

AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA POSICIONAL DE DADOS COLABORATIVOS DO OPENSTREETMAP: EIXOS VIÁRIOS DE BAIRRO NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA (MG)

EVALUATION OF THE POSITIONAL ACCURACY OF OPENSTREETMAP COLLABORATIVE DATA: NEIGHBORHOOD ROAD AXES IN THE MUNICIPALITY OF UBERLÂNDIA (MG)

Moisés de Souza TEIXEIRA, Marcio Augusto Reolon SCHMIDT

Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Engenharia Civil. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica - Uberlândia - MG. E-mails: moisesteixeira@ufu.br; marcio.schmidt@ufu.br

Introdução
Avaliação da qualidade de dados geoespaciais
Acurácia posicional
Materiais e métodos
Área de estudo
Materiais utilizados
Metodologia
Resultados e discussão
Conclusão
Referências

RESUMO - A crescente atividade voluntária na criação e distribuição de dados geoespaciais tem atraído a atenção de agências oficiais de mapeamento em relação ao uso dos dados oriundos do mapeamento colaborativo na produção de base cartográfica de referência. Entretanto, a qualidade da informação geográfica voluntária é heterogênea, sendo necessário mensurar a qualidade de seus dados. Para esse fim, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos nas últimas décadas. O objetivo deste artigo é analisar a acurácia posicional da representação dos eixos viários no *OpenStreetMap*, comparando-o com o mapeamento de referência, em um dos bairros do município de Uberlândia, MG. Para a análise de precisão, foram utilizados os critérios do PEC-PCD estabelecidos pelo Decreto nº 89.817, Norma ET-ADGV e Norma ET-CQDG, aplicados em um conjunto de 353 pares de pontos homólogos nos logradouros e eixos de vias do bairro Morumbi. Os resultados mostram que a acurácia posicional dos dados colaborativos para a área de estudo obteve a classe B do PEC-PCD para a escala de 1:10.000, considerada com precisão compatível com o mapeamento para a região, porém abaixo das escalas usuais cadastrais.

Palavras-chave: Informação Geográfica Voluntária. *OpenStreetMap*. Qualidade de dados. Acurácia posicional. Eixos viários.

ABSTRACT - The growing voluntary activity in the creation and distribution of geospatial data has attracted the attention of official mapping agencies in relation to the use of data from collaborative mapping in the production of a reference cartographic base. However, the quality of voluntary geographic information is heterogeneous, and it is necessary to measure the quality of its data. To this end, several studies have been developed in recent decades. The objective of this article is to analyze the positional accuracy of the representation of road axes in *OpenStreetMap*, comparing it with the reference mapping, in one of the districts of the municipality of Uberlândia, MG. For the accuracy analysis, the PEC-PCD criteria established by Decree nº 89,817, ET-ADGV Standard and ET-CQDG Standard were used, applied to a set of 353 pairs of homologous points in streets and road axes in the Morumbi neighborhood. The results show that the positional accuracy of the collaborative data for the study area obtained class B of the PEC-PCD for the scale of 1:10,000, considered with precision compatible with the mapping for the region, but below the usual cadastral scales.

Keywords: Volunteered Geographic Information. *OpenStreetMap*. Data quality. Positional accuracy. Road Axes.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve evolução das técnicas de captação e registro de dados da superfície terrestre. Ao mesmo tempo, diversos países começaram a produzir e padronizar sistemas *web* para armazenar a infraestrutura de dados espaciais, permitindo o acesso eficaz às suas informações (Ureña-Cámara et al., 2019). A chegada da *Web 2.0* contribuiu para a inclusão digital e a democratização do acesso à internet. Neste contexto, qualquer pessoa se tornou capaz de produzir e distribuir, de forma voluntária, dados geoespaciais. Esse fenômeno é conhecido como mapeamento colaborativo, informação

geográfica voluntária (*Volunteered Geographic Information*) ou VGI (Goodchild, 2007).

Com o aumento da prática voluntária de produção e distribuição de dados, um grande volume de conteúdo geográfico passou a ser disponibilizado na internet, com alta frequência de atualizações. Dessa forma, agências oficiais de mapeamento manifestaram interesse em integrar ao seu banco de dados as informações geográficas oriundas do mapeamento colaborativo (Machado & Camboim, 2019). Para as autoras, é de extrema importância desenvolver métodos que permitam avaliar o potencial de

compatibilização entre o mapeamento de referência e o colaborativo, uma vez que a qualidade dos dados colaborativos é heterogênea (Machado & Camboim, 2019).

Dados homogêneos são aqueles em que é possível estabelecer o comportamento de toda a população estatística a partir de uma quantidade mínima de amostras (Brasil, 2016). Em análise de qualidade no âmbito geoespacial, a heterogeneidade de dados VGI na plataforma OSM ocorre pois não há um padrão nas atividades de mapeamento: características como o número de colaboradores, quantidade de edições, número de versões e frequência de atualizações de cada dado colaborativo variam a depender da localização (Minghini & Frassinelli, 2019), assim como as diferentes habilidades e motivações dos colaboradores (Muttapien et al., 2018).

São exemplos de plataformas de mapeamento colaborativo o *Google Map Maker*, o *Ushahidi*, o *Wikimapia* e o *OpenStreetMap*, dentre outros sistemas de *software* livres (Bravo & Sluter, 2018). Destes, o *OpenStreetMap* é o sistema de informação geográfica voluntária mais conhecido, sendo o termo mais mencionado em publicações científicas internacionais sobre VGI (Yan et al., 2020).

Fundado em 2004 pelo britânico Steve Coast, o *OpenStreetMap* (OSM) é uma das maiores plataformas online de mapeamento colaborativo no mundo. Atualmente, a plataforma conta com mais de 10,3 milhões de usuários registrados e cerca de 1,4 milhões de colaboradores ativos, realizando em média mais de 3,7 milhões de edições por dia (OSMstats, 2023). Essa grande disponibilidade de informações geográficas, constantemente atualizadas, torna o *OpenStreetMap* objeto de diversos estudos, muitos dos quais voltados à

análise comparativa entre a qualidade de seus dados e os dados do mapeamento oficial, isto é, utilizando métodos de avaliação extrínseca (Barron et al., 2013, Dorn et al., 2015). Entretanto, o fato é que diversas regiões da superfície terrestre não dispõem de dados oficiais atualizados e de qualidade para a aplicação de métricas extrínsecas. Nestes casos, são desenvolvidos e aplicados métodos de avaliação intrínseca, nos quais a análise é efetuada com base nos próprios dados, o que cria novas alternativas para a avaliação da qualidade de dados colaborativos (Minghini & Frassinelli, 2019; Paiva & Camboim, 2022).

Em países com déficit em seus mapeamentos, as contribuições voluntárias tem o potencial de atualização e complementação de dados relevante.

Segundo Silva & Camboim (2020), o mapeamento brasileiro cobria apenas 5,5% do território na escala 1:25.000. Dessa forma, enxerga-se o potencial de uso e complementação ao mapeamento oficial, em especial em municípios de pequeno e médio porte, desde que considerado alguns parâmetros de qualidade. Para tanto, foram selecionados os eixos viários, visto que essa classe de feição conta com grande número de contribuições e também com alta frequência de atualizações.

Considerando o contexto das prefeituras das cidades de pequeno e médio porte do Brasil, e da desatualização cartográfica dessas regiões frente a possibilidade de uso de dados colaborativos nas suas bases municipais, o objetivo deste trabalho é avaliar a acurácia posicional da representação dos dados colaborativos, utilizando como exemplo, os eixos viários do bairro Morumbi (Uberlândia) na plataforma do *OpenStreetMap*, comparando-o com o mapeamento de referência.

AValiação da Qualidade de Dados Geoespaciais

Durante o processo de produção cartográfica é importante garantir a qualidade dos dados espaciais. Portanto, para acompanhar a evolução das técnicas de geoprocessamento e o crescente aumento da produção informações geográficas, passa a ser fundamental a adoção de padrões (Santos, 2013). Para a avaliação da qualidade dos elementos que compõem um produto cartográfico, são utilizados indicadores determinados por normas da ISO (*International Organization for Standardization*) (Elias & Fernandes, 2021).

A ISO 19.157 (2013) define os princípios necessários para a avaliação da qualidade de dados geográficos. De acordo com essa norma, a

qualidade das informações geográficas é estimada a partir de dois parâmetros: qualidade posicional e qualidade semântica (Bravo & Sluter, 2015). A qualidade posicional está associada à avaliação da acurácia posicional das feições que compõem o produto cartográfico. Já a qualidade semântica está ligada à prática e eficiência do usuário, existindo cinco indicadores para sua análise: consistência lógica, usabilidade, completude, acurácia temática e qualidade temporal (Bravo & Sluter, 2018).

No caso do mapeamento colaborativo, vários trabalhos científicos foram publicados no Brasil e no mundo buscando avaliar a qualidade de

dados VGI produzidos e distribuídos na plataforma OSM. Pesquisas como Jasim & Al-Hamadani (2020) e Cruz & Santos (2016) buscam avaliar a qualidade posicional dos dados. Já outros artigos focam somente na análise da qualidade semântica de seus produtos (Machado & Camboim, 2019; Muttaqien et al., 2018; Silva & Camboim, 2021). Há também diversos trabalhos em que tanto a qualidade posicional quanto a semântica são explorados. Em Brovelli & Zamboni (2018) são avaliados a acurácia posicional e a completude dos dados colaborativos. Elias & Fernandes (2021) e Haklay (2010) vão além, onde o primeiro busca também avaliar a acurácia temática e o segundo a consistência das feições em estudo.

Acurácia posicional

No Brasil, a acurácia posicional de produtos cartográficos é regulamentada pelo Decreto-lei nº 89.817 (Brasil, 1984), sendo complementada por especificações técnicas produzidas pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro. Destas se destacam a ET-ADGV

(Brasil, 2018) e a ET-CQDQ (Brasil, 2016).

O Decreto-lei nº 89.817 estabelece procedimentos e padrões a serem obedecidos na elaboração e apresentação de normas da cartografia brasileira. Para a avaliação da acurácia posicional, classifica o produto cartográfico em três classes, A, B e C, com base nas tolerâncias PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) e EP (Erro- Padrão) para uma escala estipulada (Menezes et al., 2019).

Em seu texto, a ET-ADGV (Brasil, 2018), Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais, estabeleceu um novo indicador estatístico, estruturado de forma mais rigorosa, o PEC-PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais), gerando uma nova classe, D, para a avaliação da acurácia posicional do produto (Elias & Fernandes, 2021).

A tabela 1 apresenta valores das tolerâncias PEC e EP na planimetria, para cada classe dos indicadores estatísticos PEC e PEC-PCD, nas escalas 1:1000, 1:2000, 1:5000 e 1:10000.

Tabela 1 - Padrão de exatidão cartográfica da planimetria dos produtos cartográficos digitais em grandes escalas.

Classes PEC	Classes PEC-PCD	Escala 1:1000		Escala 1:2000		Escala 1:5000		Escala 1:10000	
		PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
-	A	0,28	0,17	0,56	0,34	1,40	0,85	2,80	1,70
A	B	0,50	0,30	1,00	0,60	2,50	1,50	5,00	3,00
B	C	0,80	0,50	1,60	1,00	4,00	2,50	8,00	5,00
C	D	1,00	0,60	2,00	1,20	5,00	3,00	10,00	6,00

Fonte: ET-CQDQ (Brasil, 2016)

A ET-CQDQ (Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais) apresenta uma metodologia mais detalhada para a avaliação da qualidade de dados geoespaciais, pela comparação de conjuntos de dados estimados por uma estrutura comum (Menezes et al., 2019).

A determinação da avaliação é dada pela comparação da componente horizontal dos erros para cada par de ponto "i" homólogo da amostra, isto é, a distância euclidiana (e_{Hi}) (equação 1) entre os elementos de cada par de feições pontuais:

$$e_{Hi} = \sqrt{e_{xi}^2 + e_{yi}^2} \quad (1)$$

Sendo e_x e e_y as diferenças entre as coordenadas X e Y dos pontos amostrais do dado colaborativo e das suas coordenadas homólogas na base oficial.

O próximo passo consiste em calcular o Erro

Médio Quadrático (EMQ) (equação 2) dos erros da amostra:

$$EMQ_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_{Hi}^2)}{n}} \quad (2)$$

Com base no Decreto-lei 89.817 (Brasil, 1984) e na ET-ADGV (Brasil, 2018), para a determinação da acurácia posicional (escala e classe) de feições tipo ponto, duas condições devem ser atendidas:

- i. Ao menos 90% dos pontos coletados, quando comparados com seus pontos homólogos de maior precisão, devem apresentar erros menores ou iguais ao valor do indicador PEC-PCD;
- ii. O Erro Médio Quadrático (EMQ) dos erros da amostra deve ser menor ou igual à tolerância EP.

Então, o valor de e_{Hi} deve ser comparado com o erro máximo admissível (tolerância PEC) da tabela 1 para cada escala e classe testadas. O produto se enquadra quando houver pelo menos

90% de pontos com erro inferior à tolerância PEC. Caso nenhum valor seja correspondente, o resultado será considerado "não conforme", e encerra-se a medida.

No último passo o valor de EMQ_H deve ser comparado com o Erro-Padrão (tolerância EP) da

tabela 1 para a classe e escala identificadas no passo anterior. Se o valor for menor, o resultado são a classe e a escala em questão.

Caso seja maior, caminha-se na tabela até a condição ser atendida. Persistindo a discordância, o resultado será considerado "não conforme".

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Uberlândia está localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais e Região Sudeste do Brasil. É a segunda cidade mais populosa do Estado, com uma população estimada de 706.597 habitantes (IBGE, 2021). Possui destaque no turismo de negócios e mantém grande tradição cultural. É considerado um pólo logístico e um grande centro de distribuição atacadista devido à sua localização

geográfica privilegiada.

Atualmente, o Município possui 74 bairros aprovados. Situado no Setor Leste da cidade, o bairro Morumbi (Figura 1) é um dos mais populosos de Uberlândia.

Possui uma área de 3,83 Km² e uma população de 18.004 habitantes (IBGE, 2010). É atendido por diversas linhas do transporte público e conta com unidades básicas de saúde, diversas escolas da rede pública de ensino, além de um Centro Profissionalizante.

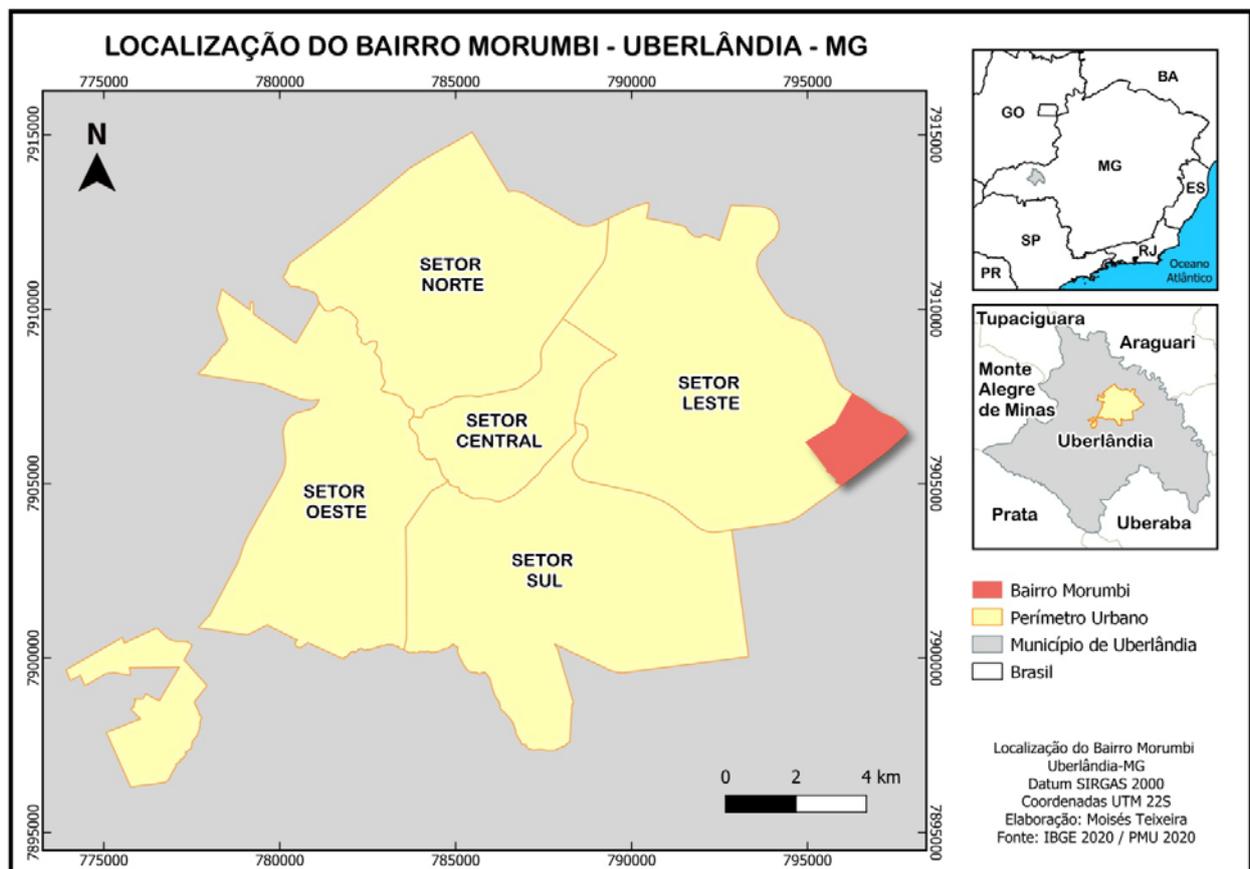


Figura 1 - Mapa de localização do bairro Morumbi.

Materiais utilizados

Para a produção, tratamento e análise de dados geospaciais, foi utilizado o *software* QGIS (versão 3.24.1), programa computacional de SIG de código aberto que dispõe de diversas ferramentas de geoprocessamento para a manipulação de dados georreferenciados, análise espacial e a criação de mapas para impressão.

A área de estudo é definida pelos limites do bairro Morumbi. Para o desenvolvimento deste artigo, os dados matriciais e vetoriais utilizados foram:

- Bing Satellite, basemap do sistema Bing composto por imagens de satélite (Figura 2a);
- Eixos viários do ano de 2020, extraídos da base de dados do *OpenStreetMap* (Figura 2b);

iii. Eixos viários do ano de 2020, extraídos da base de dados da Prefeitura Municipal de Uberlândia (Figura 2c);

iv. Mapa base do arruamento (malha viária) do ano de 2020, extraído da base de dados da Prefeitura de Uberlândia (Figura 2d).

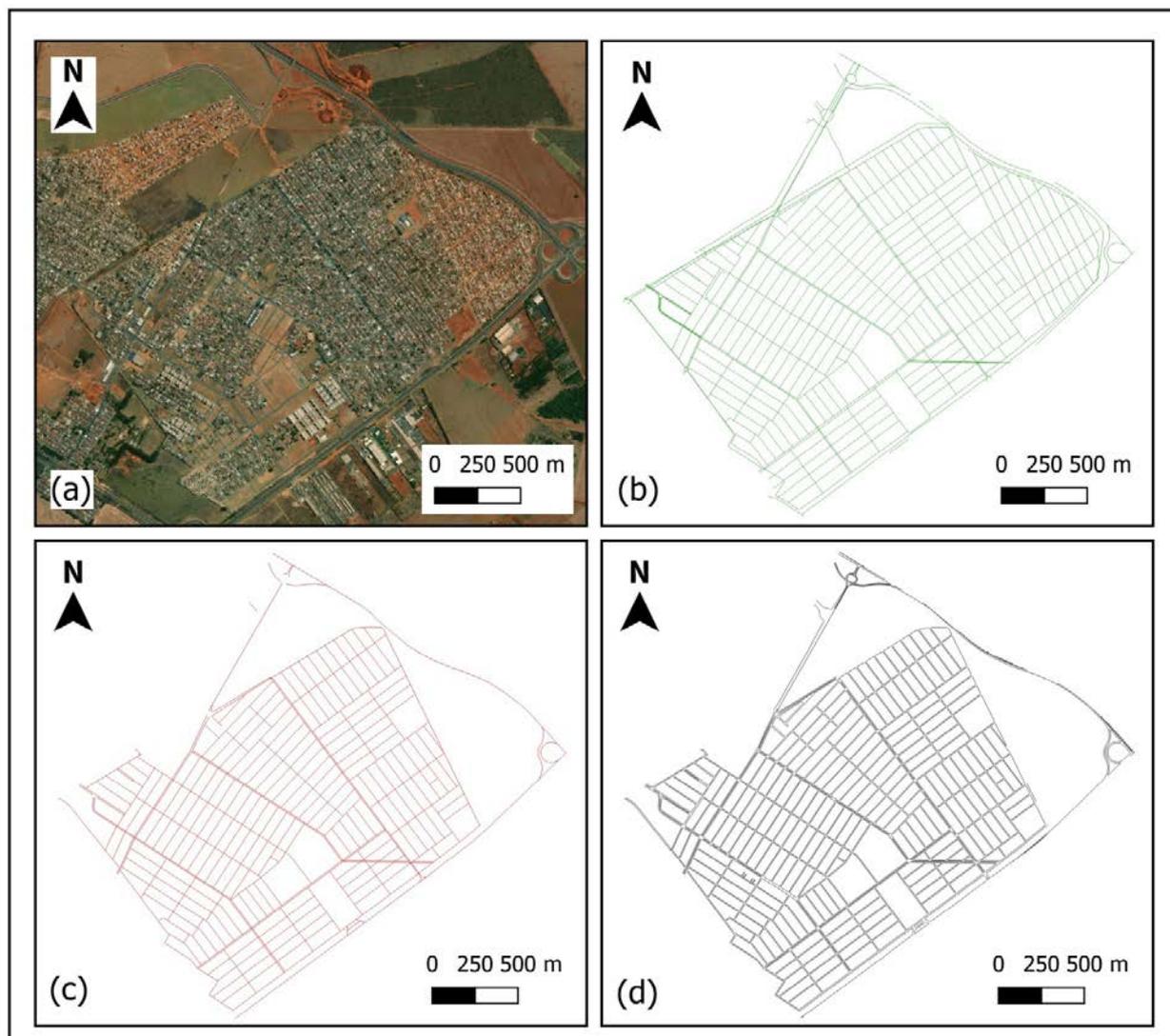


Figura 2 - Dados matriciais e vetoriais utilizados para o desenvolvimento do artigo.

Metodologia

Todos os dados vetoriais foram reprojutados para o mesmo sistema de referência de coordenadas, a saber, DATUM Sirgas 2000, coordenadas UTM Zona 22 Sul, para compatibilidade do sistema de projeção. Em seguida, foram identificados todos os vértices e nós (feições tipo ponto oriundas dos eixos viários) que formassem pares de pontos homólogos. As feições pontuais oficiais foram extraídas no QGIS a partir dos trechos dos eixos viários derivados da base de dados da Prefeitura, e foram definidos como os pontos de referência (controle). Já, os pontos a serem testados, referentes aos eixos viários do

mapa colaborativo, foram extraídos da base de dados do *OpenStreetMap*.

Para avaliação, os pares de pontos homólogos foram tabelados em termos das suas coordenadas projetadas e foram calculadas as distâncias euclidianas entre cada par de pontos (erros da amostra). Em seguida foi determinado o Erro Médio Quadrático (EMQ). Por fim, utilizando os valores das tolerâncias e indicadores estatísticos apresentados na tabela 1 como parâmetro, foi possível determinar a acurácia posicional (escala e classe) das feições tipo ponto que compõem os eixos viários do mapa colaborativo em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o processo de mapeamento das feições tipo ponto do bairro Morumbi, foram conside-

rados todos os pontos que definem as linhas de representação dos eixos viários, isto é, os

vértices nos quais as feições lineares mudam de direção e os nós resultantes do encontro entre duas ou mais feições lineares de uma mesma camada. Todo o processo de mapeamento dos nós e vértices foi realizado de forma manual,

utilizando as ferramentas de aderência do *software* QGIS.

Foram identificados outros aspectos nas duas bases. A figura 3 apresenta toda a rede de vértices e nós identificados, categorizada por classes.

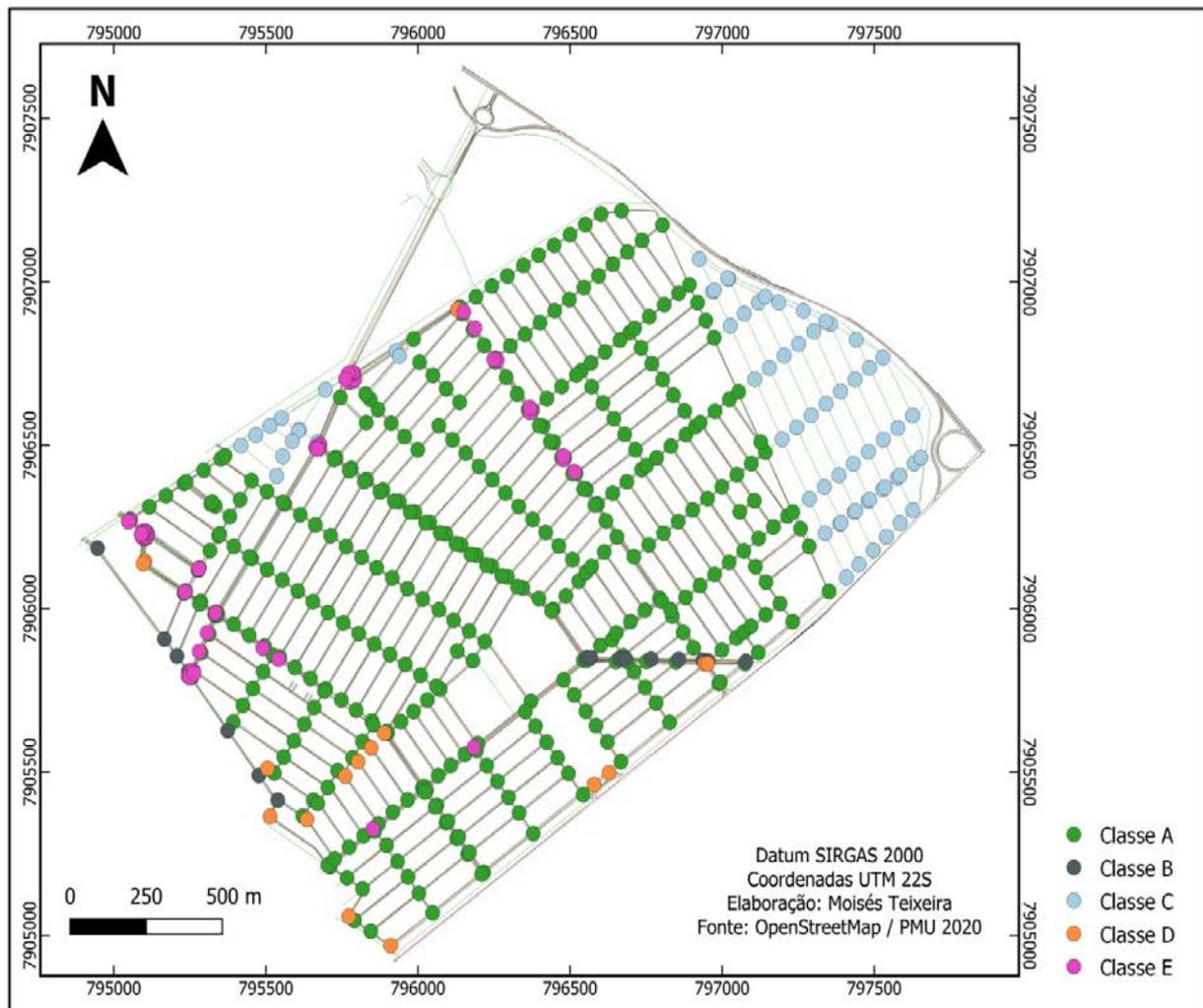


Figura 3 - Rede de vértices e nós categorizada por classes.

Os pontos identificados em verde na figura (classe A) indicam os locais nos quais foi possível definir pares de pontos homólogos. Os pontos em cinza escuro (classe B) apresentam os locais nos quais ocorre comissão de dados oriundos do *OpenStreetMap*, isto é, há duplicação de dados em uma mesma camada na reprodução das feições que representam o mesmo eixo viário. Os pontos representados em azul claro (classe C) identificam omissão de dados oriundos do mapa de referência, ou seja, a base de referência não contém dados.

Os pontos representados em laranja (classe D) apontam os locais nos quais há, em cada mapa, a representação de geometrias distintas, o que impossibilita a caracterização de pares de pontos homólogos.

Por fim, a representação em magenta (classe

E) apresenta os casos nos quais os mapas utilizam metodologias distintas para a representação de suas feições lineares, fato que também impede a definição de pares de nós equivalentes.

A figura 4 apresenta exemplos que ilustram cada uma das 5 classes apontadas neste trabalho. A tabela 2 apresenta o resumo da quantidade de casos identificados para cada uma das classes apontadas.

Para os 353 vértices dos trechos de logradouros em que foi possível identificar pares de pontos homólogos (Figura 4a), foram aplicados os passos para o cálculo da acurácia posicional: utilizando as ferramentas de geoprocessamento do *software* QGIS, foi calculada a distância euclidiana entre os pontos de cada par de pontos homólogos (com resultados variando de 0,004 m a 26,693 m) e, posteriormente, calculou-se o Erro

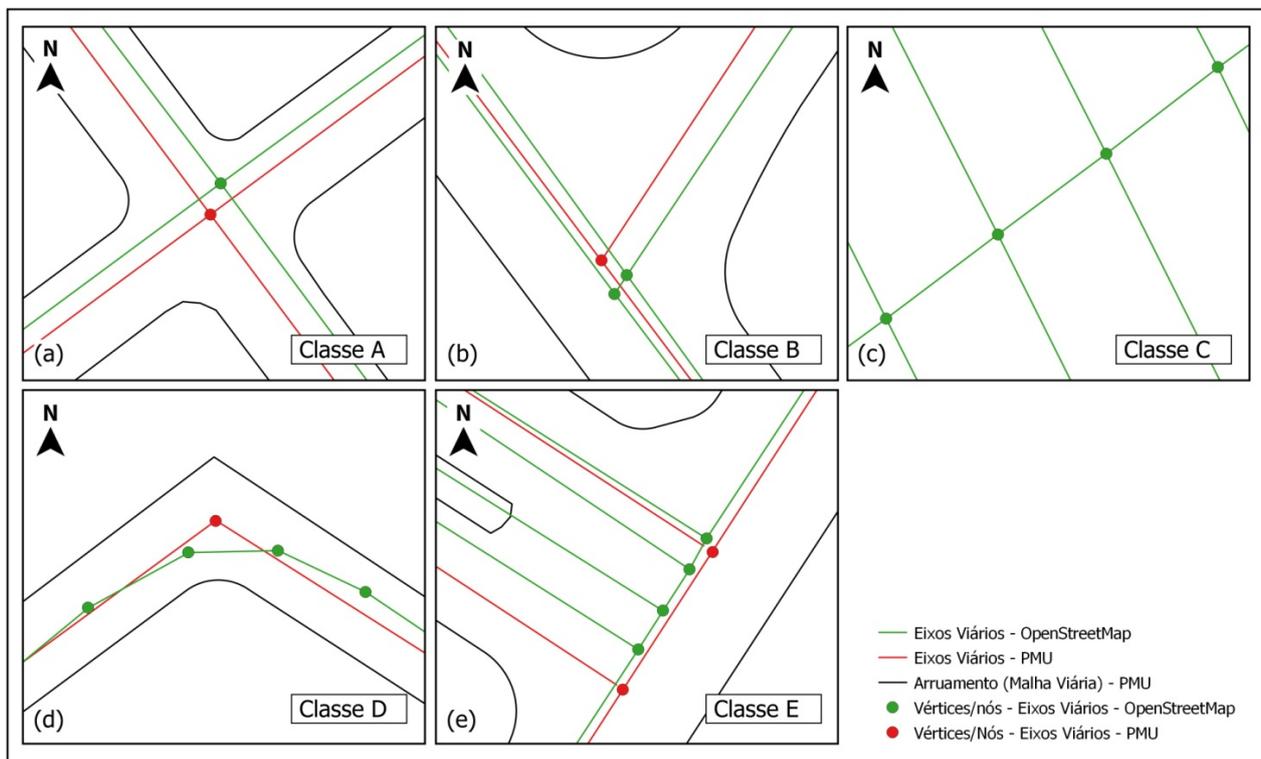


Figura 4 - Exemplos das classes identificadas no presente estudo.

Tabela 2 - Quantidade de casos por classe.

Classes	Quantidade de Casos	Quantidade de Casos (%)
A: Pontos homólogos	353	69,76
B: Comissão dados colaborativos	17	3,36
C: Omissão dados oficiais	67	13,24
D: Divergência de geometrias	16	3,16
E: Erro de identificação	53	10,47
Total	506	100,00

Médio Quadrático (EMQ) dos erros da amostra (equação 2), cujo resultado foi de 2,553 m. Apesar de a distância euclidiana máxima calculada ser de 26,693 m, este é um valor atípico dos demais da série, uma vez que a segunda maior distância calculada foi de 5,913 m.

Para a escala de 1:10.000, foi possível constatar que a acurácia posicional da representação dos eixos viários no *OpenStreetMap* atingiu a classe B do indicador estatístico PEC-PCD, uma vez que:

- i. Apenas 5 pares de pontos homólogos apresentam distâncias euclidianas maiores que 5 metros. Isto é, 98,6% (348/353) das amostras possuem erros menores ou iguais ao valor da tolerância PEC, atendendo a primeira condição;
- ii. O Erro Médio Quadrático dos erros da amostra (2,553 metros) é menor do que a tolerância EP (3 metros), atendendo a segunda condição.

Esses valores são compatíveis com pesquisas

no contexto brasileiro como Cruz & Santos (2016), Oliveira & Brito (2019) e Silva et al. (2018) que recomendam trabalhar com escala de pelo menos 1:10.000. Para Idoeta (2005 segundo Silva et al., 2018), é regular o uso da escala 1:10.000 para o desenvolvimento de plantas cadastrais de área urbana, apoiando planos diretores municipais e compatível com os resultados de Navratil & Frank (2013), cuja escala mínima para o mapeamento de rede rodoviária no *OpenStreetMap* geralmente é de 1:10.000. Logo, a qualidade posicional da informação geográfica voluntária é considerada satisfatória para essa escala na área de estudo. Portanto, neste caso, o produto cartográfico produzido na plataforma colaborativa poderia ser utilizado por agências oficiais no mapeamento de referência.

Não foram identificados na área de estudo casos de comissão de dados oriundos do mapa de referência ou casos de omissão de dados referentes ao mapeamento colaborativo.

A comissão de dados no registro de eixos viários do *OpenStreetMap* representa 3,36% dos casos na área de estudo. Via de regra, são episódios em que houve a duplicação de dados em uma mesma camada para o registro de um mesmo eixo viário (Figura 4b). Esse fenômeno também pode ser consequência da falta de experiência de parte dos usuários de plataformas de VGI.

Ao se comparar as figuras 2b e 2c, nota-se um caso de completude (elemento indicador de qualidade semântica), uma vez que é possível constatar uma distinção no volume de feições representadas em cada caso, sendo maior no mapa de eixos viários do *OpenStreetMap*. Representando 13,24% dos casos, essa omissão de dados do mapeamento oficial refere-se, em sua maioria, a assentamentos urbanos (Figura 4c). Por se tratar de loteamentos em processo de regularização fundiária, essas regiões ainda não compõem o mapa base da malha viária do município. Porém, por ser possível identificar os arruamentos nas imagens de satélite que alimentam a plataforma do OSM, suas vias são mapeadas pelos usuários.

Em 3,16% dos casos foram identificadas divergências entre as geometrias das representações dos eixos viários. De forma geral, são as situações nas quais ocorre mudança de direção da via, sendo necessário a formação de vértices para o registro da feição linear. Nesses casos, por não seguir um padrão, não é possível a identificação de pares de pontos equivalentes (Figura 4d).

Em 10,47% dos eventos foram percebidas diferenciações nos conceitos, regras e critérios

para a representação das feições lineares, não sendo possível definir pares de pontos homólogos. Isto é, o problema não é o mapeamento em si, mas o entendimento/interpretação do que deve ser considerado um eixo viário. São, portanto, eventos a serem tratados no aspecto da precisão temática (parâmetro de análise de qualidade semântica). Esse é um dos motivos que demonstram a importância de ser realizada a compatibilização semântica dos dados e de suas descrições, de forma a viabilizar uma possível integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência urbano. A figura 4e apresenta um exemplo dessa problemática: no mapeamento de referência, as ciclofaixas não integram a malha viária do Município. Já na plataforma do OSM, o trecho de ciclofaixa existente localizado junto ao canteiro central, ao lado esquerdo da via, compõe o conjunto de eixos viários representados em sua plataforma.

Se trata, portanto, de uma divergência de modelo. Especificações técnicas como a ET-EDGV (Brasil, 2017), que definem as diretrizes para a produção de dados de referência, apresentam classes de objetos agrupadas por categoria de informação.

Nestas, somente a ciclovia compõe a estrutura de mobilidade urbana no mapeamento sistemático em grandes escalas. Já o OSM classifica diversos tipos de vias destinadas ao trânsito de bicicletas (ciclovias e ciclofaixas), e em sua biblioteca são definidas etiquetas (tags) para cada uma delas, além de instruções de como representá-las (já que características como localização e direção geram configurações distintas).

CONCLUSÃO

O desafio em habilitar o uso de produtos cartográficos voluntários em mapas oficiais é grande, devido à heterogeneidade inerente ao processo de produção e distribuição de dados geospaciais em plataformas de mapeamento colaborativo.

As plataformas de mapeamento colaborativo estão cada vez mais simples e intuitivas. Entretanto, pelo fato de permitir que qualquer pessoa contribua com a produção de informação, podem ocorrer registros equivocados de dados. Exemplo disso ocorre neste trabalho, onde foi possível identificar casos de mapeamento de vias particulares (arruamentos internos a condomínios) integrando a malha viária municipal.

No presente estudo, os resultados referentes à

análise da acurácia posicional, através da técnica de pares homólogos pela menor distância euclidiana, foram considerados satisfatórios. Entretanto, em cerca de 30% dos casos não foi possível registrar pares de pontos homólogos para a análise de qualidade. Nestes, ocorrem problemas relacionados à semântica das informações.

Desta forma, se mostra essencial trabalhar a qualidade semântica dos dados colaborativos para elevar as condições que viabilizem a compatibilização de dados entre as duas formas de mapeamento.

Além do método tradicional por pontos, existem outros métodos que analisam a acurácia posicional de feições lineares. Neste sentido, a aplicação de técnicas que utilizam ferramentas de

amortecimento, como o *buffer* duplo, poderia englobar uma maior densidade de dados para a análise, tornando o resultado mais representativo. Logo, a depender do método utilizado e dos critérios de avaliação, é possível chegar a diferentes conclusões. Isto é, cada estudo é

singular.

Também vale salientar que os resultados apresentados precisam ser melhor explorados considerando outros parâmetros extrínsecos e também parâmetros intrínsecos como quantidade e temporalidade das contribuições.

REFERÊNCIAS

- BARRON, C.; NEIS, P.; ZIPF, A. Towards intrinsic quality analysis of OpenStreetMap datasets. **Online proceedings of the international workshop on action and interaction in volunteered geographic information (ACTIVITY)**. Agile. 2013.
- BRASIL. **Decreto nº 89.817 de 20 de Junho de 1984**. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, [1984]. Disp. em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm. Acessado em: 02nov2022.
- 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. Disp. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/adgv/ET-ADGV_3.0_211218.pdf. Acessado em: 27out2023.
- 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. Disp. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/cqdg/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acessado em: 27out2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. **Norma da especificação técnica para estruturação de dados geoespaciais vetoriais (ET-EDGV) versão 3.0**. Brasília, DF: MF, 2017. Disp. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/edgv/ET-EDGV-3_0_210518.pdf. Acessado em: 27out2023.
- BRAVO, J.V.M. & SLUTER, C. R. O Mapeamento colaborativo: seu surgimento, suas características e o funcionamento das plataformas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 5, p. 1902-1916, 2018.
- BRAVO, J.V.M. & SLUTER, C.R. O problema da qualidade de dados espaciais na era das informações geográficas voluntárias. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 21, p. 56-73, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702015000100005>.
- BROVELLI, M.A. & ZAMBONI, G. A new method for the assessment of spatial accuracy and completeness of OpenStreetMap building footprints. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 8, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijgi7080289>.
- CRUZ, D.T. & SANTOS, A.P. Controle de qualidade posicional do sistema rodoviário do Openstreetmap na região central de Viçosa-MG. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2016. Recife. **Atas...Recife**, 2016
- DORN, H.; TÖRNROS, T.; ZIPF, A. Quality evaluation of VGI using authoritative data - A comparison with land use data in Southern Germany. **Isprs International journal of geo-Information**, v. 4, n. 3, p. 1657-1671, 2015. <https://doi.org/10.3390/ijgi4031657>.
- ELIAS, E.N.N. & FERNANDES, V.O. Qualidade dos dados geoespaciais do openstreetmap para os indicadores de acurácia posicional, acurácia temática e completude. **Geografia (Londrina)**, v. 30, n. 2, p. 255-275, 2021. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2021v30n2p255>.
- GOODCHILD, M.F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, v. 69, n. 4, p. 211-221, 2007. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>.
- HAKLAY, M. How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets. **Environment and planning B: Planning and design**, v. 37, n. 4, p. 682-703, 2010. <https://doi.org/10.1068/b35097>.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19157: Geographic information - data quality**. Geneva, Switzerland, v. 16, 2013.
- JASIM, M.S. & AL-HAMADANI, O. Positional accuracy assessment for updating authoritative geospatial datasets based on open source data and remotely sensed images. **Journal of Engineering**, v. 26, n. 2, p. 70-84, 2020. <https://doi.org/10.31026/j.eng.2020.02.06>.
- MACHADO, A.A. & CAMBOIM, S.P. Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano: desafios e potencialidades. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180142>.
- MENEZES, R.R.V.; LISBOA, M.H.M.; SANTOS, A.P.; DIAS, J.S. Avaliação da acurácia planimétrica das imagens do Google Earth para produção de base cartográfica. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 2, p. 367-391, 2019. <https://doi.org/10.14393/rbcv71n2-46327>.
- MINGHINI, M. & FRASSINELLI, F. OpenStreetMap history for intrinsic quality assessment: Is OSM up-to-date ?. **Open Geospatial Data, Software and Standards**, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2019. <https://doi.org/10.1186/s40965-019-0067-x>.
- MUTTAQIEN, B.I.; OSTERMANN, F.O.; LEMMENS, R.L.G. Modeling aggregated expertise of user contributions to assess the credibility of OpenStreetMap features. **Transactions in GIS**, v. 22, n. 3, p. 823-841, 2018. <https://doi.org/10.1111/tgis.12454>.
- NAVRATIL, G. & FRANK, A.U. VGI for land administration - a quality perspective. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XL-2/W1, p. 159-163, 2013. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-2-W1-159-2013>.
- OLIVEIRA, D.V. & BRITO, J.L.S. Avaliação da acurácia posicional de dados gerados por aeronave remotamente pilotada. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 4, p. 934-959, 2019. <https://doi.org/10.14393/rbcv71n4-50086>.
- OSMSTATS. **Statistics of the free wiki world map**. <https://osmstats.neis-one.org>. Acessado em: 13mai2023.
- PAIVA, C.A. & CAMBOIM, S.P. Inference of positional accuracy of collaborative data from intrinsic parameters. **Transactions in GIS**, v. 26, n. 4, p. 1898-1913, 2022. <https://doi.org/10.1111/tgis.12913>.
- SANTOS, A.S. **Geoestatística aplicada na avaliação da qualidade de dados geoespaciais**. Viçosa, 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- SILVA, L.S.L. & CAMBOIM, S.P. Authoritative cartography in Brazil and collaborative mapping platforms: challenges and proposals for data integration. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 27, 2021. <https://doi.org/10.1590/s1982-21702021000100003>.
- SILVA, L.S.L. & CAMBOIM, S.P. Brazilian NSDI ten years later: Current overview, new challenges and propositions for national topographic mapping. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 26, n. 4, p. 1-14, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1982-21702020000400018>.
- SILVA, P.L; SPERANDIO, V.G.; RODRIGUES, L.F.; DIAS, V.E.C.; LOTI, L.B.S.; LISBOA, M.H.M.; OLIVEIRA, G.D.;

- MIRANDA, G.H.B.; MARTINS, G.S.; MONTEIRO, C.R.; MENDES, V.F.; LISBOA-FILHO, J. Bases cartográficas para municípios de pequeno porte geradas por informação geográfica voluntária. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 5, p. 1664-1685, 2018. <https://doi.org/10.14393/rbcv70n5-44572>.
- URENÁ-CÁMARA, M.A.; NOGUERAS-ISO, J.; LACASTA, J.; ARIZA-LÓPEZ, F.J. A method for checking the quality of geographic metadata based on ISO 19157. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 33, n. 1, p. 1-27, 2019. <https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1515437>.
- YAN, Y.; FENG, C.C.; HUANG, W.; FAN, H.; WANG, Y.C.; ZIPF, A. Volunteered geographic information research in the first decade: a narrative review of selected journal articles in GIScience. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 34, n. 9, p. 1765-1791, 2020. <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1730848>.

Submetido em 27 de abril de 2023
Aceito para publicação em 2 de junho de 2023