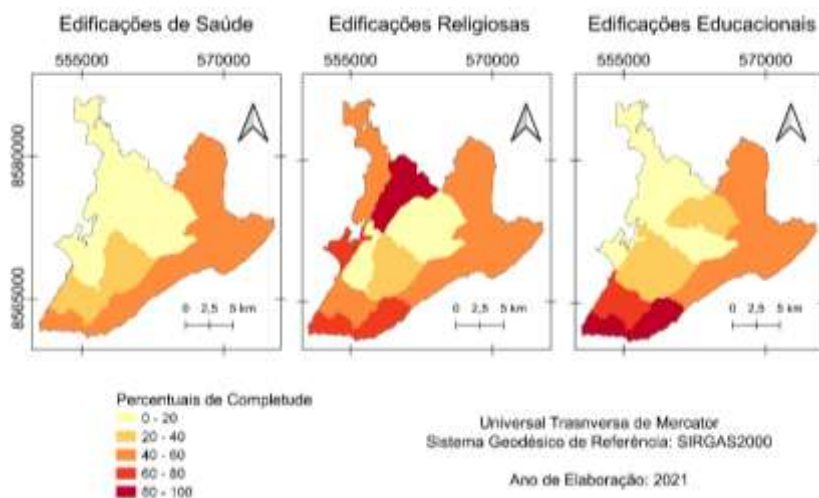
**Fonte:** OpenStreetMap (2020), Salvador (2019). **Elaboração:** os autores (2021).

**Tabela 2** – Resultados obtidos para a avaliação da completude de feições pontuais e poligonais

Prefeitura-Bairro	Edificações de Saúde	Edificações Religiosas	Edificações Educacionais
Barra-Pituba	46%	72%	87%
Cabula-Tancredo Neves	25%	22%	33%
Cajazeiras	5%	0%	23%
Centro-Brotas	31%	59%	62%
Cidade Baixa	13%	67%	14%
Itapuã-Ipitanga	41%	60%	45%
Liberdade-São Caetano	12%	6%	22%
Pau da Lima	8%	13%	14%
Subúrbio-Ilhas	14%	47%	9%
Valéria	0%	100%	0%
<b>Total</b>	<b>29%</b>	<b>46%</b>	<b>41%</b>

**Fonte:** OpenStreetMap (2020), Salvador (2019). **Elaboração:** os autores (2021).

No intuito de tornar as análises visuais equivalentes entre as categorias avaliadas (figura 8), os percentuais foram divididos em cinco classes (0 – 100%) e os valores agrupados em cada região de acordo com o resultado.

**Figura 8** – Espacialização dos resultados obtidos na completude das feições em pontuais e poligonais

Fonte: OpenStreetMap (2020), Salvador (2019). **Elaboração:** os autores (2021).

### Acurácia Temática

Conforme abordado na metodologia, a acurácia temática dos eixos viários ocorreu a partir da comparação da classificação da hierarquia destes no OSM e o nome atribuído. Neste contexto, a amostra de 315 feições foi dividida de forma equivalente, nas Prefeituras-Bairros, e computou-se o percentual de feições corretas (quociente de feições corretas no OSM em relação ao valor total avaliado). A tabela 3 exibe os resultados obtidos na acurácia temática dos eixos viários e a tabela 4 exibe os resultados obtidos para as análises de feições pontuais e poligonais no OSM (atributo nome).

**Tabela 3** – Acurácia temática (classificação e nome dos eixos viários)

Acurácia Temática (Classificação e Nome dos Eixos Viários)				
Prefeitura-Bairro	Itens Avaliados (qtde.)	Percentual de classificação correta	Percentual de Nomes corretos	Percentual de Nomes não preenchidos
Barra-Pituba	32	81%	84%	13%
Centro-Brotas	32	72%	69%	22%
Cabula-Tancredo Neves	32	81%	44%	47%
Cajazeiras	31	90%	32%	61%
Itapuã-Ipitanga	32	69%	47%	44%
Cidade Baixa	31	84%	23%	71%
Pau da Lima	31	65%	23%	77%
Liberdade-São Caetano	31	74%	16%	77%
Valéria	31	74%	16%	84%
Subúrbio	32	78%	13%	84%
<b>Total</b>	<b>315</b>	<b>77%</b>	<b>37%</b>	<b>58%</b>

Fonte: OpenStreetMap (2020), Salvador (2019). **Elaboração:** os autores (2021).

Os resultados obtidos a partir da tabela 3 evidenciaram que, em sua totalidade, o percentual de eixos viários classificados corretamente no OSM foi maior que o atributo nome, visto que os percentuais foram de 77% e 37% para a classificação da hierarquia e de



nomes corretos, respectivamente. Esta característica deve-se ao fato de que a classificação de eixos viários no OSM é de caráter obrigatório. No que diz respeito à quantidade de eixos viários com nomes incorretos, notou-se que a principal fonte de erros estava relacionada a falhas topológicas no traçado das feições no OSM, ou seja, ao comparar os dados geoespaciais notou-se que, quando o nome do eixo viário não coincidia nas vias equivalentes, este estava localizado na base do SICAD, em outra região próxima.

**Tabela 4** – Acurácia temática de feições pontuais e poligonais

Acurácia Temática de Feições pontuais e poligonais				
Prefeitura-Bairro	Itens Avaliados (qtde.)	Percentual de Nomes corretos	Percentual de Nomes não preenchidos	Percentual de Feições representadas em ponto e polígono
Barra-Pituba	24	67%	21%	42%
Centro-Brotas	24	54%	42%	17%
Cabula-Tancredo Neves	24	96%	4%	25%
Cajazeiras	20	60%	35%	5%
Itapuã-Ipitanga	24	67%	33%	38%
Cidade Baixa	24	67%	29%	21%
Pau da Lima	21	57%	38%	4%
Liberdade-São Caetano	24	83%	13%	0%
Valéria	24	46%	54%	0%
Subúrbio-Ilhas	21	57%	43%	10%
<b>Total</b>	<b>230</b>	<b>66%</b>	<b>31%</b>	<b>16%</b>

**Fonte:** OpenStreetMap (2020), Salvador (2019). **Elaboração:** os autores (2021).

A partir dos resultados obtidos na tabela 4 é possível notar que houve um percentual de 66% de feições com o nome preenchido corretamente e um total de 31% de nomes não preenchidos. Visto que as feições pontuais e poligonais foram computadas no mesmo espaço amostral, no caso de feições repetidas ou representadas no mesmo local, o atributo nome foi considerado correto se pelo menos uma das feições estivesse nomeada corretamente.

Com relação às feições representadas como ponto e polígono é possível notar que houve um percentual total de 16% de feições coincidentes. As prefeituras-bairro Barra-Pituba e Itapuã-Ipitanga foram caracterizadas por apresentarem os maiores percentuais de feições representadas nas primitivas gráficas de ponto e polígono, sendo estes de 42% e 38%, respectivamente. Por sua vez, as regiões que compreendem as Prefeituras-Bairro Liberdade-São Caetano e Valéria não apresentaram feições repetidas.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nas abordagens apresentadas é notável a importância de que sejam incorporadas metodologias para que a avaliação da qualidade de feições oriundas de VGI seja realizada

no Brasil, visto a viabilidade na detecção de mudanças no espaço geográfico e as carências na produção e atualização do mapeamento de referência.

No que diz respeito à avaliação da acurácia posicional, tanto em feições pontuais quanto em lineares, notou-se que a escala obtida pode variar de acordo com a região avaliada ou com a amostra escolhida. Este fato está diretamente relacionado com a heterogeneidade dos dados colaborativos, visto que estes podem ser coletados por diferentes usuários e épocas. Mostrou-se que o uso destas feições na área de estudo, de acordo com o PEC-PCD apresentado, possui uma variação das escalas de 1:20.000 até 1:30.000. Na completude e acurácia temática, foi possível notar que os eixos viários refletiram aspectos relacionados ao crescimento urbano e que a principal fonte de erros é caracterizada pela ausência dos nomes dos elementos nas edições.

Para trabalhos futuros, recomenda-se que análises sejam realizadas em diferentes regiões do Brasil e a construção de modelos para a automatização dos processos em *software* livres, no intuito de que as análises sejam realizadas de forma mais rápida e compartilhável.

## REFERÊNCIAS

BAHIA. Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia. **Painel de informações dados socioeconômicos da Região Metropolitana de Salvador**. Salvador: CONDER, 2015. Disponível em: [http://www.conder.ba.gov.br/sites/default/files/2018-08/Painel%20de%20Informa%C3%A7%C3%B5es%20-%20Dados%20Socioecon%C3%B4micos%20da%20Regi%C3%A3o%20Metropolitana%20e%20Salvador\\_0.PDF](http://www.conder.ba.gov.br/sites/default/files/2018-08/Painel%20de%20Informa%C3%A7%C3%B5es%20-%20Dados%20Socioecon%C3%B4micos%20da%20Regi%C3%A3o%20Metropolitana%20e%20Salvador_0.PDF). Acesso em: 10 jan. 2019.

BRASIL. Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, p. 8884, 22 jul. 1984. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/d89817.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d89817.htm). Acesso em: 23 mar. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, p. 21201, 24 set. 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm). Acesso em: 23 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. **Norma da especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais (et-adgv) versão 3.0**. Brasília, DF: MF, 2018. Disponível em: [https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/adgv/ET-ADGV\\_3.0\\_211218.pdf](https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/adgv/ET-ADGV_3.0_211218.pdf). Acesso em: 09 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. **Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG)**. Brasília, DF: MF, 2016. Disponível em: [https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/cqdg/ET\\_CQDG\\_1a\\_edicao\\_2016.pdf](https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/cqdg/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf). Acesso em: 09 jul. 2020.

BROVELLI, Maria Antonia *et al.* Urban Geo Big Data. *In*: THE INTERNATIONAL ARCHIVES OF THE PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION

SCIENCES, volume XLII-4/w14., 2019. Bucharest. **Proceedings** [...]. Bucharest: [s. n.], 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/335368225\\_URBAN\\_GEO\\_BIG\\_DATA](https://www.researchgate.net/publication/335368225_URBAN_GEO_BIG_DATA). Acesso em: 22 mar. 2021.

BROVELLI, Maria Antonia; ZAMBONI, Giorgio. A new method for the assessment of spatial accuracy and completeness of OpenStreetMap building footprints. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, [s. l.], v. 7, n. 8, p. 1-25, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi7080289>. Acesso em: 22 mar. 2021.

BROVELLI, Maria Antonia; MINGHINI, Marco; MOLINARI, Monia Elisa. An automated grass-based procedure to assess the geometrical accuracy of the OpenStreetMap Paris road network. *In*: ISPRS CONGRESS, 23.; THE INTERNATIONAL ARCHIVES OF THE PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION SCIENCES, volume XLI-B7., 2016, Prague. **Proceedings** [...]. Prague: [s. l.], 2016. p. 919-925. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLI-B7/919/2016/isprs-archives-XLI-B7-919-2016.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.

CAMBOIM, Silvana Philippi; BRAVO, João Vitor Meza; SLUTER, Claudia Robbi. An investigation into the completeness of, and updates to, the OpenStreetMap data in a heterogeneous area in Brazil. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 1366-1388, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi4031366>. Acesso em: 22 mar. 2021.

ELIAS, Elias Nasr Naim *et al.* The quality of OpenStreetMap in a large metropolis in northeast Brazil: preliminary assessment of geospatial data for road axes. **Bulletin of Geodetic Sciences**, Curitiba, v. 23, n. 3, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bcg/v26n3/1982-2170-bcg-26-03-e2020012.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2021.

ELWOOD, Sarah; GOODCHILD, Michael; SUI, Daniel. Researching volunteered geographic information: spatial data, geographic research, and new social practice. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 102, n. 3, p. 571-590, 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00045608.2011.595657>. Acesso em: 22 mar. 2021.

FERNANDES, Vivian de Oliveira; ALIXANDRINI JUNIOR, Mauro José; ELIAS, Elias Nasr Naim. Determinação de número de amostras para controle de qualidade posicional em mapas urbanos. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 25, n. 4, p. 821-820, 2015. Disponível em: [https://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=74&Itemid=284](https://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=284). Acesso em: 23 mar. 2021.

FERSTER, Colin *et al.* Using OpenStreetMap to inventory bicycle infrastructure: a comparison with open data from cities. **International Journal of Sustainable Transportation**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 64-73, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1519746>. Acesso em: 23 mar. 2021.

GALO, Mauricio; CAMARGO, Paulo. Utilização do GPS no controle de qualidade de cartas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADAÍSTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 1., 1994, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 1994, p. 41-48.

GANAPATI, Sukumar. Uses of public participation geographic information systems applications in E-Government. **Public Administration Review**, Washington, v. 71, n. 3, p. 425-434, 2011. Disponível em: doi: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2011.02226.x>. Acesso em: 22 mar. 2021.

GIRRES, Jean-François; TOUYA, Guillaume. Quality assessment of the French OpenStreetMap dataset. **Transactions in GIS**, Cambridge, v. 14, n. 4, p. 435-459, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2010.01203.x>. Acesso em: 22 mar. 2021.

- GOODCHILD, Michael. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, [s. l.], v. 69, p. 211-221, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- HAKLAY, Mordechai. How good is volunteered geographical information? a comparative study of openstreetmap and ordnance survey datasets. **Environment and planning B: Planning and design**, London, v. 37, n. 4, p. 682-703, 2010.
- IBGE. **Acesso e uso de dados geoespaciais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019a. (Manuais Técnicos em Geociências n. 14). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101675.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- IBGE. **Malha municipal 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019b. Disponível em: [https://geofpt.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2019/UFs/BA/](https://geofpt.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2019/UFs/BA/). Acesso em: 15 jun. 2020.
- IBGE. **Panorama de Salvador-BA**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/panorama>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19157:2013**. Geographic Information – Data Quality. Vernier: ISO, 2013.
- ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2859-1:1999**. Sampling procedures for inspection by attributes - part 1: sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection. Vernier: ISO, 1999.
- ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2859-2:1985**. Sampling procedures for inspection by attributes - part 2: sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection. Vernier: ISO, 1985.
- JASEM, Mervat; AL-HAMADANI, Odey. Positional accuracy assessment for updating authoritative geospatial datasets based on open source data and remotely sensed images. **Journal of Engineering**, [s. l.], v. 26, n. 2 p. 70-84, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31026/j.eng.2020.02.06>. Acesso em: 23mar. 2021.
- KENT, Alexander. Topographic Maps: methodological approaches for analyzing cartographic style. **Journal of Map & Geography Libraries**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 131–156, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15420350903001187>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- MERCHANT, Dean. Spatial accuracy standards for large scale line maps. *In*: AMERICAN CONGRESS ON SURVEYING AND MAPPING, 42., 1982, Falls Church, USA. **Proceedings** [...]. Gaithersburg, USA: ACSM, 1982. v. 1, p. 222-231. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/of/1987/0301/report.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- NEIS, Pascal; ZIPF, Alexander. Analyzing the contributor activity of a volunteered geographic information project - the case of openStreetMap. **ISPRS International Journal of Geoinformation**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 146-165, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi1020146>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- NOGUEIRA JR., João Bosco. **Controle de qualidade de produtos cartográficos**: uma proposta metodológica. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2003. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88556/nogueirajunior\\_jb\\_me\\_prud.pdf?squence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88556/nogueirajunior_jb_me_prud.pdf?squence=1). Acesso em: 23 mar. 2021.
- OLIVEIRA, Guilherme Alexandre; MOREIRA, João Marcos; SANTOS, Afonso de Paula. Avaliação da acurácia posicional e temática de base cartográfica digital construída a partir de VGI. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL, 14., 2020, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 2020. p. 1-13. Disponível em:

<http://ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2020/paper/view/797/331>. Acesso em: 23 mar. 2021.

OPENSTREETMAP. © **contribuidores do OpenStreetMap**. 2020. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SALVADOR. Prefeitura Municipal. **Mapa digital consulta pública**. 2019. Disponível em: <https://geo.salvador.ba.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b3e2385414a54b248cb00a2624d53489>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SALVADOR. Secretaria Municipal de Urbanismo e Transporte. **Sistema cartográfico e cadastral do município do Salvador**. Salvador: SICAD, 2006. Disponível em: [http://www.gestaopublica.salvador.ba.gov.br/cadastro\\_organizacional/documentos/sedham\\_sicad.pdf](http://www.gestaopublica.salvador.ba.gov.br/cadastro_organizacional/documentos/sedham_sicad.pdf). Acesso em: 23 mar. 2021.

SANTOS, Afonso de Paula. **Controle de qualidade cartográfica: metodologias para avaliação da acurácia posicional em dados espaciais**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/6463/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2021.

SLUTER, Claudia Robbi *et al.* Proposal for topographic map symbols for large-scale maps of urban areas in Brazil. **The Cartographic Journal**, [s. l.], v. 55, n. 4, p. 362-377, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00087041.2018.1549307>. Acesso em: 23 mar. 2021.

TVEITE, Havard; LANGAAS, Sindre. An accuracy assessment method for geographical line data sets based on buffering. **International Journal of Geographical Information Science**, London, v. 13, n. 1, p. 27-47, 1999. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11250/2473796>. Acesso em: 23 mar. 2021.

TAGS. *In*: WikiOpenStreetMap. 2020. Disponível em: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tags>. Acesso em: 9 jul. 2020.

ZHANG, Hongyu; MALCZEWSKI, Jacek. Accuracy Evaluation of the Canadian OpenStreetMap Road Networks. **International Journal Geospatial and Environmental Research**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 1-14, 2018. Disponível em: <https://dc.uwm.edu/ijger/vol5iss2/1>. Acesso em: 23 mar. 2021.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPEC) da Universidade Federal da Bahia (UFBA). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

**Recebido:** setembro de 2020.  
**Aceito:** março de 2021.