

Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano: desafios e potencialidades

Collaborative mapping as a data source for urban planning: challenges and potentialities

Adriana Alexandria Machado^[a] , Silvana Philippi Camboim ^[a] 

^[a] Universidade Federal do Paraná (UFPR), Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba, PR, Brasil

Como citar: Machado, A. A., & Camboim, S. P. (2019). Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano: desafios e potencialidades. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20180142. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180142>

Resumo

O mapeamento de referência urbano, necessário ao planejamento urbano e ao Cadastro Técnico Multifinalitário nos municípios, é oneroso. Sua produção tem competência compartilhada entre União, Estados e municípios, e apenas em 2016 foram lançadas normas englobando esse tipo de mapeamento no Brasil. Por isso, é preciso buscar alternativas para ajudar na produção e na atualização do mapeamento de referência nas cidades. O mapeamento colaborativo por meio de plataformas, como o *OpenStreetMap*, produz e disponibiliza dados geoespaciais atualizados e abertos na *internet*, apresentando-se como uma alternativa relevante para ser utilizada em conjunto com o mapeamento de referência e outras geotecnologias na gestão urbana dos municípios brasileiros. Este artigo descreve as principais considerações relativas à integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência urbano e apresenta um teste no qual foram integrados dados do *OpenStreetMap* aos dados oficiais do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), por meio da compatibilização semântica dos dados em conformidade com as normas nacionais. Como resultados, foram produzidos um mapa híbrido derivado da integração entre ambos os mapeamentos, no qual foi observado um aumento de aproximadamente 90% no número de feições, e uma síntese com as potencialidades e os desafios relativos à integração.

Palavras-chave: Mapeamento topográfico em escalas grandes. Mapeamento de referência oficial urbano. Mapeamento colaborativo. Semântica de dados geoespaciais.

Abstract

The authoritative urban mapping, necessary for urban planning and the Urban Register in municipalities is costly, its production has shared competence between the Union, states, and municipalities, and only in 2016, standards were included in this type of mapping in Brazil. Therefore, it is necessary to look for

AAM é bacharel em Engenharia Cartográfica e Agrimensura, mestre em Ciências Geodésicas, doutorando em Ciências Geodésicas, e-mail: adri.alexandria@gmail.com

SPC é bacharel em Engenharia Cartográfica, mestre em Gestão Ambiental, doutora em Ciências Geodésicas, professora, chair da Comissão de Open Source Geotechnologies, membro do Conselho da Fundação OSGeo, vice-chair para a América do Sul da Rede GeoForAll, e-mail: silvanacamboim@gmail.com



alternatives to help in the production and updating of the authoritative mapping in the cities. Volunteered Geographic Information (VGI), through platforms such as OpenStreetMap, produces and makes available updated and open geospatial data on the Internet, presented as a relevant alternative to be used in conjunction with reference mapping and other geotechnologies in urban management by Brazilian municipalities. This article describes the main considerations regarding the integration of collaborative mapping to the urban reference mapping and presents a test in which the data of OpenStreetMap with the authoritative data of Institute of Research and Urban Planning of Curitiba (IPPUC) were integrated through the semantic compatibility of data in accordance with national standards. As results, a hybrid map from the integration of both mappings was produced, in which an increase of ninety percent in the number of features and synthesis with the potentialities and challenges related to the integration were observed.

Keywords: *Large scale topographic mapping. Authoritative urban mapping. Volunteered geographic information. Geospatial data semantics.*

Introdução

O Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 e contém instrumentos urbanísticos, tributários e jurídicos para serem aplicados pelos municípios em políticas de desenvolvimento urbano. O artigo 182 da Constituição (Brasil, 1988) diz que o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana é o Plano Diretor, o qual “é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas”.

Para que ferramentas de gestão urbana, como o Plano Diretor, sejam utilizadas com eficácia pelas prefeituras, é necessário ter conhecimento pleno do território e dos fenômenos sociais e econômicos que ocorrem nas cidades. De acordo com Elwood (2006), o mapa é a melhor maneira de organizar informações espaciais, e, para interagir com ele, a melhor ferramenta disponível atualmente é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Esses elementos também são imprescindíveis para a construção das *smart cities*, ou cidades inteligentes, pois, para fomentar o desenvolvimento e a inovação nas cidades, também é preciso ter uma visão real do território (Li et al., 2012).

O mapeamento topográfico em escalas grandes – neste artigo, chamado de mapeamento de referência urbano – constitui-se na base cartográfica indispensável a qualquer aplicação de SIG em nível municipal, incluindo aquelas que visam ao mapeamento cadastral (Camboim & Sluter, 2009). O mapeamento de referência mostra a localização acurada e precisa de feições naturais e artificiais na superfície da Terra e inclui objetos intangíveis, como limites, linhas de água, curvas de nível e nomes geográficos, em escalas padronizadas (Keates, 1973; IBGE, 2018). O mapeamento de referência, quando oficial, é produzido pelos órgãos públicos designados para esse fim, obedecendo à legislação específica e às normas técnicas definidas pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR).

Entretanto, por causa do baixo investimento em cartografia no país, o mapeamento de referência oficial cobre o território de forma desigual, além de estar desatualizado (Camboim et al., 2015; Carissimi et al., 2011; Pereira et al., 2003). No que diz respeito ao mapeamento de referência urbano, a situação é agravada por alguns fatores: a competência para sua produção é compartilhada entre a União, os Estados e os municípios, e apenas em 2016 foram lançadas normas (DSG, 2017; DSG, 2016) englobando o mapeamento de referência urbano, constituindo-se em importantes especificações para a produção dos novos mapeamentos.

Além disso, a produção do mapeamento de referência urbano é onerosa (Olteanu-Raimond et al., 2017; Goodchild, 2009; Estes & Mooneyhan, 1994), e, embora os municípios tenham mais autonomia para a tomada de decisões, os recursos financeiros para dar-lhes suporte são cada vez mais reduzidos. O orçamento de um município depende do tamanho e da composição da base econômica, do número de

habitantes, do fato de ser ou não capital do Estado e ainda da capacidade de se habilitar e cumprir exigências necessárias ao recebimento de transferências do Estado e do governo federal (Garson, 2009).

Sendo assim, existem municípios com diferentes estruturas e realidades, as quais refletem na produção do mapeamento de cada um. Enquanto alguns municípios, como São Paulo e Belo Horizonte, já estão atualizando seus mapeamentos de acordo com as normas nacionais mais recentes (EMPLASA, 2018; PRODABEL, 2018) e se destacam no *Ranking Connected Smart Cities* (Urban Systems, 2017), outros sequer têm um profissional habilitado ou departamento responsável pelo mapeamento do município (Machado & Camboim, 2016) ou tampouco possuem essa base cartográfica. Por isso, é necessário buscar alternativas para ajudar na produção e na atualização do mapeamento de referência nos municípios.

Por outro lado, a emergência do *Volunteered Geographic Information* (VGI), traduzido como informações geográficas voluntárias ou mapeamento colaborativo, em plataformas, por exemplo, o *OpenStreetMap* (OSM), produz e disponibiliza dados geoespaciais atualizados e abertos por meio da *internet*. Embora sua qualidade seja heterogênea, estudos têm demonstrado que ela é satisfatória para muitos usos (Touya et al., 2017; Sieber & Johnson, 2013; Camboim & Sluter, 2009; Bearden, 2007; Estes & Mooneyhan, 1994).

Além disso, muitas pesquisas têm sido realizadas nos últimos anos em relação à avaliação da qualidade global dos dados produzidos pelos cidadãos, com o intuito de utilizá-los na atualização do mapeamento de referência em vários países (Touya et al., 2017; Sieber & Johnson, 2013). Essas pesquisas incluem a compatibilização do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência urbano (Touya et al., 2017; Sieber & Johnson, 2013; Bearden, 2007), bem como a sua utilização em países, como o Brasil, nos quais esse tipo de informação é praticamente inexistente (Sluter & Camboim, 2009; Estes & Mooneyhan, 1994).

Os dados do mapeamento voluntário podem fornecer informações de grande valor para dar suporte ao planejamento urbano e à tomada de decisões nos municípios, pois são produzidos por moradores locais que têm conhecimento da dinâmica espacial do lugar onde vivem e dos fenômenos que ali ocorrem (Sieber & Johnson, 2013).

Desse modo, o mapeamento colaborativo se apresenta como uma alternativa relevante para o uso em conjunto com o mapeamento de referência urbano e outras geotecnologias nas atividades de gestão urbana pelos municípios brasileiros. O mapeamento voluntário oferece um grande volume de dados, atualizados frequentemente, porém de qualidade heterogênea, por isso é preciso criar métodos para avaliá-los e para automatizar a sua integração com o mapeamento de referência e outros sistemas de geoinformação. Para que isso seja possível, são necessárias considerações a respeito da integração entre os dois mapeamentos e processos para compatibilizá-los.

Este artigo descreve as principais considerações relativas à integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência urbano e apresenta um teste para avaliar as possibilidades dessa integração. Nesse teste, foram integrados dados do mapeamento voluntário da plataforma *OpenStreetMap* (OSM) aos dados do mapeamento de referência oficial urbano do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), por meio da compatibilização semântica dos dados em conformidade com as normas nacionais. Como resultados, foram produzidos um mapa híbrido derivado da integração dos dados de ambos os mapeamentos e uma síntese com as potencialidades e os desafios relativos à integração.

Com isso, tem-se a intenção de contribuir para o avanço das pesquisas de integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência urbano para atualização e utilização no planejamento e na gestão das cidades brasileiras.

Bases cartográficas urbanas

Mapeamento de referência oficial em escalas grandes no Brasil

Para realizar a integração entre os mapeamentos, é necessário, primeiramente, compreender as peculiaridades do mapeamento de referência oficial.

O mapeamento de referência oficial é produzido e administrado por instituições públicas ou privadas designadas para esse propósito e com o objetivo de atender a um conjunto específico e definido de requisitos, que podem ser legais, administrativos ou econômicos. Além disso, os dados são obtidos por uma equipe de profissionais contratados para esse fim. Desse modo, a produção do mapeamento oficial é fundamentada em métodos, padrões, especificações e técnicas predeterminadas. A certificação da qualidade dos dados é estabelecida em diferentes níveis durante as etapas de produção e, quando disponibilizados, recebe metadados sobre essa característica (Coleman, 2013).

Dependendo do contexto, o mapeamento oficial pode ser disponibilizado gratuitamente, mas, em alguns casos, existem custos e restrições ao acesso e ao uso. Os dados podem também ser protegidos de algum modo, por direitos autorais ou regidos por acordos formais ou licenças de uso. Além disso, parte do mapeamento oficial pode ter o acesso limitado por algumas instituições por razões de segurança, proteção dos dados ou benefícios econômicos da nação.

No que diz respeito à legislação, o Decreto-lei nº 243 (Brasil, 1967) fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e determina que as atividades cartográficas no país sejam levadas a efeito por meio do Sistema Cartográfico Nacional (SCN), o qual é constituído pelas instituições nacionais, públicas e privadas, que têm por atribuição principal executar trabalhos cartográficos ou atividades correlatas. Entre essas instituições estão o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) e a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR).

Entre as atribuições da CONCAR está a de elaborar as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Terrestre Nacional, as quais foram estabelecidas mediante o Decreto nº 89.817 (Brasil, 1984).

Os trabalhos de natureza cartográfica realizados no território brasileiro obedecem às normas técnicas estabelecidas pelos órgãos federais competentes, como o Conselho Nacional de Geografia do IBGE e a DSG (Brasil, 1967, cap. VIII, art. 15). No que se refere ao mapeamento de referência oficial em escalas grandes, ou seja, o mapeamento de referência urbano, além da DSG, a competência para a produção dos dados geoespaciais cabe também aos órgãos federais, estaduais e municipais, por intermédio de contratação na iniciativa privada (Brasil, 2010; Brasil, 2008). Porém, mesmo responsável pelo mapeamento na escala 1:25.000, a cobertura da União é ainda muito pequena, sendo de apenas 5% do país (Sluter et al., 2019), como mostra a Tabela 1.

Tabela1 - Cobertura das escalas do mapeamento de referência oficial no Brasil

Escala	Número de folhas	Folhas disponíveis	Cobertura do país
1:100.000	3.043	2.762	91%
1:50.000	11.796	2.869	24%
1:25.000	46.379	2.383	5%

Fonte: adaptada de Sluter et al. (2019).

Como o mapeamento de referência é a base para a produção de outras informações, os critérios adotados em relação a esses dados devem ser extremamente rigorosos, com o intuito de reduzir a propagação de erros aos produtos finais. A adoção de normas, padrões e especificações viabiliza o estabelecimento de condições para controlar o processo de produção dos dados e indica níveis de conformidade de qualidade dos produtos cartográficos concebidos (López, 2002). Para o contexto deste artigo, são relevantes duas normas: a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV 3.0) e o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB).

A ET-EDGV 3.0 é o modelo conceitual e semântico do mapeamento de referência brasileiro e destina-se a padronizar estruturas de dados que viabilizem o compartilhamento de dados entre os produtores e os usuários de dados e informação cartográfica (DSG, 2017).

Os diagramas de classes da ET-EDGV 3.0 são documentados e descrevem a estrutura e as Relações de Classes de Objetos (RCO) correspondentes, com seus atributos organizados por categorias de informação e listas de domínios dos atributos das classes de objetos utilizadas. Cada classe de elementos contém atributos geométricos e semânticos associados, os quais permitem a identificação e a classificação de cada elemento do mundo real representado no mapeamento.

A Figura 1 mostra uma porção do diagrama de classes da categoria Classes Base do Mapeamento Topográfico em Grandes Escalas, na qual se insere a classe Via_Deslocamento. Nessa figura, é possível observar os relacionamentos entre essa classe e algumas das demais classes do mapeamento de referência urbano. Entre esses relacionamentos, o diagrama mostra que a classe Via_Deslocamento agrega a classe Trecho_Arruamento.

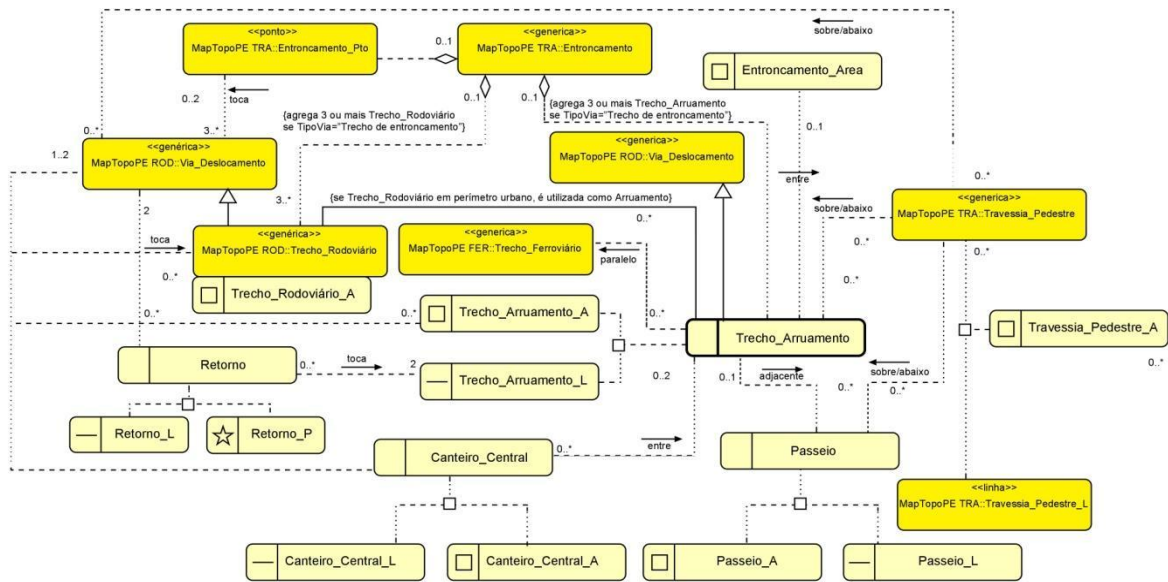


Figura 1 - Exemplo de diagrama de classes da ET-EDGV 3.0. Fonte: adaptada de ET-EDGV 3.0 (2018).

A Tabela 2 se refere à classe Via_Deslocamento, na qual é possível observar a descrição semântica da feição, os atributos inerentes com a respectiva descrição e a seção na qual se encontra a lista de domínio referente àquele atributo. O domínio diz respeito aos valores estabelecidos para cada atributo. No caso do atributo tipoVia, as opções possíveis são: autoestrada, beco, ligação entre pistas, logradouro, rodovia, servidão, trecho de entroncamento ou outros.

Tabela 2 - Tabela da classe Via_Deslocamento

1.13.3 Via_Deslocamento				
Classe	Descrição		Código	Geometria
Via_Deslocamento	Via_Deslocamento é a via de trânsito terrestre, destinada a veículos automotores, exceto o caminho carroçável e aqueles pertencentes ao Sistema Ferroviário.		1.13.3	G
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio	Requisito
nome	Alfanumérico (80)	Indica o nome da via de deslocamento.	A ser preenchido	0..*
geometriaAproximada	Booleano	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	-	1
jurisdicao	Jurisdicao	Identifica a jurisdição do trecho rodoviário.	Seção 3.29	1
administracao	Administracao	Identifica a esfera administrativa responsável pela via de deslocamento.	Seção 3.1	1
concessionaria	Alfanumerico (100)	Identifica o nome do agente concessionário que explora/administra a via de deslocamento.	A ser preenchido	0..1 se administracao= Administracao= "Concessionária"
revestimento	Revestimento	Identifica a natureza do revestimento da via de deslocamento.	Seção 3.48	1
operacional	Auxiliar	Indica a situação em relação ao uso.	Seção 3.4	1
situacaoFisica	Situacao_Fisica	Identifica a situação quanto à atividade atual.	Seção 3.57	1
canteiroDivisorio	Auxiliar	Indica se a via de deslocamento possui canteiro divisorio e/ou divisória.	Seção 3.4	1
nrPistas	Inteiro	Indica o número de pistas da via de deslocamento. Pista – é a plataforma única de tráfego de veículo. Na presença de canteiro divisorio, guardrails etc., ou qualquer impedimento físico à ligação das pistas (não sendo incluído aqui as divisões por olhos de gatos, sinalização horizontal), há a divisão de uma plataforma em duas pistas.	A ser preenchido	1
nrFaixas	Inteiro	Indica o número total de "faixas de rolagem" da via de deslocamento.	A ser preenchido	0..1
trafego	Trafego	Indica o regime de tráfego da via de deslocamento.	Seção 3.151	1
tipoPavimentacao	Tipo_Pavimentacao	Indica o tipo de pavimentação da via de deslocamento.	Seção 3.117	1
tipoVia	Tipo_Via	Indica o tipo de via de deslocamento.	Seção 3.150	1

Fonte: ET-EDGV 3.0 (2018).

Mapeamento de referência colaborativo

O termo *Volunteered Geographic Information (VGI)*, traduzido como informações geográficas voluntárias ou mapeamento colaborativo, designa o crescente interesse de pessoas sem conhecimento especializado em criar voluntariamente informações geoespaciais na *web*. De acordo com Goodchild (2007)

[...] sites como *Wikimapia* e *OpenStreetMap* estão ‘empoderando’ os cidadãos a criar um mosaico global de informações geográficas, enquanto o *Google Earth* e outros globos virtuais estão encorajando as pessoas a desenvolver aplicativos utilizando seus próprios dados (Goodchild, 2007, p. 211).

O mapeamento voluntário preconizou os impactos que vêm ocorrendo nos sistemas de informação geográfica e na sociedade como um todo. O declínio na produção e na atualização do mapeamento de referência em muitos países, a emergência das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) e a adoção de padrões são meios de descentralizar a produção de dados geoespaciais e convidar outros membros da sociedade a colaborar com a construção da representação do espaço geográfico.

As iniciativas de mapeamento colaborativo mais conhecidas são a *Wikimapia*, o *GoogleMapMaker* (que não existe mais), o *OpenStreetMap* (OSM) e o *Waze*. O OSM é o que mais se destaca, pois conta com uma comunidade numerosa de usuários, tem todos os seus componentes bem documentados e disponíveis na *internet* por meio de *wikis* e tem sido amplamente investigado e avaliado por inúmeras pesquisas científicas. Além disso, tem a proposta de armazenar informações de referência com lógica similar ao conceito de mapeamento de referência tradicional. A Figura 2 mostra a interface do *OpenStreetMap*.

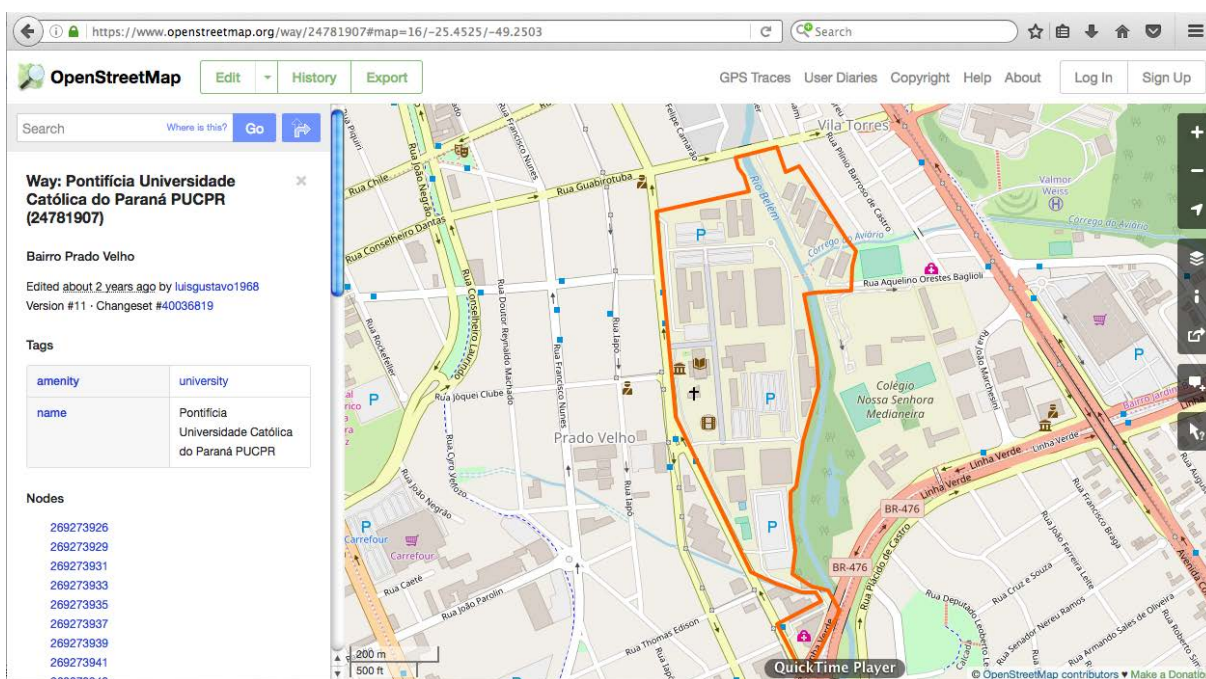


Figura 2 - Interface do *OpenStreetMap*. Fonte: contribuidores do *OpenStreetMap* (2018).

O *OpenStreetMap* é um projeto de mapeamento colaborativo global fundado em 2004. O Reino Unido foi a sede inicial do mapeamento pelo OSM, já que o *Ordnance Survey* (OS), agência oficial de mapeamento da Grã-Bretanha, produzia conjuntos de dados geoespaciais, mas, a exemplo de outras agências no mundo, não os distribuía gratuitamente (OSM, 2018).

O *OpenStreetMap* é constituído de dados abertos, o que significa que qualquer pessoa tem a liberdade de usá-los para qualquer fim, desde que credite a autoria aos contribuidores do OSM. Se os dados forem alterados ou se for criado algo novo com eles, o produto resultante poderá ser distribuído apenas sob a mesma licença, ou seja, livre de barreiras à utilização por meio de direitos autorais. Os dados são disponibilizados sob a licença *Open Database License* (ODbL 1.0) do *Open Data Commons* (OSM Foundation, 2017).

O OSM é desenvolvido por uma comunidade que produz e mantém atualizados os dados geoespaciais de uma infinidade de feições em todo o mundo. Até maio de 2018, a comunidade era composta de 4.638.008 usuários registrados e de um grupo de aproximadamente 40 voluntários que dedicava seu

tempo para criar e aperfeiçoar a infraestrutura do *OSM*, incluindo a manutenção dos servidores, a escrita do código do *software* que opera as transações com o servidor e a geração dos resultados cartográficos. Há também um grupo crescente de desenvolvedores de *software* que geram ferramentas para tornar disponíveis os dados do *OSM* para uso futuro em diferentes domínios de aplicação, plataformas e dispositivos (OSM, 2018; OSM Foundation, 2017; Haklay & Weber, 2008).

Os colaboradores do *OpenStreetMap* produzem os dados de diferentes modos: traçando as feições sobre imagens de satélite, importando dados de outros bancos de dados com licença pública (inclusive oficiais), coletando dados por meio de dispositivos com *Global Positioning System* (GPS) enquanto caminham ou dirigem, ou apenas corrigindo nomes de ruas e localidades. Os dados produzidos compõem um banco de dados geoespacial (BDG) que pode gerar diferentes mapas, além do mapa de referência, como é o caso do *OpenCycleMap*, um mapa específico para ciclistas. Além disso, os dados são revistos e corrigidos por dezenas de contribuidores, e as atualizações podem ser visualizadas em minutos.

Os usuários também são convidados a adicionar *tags* ou etiquetas aos dados que incluem na plataforma, com os nomes e os tipos das feições, entre outras informações. As *tags* consistem de dois campos de texto: uma *key* (chave) e um *value* (valor). As etiquetas desempenham a função semântica no modelo conceitual do *OSM* e permitiram fazer a compatibilização semântica dos dados do *OSM* de acordo com a ET-EDGV 3.0 no teste de integração apresentado no artigo.

A Figura 3 mostra a página da *Wiki* do *OSM* para a chave *highway*, que serve para descrever as vias terrestres. Pode-se observar que a especificação é bem detalhada e apresenta: a chave, os possíveis valores para ela (os tipos de via terrestre), a representação gráfica do elemento que deve ser utilizado para esse tipo de feição (semelhante à geometria), a descrição semântica da combinação chave-valor, o desenho ou a simbologia no mapa e ainda uma foto da feição. Esse nível de detalhes supera o da ET-EDGV 3.0.

Chave	Valor	Elemento	Descrição	Desenho	Foto
Estradas					
Etiquetas para as vias principais na malha viária, em ordem decrescente de importância					
highway	motorway		Uma autoestrada de acesso restrito, normalmente com 2 ou mais faixas de trânsito e acostamento. Equivalente às freeways, Autobahns, etc. Chamada de autoestrada no Brasil e em Portugal.		
highway	trunk		As estradas mais importantes no sistema de um país que não sejam motorways (autoestradas). (Não precisa ser uma via dividida.) Chamada de via expressa no Brasil e de via rápida em Portugal.		
highway	primary		O próximo conjunto de vias mais importantes no sistema de um país. (Geralmente ligando cidades maiores.) Chamada de via primária no Brasil e em Portugal.		
highway	secondary		O próximo conjunto de vias mais importantes no sistema de um país. (Geralmente ligando cidades menores e povoados.) Chamada de via secundária no Brasil e em Portugal.		

Figura 3 -Tags e descrições semânticas no *OpenStreetMap*. Fonte: contribuidores do *OpenStreetMap* (2018).

O *OpenStreetMap* também documenta os metadados das informações espaciais armazenadas na plataforma. Eles podem ser acessados no “Histórico”, ou *History*, na barra superior do *OSM* (Figura 2), na qual se encontra o “Conjunto de Alterações” realizadas no mapa. São descritos metadados, como a natureza do conjunto de alterações, a data, as etiquetas ou *tags*, a fonte utilizada, o idioma e a identificação do contribuidor, além do polígono delimitador da área que sofreu as atualizações.

As informações semânticas sugeridas na plataforma e preenchidas pelos contribuidores, em conjunto com os metadados, permitem inferir a qualidade dos dados do *OSM*. A qualidade dos dados colaborativos é o aspecto que causa maior preocupação quando a intenção é agregá-los ao mapeamento

oficial e tem sido objeto de estudo de diversas pesquisas, como as de Goodchild & Li (2012), Brown (2012), Haklay (2010), Flanagan & Metzger (2008), Wilkinson & Huberman (2007) e Bearden (2007).

Algumas pesquisas sugerem que a qualidade do mapeamento colaborativo aumenta com o número de contribuidores (Olteanu-Raimond et al., 2017; Foody et al., 2015; Haklay, 2010; Girres & Touya, 2010). Esse princípio foi chamado de *Linu's Law* por Raymond (1999) no contexto da engenharia de *software* e deriva do conceito de inteligência coletiva (Malone, 2008; Surowiecki, 2005). De acordo com Goodchild & Li (2012), se um contribuidor insere uma informação errada, outros contribuidores tendem a corrigi-la. O sucesso desse princípio aumenta à medida que o número de contribuidores também cresce.

A heterogeneidade no mapeamento do *OSM* é a questão de maior preocupação para agências de governo que estudam utilizar esses dados para atualização. Sobre essa questão, Haklay (2010) observou que os centros urbanos de grandes cidades da Inglaterra são bem mapeados, em contraste com as áreas rurais e periferias, que recebem poucas contribuições. Camboim et al. (2015) observaram as mesmas discrepâncias na Região Metropolitana de Curitiba e chegaram à conclusão de que as cidades onde os dados eram abundantes e atualizados com frequência eram as mesmas com mais recursos para investir em mapeamentos, indicando que existe correlação com fatores econômicos e sociais.

A qualidade do mapeamento colaborativo é frequentemente medida com relação a uma base cartográfica oficial, a qual pressupõe uma qualidade superior à do mapeamento colaborativo. Entretanto, muitas vezes, essa base cartográfica inexistente, por isso procura-se inferir a qualidade por meio de propriedades intrínsecas, como densidade de feições, quantidade de atualizações ou contribuidores, registro da origem dos dados, geometria, semântica ou metadados, permitindo sua avaliação e possibilitando a integração desses dados com os mapeamentos oficiais (Olteanu-Raimond et al., 2017; Camboim et al., 2015).

Integração: iniciativas existentes

Muitos governos estudam a possibilidade de interagir com o mapeamento colaborativo e aceitar a contribuição de dados geoespaciais produzidos pelo cidadão comum, principalmente por intermédio de plataformas, como o *OSM* (Olteanu-Raimond et al., 2017; Touya et al., 2017; Sieber & Johnson, 2013; Bearden, 2007). Entre as principais motivações estão: de um lado, o potencial dos cidadãos para atuar como sensores no ambiente em que vivem e a redução nos custos com mapeamento; e, de outro, a utilização do conhecimento da população para dar suporte à tomada de decisões e na gestão do território. Nesse último, os cidadãos são vistos como parceiros, o oposto da visão dos cidadãos como sensores (Olteanu-Raimond et al., 2017; Goodchild, 2007).

A Tabela 3 mostra um quadro resumo da integração do mapeamento colaborativo com o de referência oficial urbano por agências de mapeamento na Europa e em outros continentes, contendo dados coletados nas pesquisas de Olteanu-Raimond et al. (2017), Touya et al. (2017), Begin (2014), Sieber & Johnson (2013) e Bearden (2007).

Tabela 3 - Iniciativas em que ocorre a integração dos mapeamentos

	País	Alemanha ¹	Alemanha ²	Bélgica ³	Canadá ⁴	Chipre ⁵	Espanha ⁶	Estados Unidos ⁷	Finlândia ⁸	França ⁹	Grã-Bretanha ¹⁰	Grécia ¹¹	Groelândia ¹²	Irlanda ¹³	Irlanda do Norte ¹⁴	Islândia ¹⁵	Itália ¹⁶	Letônia ¹⁷	Lituânia ¹⁸	Noruega ¹⁹	Países Baixos ²⁰	Portugal ²¹	Romênia ²²	Sérvia ²³	Suécia ²⁴	Suíça ²⁵
		Escopo*	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	R	N	N	N	N	N
Escalas Urbanas**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Atualização Cartográfica***	✓	✓	✓	A	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Utilização de Metadados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Questões Legais				✓						✓																
Comunicado de Alerta				✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓				✓	✓			✓		✓
FERRAMENTAS	Deteccção de Mudanças			✓		✓	✓	✓	✓												✓			✓		
	Coleta de Novos Dados****	O	O	G			✓	✓	✓			O												O		
	Nomes Vernaculares*****	GN	GN				✓				✓	GN												GN	✓	
	Fotointerpretação									✓		✓														
	Tablet																					✓				✓
	Celular								✓	✓												✓				✓
	Web Based Tool							✓	✓		✓											✓				✓
	Game						✓																			
	Feedback							✓														✓				✓
	Cópia do Mapa							✓		✓																
Treinamento							✓																			

* N – Nacional; R – Regional; ** 1:10.000 1:5.000 1:1.000; *** A – Anual; **** G – Google Maps; O – OpenStreetMap; ***** GN – Geonames.

<p>Nome da Instituição</p> <p>¹ Federal Agency for Cartography and Geodesy</p> <p>² Bavarian Agency for Surveying and Geographical Information</p> <p>³ National Geographic Institute of Belgium</p> <p>⁴ Center for Topographic Information</p> <p>⁵ Lands and Surveys of Cyprus</p> <p>⁶ National Geographic Institute of Spain</p> <p>⁷ United States Geological Survey</p> <p>⁸ National Land Survey of Finland</p> <p>⁹ National Institute for Geographic Information and Forestry</p> <p>¹⁰ Ordnance Survey of Great Britain</p> <p>¹¹ Hellenic Military Geographical Service</p> <p>¹² Asiaq – Greenland Survey</p>	<p>¹³ Ordnance Survey Ireland</p> <p>¹⁴ Land and Property Services, Northern Ireland</p> <p>¹⁵ National Land Survey of Iceland</p> <p>¹⁶ Bruno Kessler Foundation</p> <p>¹⁷ Latvian Geospatial Information Agency</p> <p>¹⁸ National Land Service</p> <p>¹⁹ Norwegian Mapping Authority</p> <p>²⁰ National Agency for Cadastre and Land Registration</p> <p>²¹ Direção Geral do Território</p> <p>²² National Agency for Cadastre and Land Registration</p> <p>²³ Republic Geodetic Authority</p> <p>²⁴ Mapping, Cadastral and Land Registration Authority</p> <p>²⁵ Federal Office of Topography-Swisstopo</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: elaborada pelas autoras (2018).

Essas experiências demonstram que, embora as informações voluntárias estejam revolucionando a forma de produzir os mapeamentos oficiais com inúmeras potencialidades, sua integração não é direta, sendo necessários processos, considerações e análises para automatizar a sua coleta, avaliação, compatibilização e demais etapas inerentes ao processo de mapeamento.

Potencialidades na integração

Ao longo da revisão de literatura, foram observadas as potencialidades da integração do mapeamento colaborativo do *OpenStreetMap* com o mapeamento de referência urbano, as quais foram sintetizadas nos próximos parágrafos.

Sob a ótica política e econômica, as principais potencialidades são a capacidade dos cidadãos de detectar as transformações do local em que vivem, compartilhando-as voluntariamente, e a conveniência para os governos em utilizar essas informações e reduzir os custos de produção com mapeamento (Goodchild, 2007). Em uma visão com um viés mais democrático, em oposição à primeira, está a de utilizar a sabedoria dos cidadãos como suporte à tomada de decisões e na gestão do território pelos governos (Olteanu-Raimond et al., 2017).

Do ponto de vista tecnológico, a oferta abundante e variada de dados geoespaciais abertos e em constante atualização fornecidos pelo mapeamento colaborativo se mostra como uma importante potencialidade. Sob o aspecto legal, acrescenta-se que esses dados são livres de barreiras à utilização por meio de direitos autorais, fato que pode fomentar a geração de novas aplicações para os mais variados usos nos municípios (OSM, 2018; OSM Foundation, 2017).

Sob a perspectiva da qualidade, uma potencialidade na integração é que os dados e os metadados da plataforma *OSM* são bem documentados e disponibilizados na *internet*. Isso permite que eles sejam estudados e avaliados tanto pelos governos quanto pelo meio acadêmico e científico para adequá-los aos mais variados usos nas cidades, incluindo a sua utilização em conjunto com o mapeamento de referência. Alia-se a isso o fato de a qualidade dos dados colaborativos aumentar conforme cresce o número de usuários, aprimorando a inteligência coletiva produzida (Olteanu-Raimond et al., 2017; Foody et al., 2015; Surowiecki, 2014; Goodchild & Li, 2012; Brown, 2012; Haklay, 2010; Girres & Touya, 2010; Flanagan & Metzger, 2008; Malone, 2008; Wilkinson & Huberman, 2007; Bearden, 2007; Surowiecki, 2005).

Sob o aspecto do planejamento urbano, é possível observar que já existem caminhos para pensá-lo por meio do uso do mapeamento colaborativo e de outras ferramentas tecnológicas, aliadas às ferramentas tradicionais para atingir os objetivos do Estatuto da Cidade e os instrumentos nele previstos, como o Plano Diretor e as Leis de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo.

O Estatuto da Cidade (Brasil, 2001, art. 2º, inciso IV) tem como diretriz para a ordenação do desenvolvimento das funções sociais da sociedade e da propriedade urbana o

[...] planejamento do desenvolvimento das cidades, da *distribuição espacial* (grifo nosso) da população e das atividades econômicas [...] do território [...], de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente (Brasil, 2001, art. 2º, inciso IV).

Essa diretriz deixa clara a importância do mapeamento urbano, bem como a necessidade da sua atualização periódica para o planejamento urbano.

Além disso, o Estatuto (Brasil, 2001, art. 2º, inciso II) prevê a gestão democrática por intermédio da “participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano”. De acordo com Ertiö (2015), problemas práticos de participação, como limitações de tempo e de custos ou a dificuldade de incluir os menos favorecidos no processo de formulação de políticas públicas, têm levado os gestores a buscar novos métodos de participação pública. Sob esse aspecto, toda a tecnologia recentemente desenvolvida com aplicações de mapeamento com base na *internet* e a maior acessibilidade aos dados tornaram as técnicas de mapeamento mais viáveis ao público e sem exigir conhecimento avançado em cartografia, o que corrobora a ideia da utilização do mapeamento colaborativo não apenas para atualização do mapeamento urbano, mas também como uma nova ferramenta tecnológica para apoiar o processo de participação popular.

Algumas cidades brasileiras já utilizam recursos de mapeamento colaborativo como instrumento de participação popular para auxiliar no planejamento urbano. No COLAB – A Rede Social para a Cidadania

(COLAB, 2018), o cidadão pode postar fotos de problemas da cidade e requisitar uma solução. Entre as prefeituras que utilizam o aplicativo estão as de Curitiba e de Porto Alegre.

A cidade de São Paulo conta com iniciativas de mapeamento que informam sobre pontos alagados por meio de órgãos públicos e projetos colaborativos. O Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE) disponibiliza informações em seu *site* acerca de alagamentos. Os dados gerados também podem ser visualizados por meio do aplicativo para celulares “Alaga SP” (Rocha, 2012). Portanto, seja em plataformas para mapeamento de referência, aplicativos próprios para a participação cidadã na gestão ou na aquisição de dados provenientes de plataformas de mobilidade de uso massivo (como *Waze* ou *Strava*, por exemplo), há diversas formas de utilização do mapeamento colaborativo no processo de planejamento e gestão urbana.

Para finalizar a análise das potencialidades na integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência urbano, é importante destacar ainda que, apesar do grande potencial do mapeamento colaborativo enquanto alternativa para o suprimento de informações para gestão municipal e os mais diversos usos, como dados que influam em questões cadastrais, jurídicas, de regularização fundiária ou que, por sua natureza, exijam grande precisão, os dados colaborativos não são indicados, pois não são produzidos com o rigor técnico que essas questões demandam.

Teste de integração: metodologia e resultados

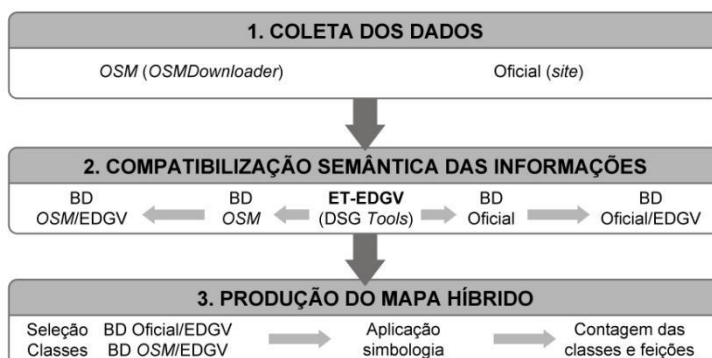
Com o intuito de examinar as potencialidades e os desafios na integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência urbano para utilização nos municípios brasileiros, foi realizado um teste em uma área de Curitiba. Essa cidade foi escolhida por ser uma metrópole, comportando problemas e necessidades semelhantes a de outras grandes cidades do país, além da disponibilidade de dados oficiais do mapeamento de referência urbano. A área de estudo tem aproximadamente 12 km² (3,845km no sentido leste-oeste e 3,124km no sentido norte-sul) e incorporou uma parte de cada um dos bairros da cidade mostrados na Figura 4. Essa área é representativa, pois contém dados de áreas de preservação, rodovias, edificações oficiais, edificações comerciais e elementos de mobilidade urbana, entre outros.



Figura 4 - Área de estudo. Fonte: elaborada pelas autoras com base nos dados do IPPUC (2018).

Para a realização do teste, foram estabelecidas as etapas metodológicas apresentadas na Figura 5, as quais foram detalhadas nas seções subsequentes.

Figura 5 - Etapas metodológicas. Fonte: elaborada pelas autoras (2018).



Coleta dos dados

A coleta dos dados do mapeamento de referência oficial urbano da cidade de Curitiba foi feita no *site* do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2018) por meio do *download* das camadas em formato **.shp* (*shapefile*).

Para a coleta dos dados da plataforma *OpenStreetMap* (*OSM*), foi utilizado o *plugin OSMDownloader*, versão 0.5, dentro do *software QGIS*, que permite fazer o *download* de dados por intermédio da seleção de uma área.

Compatibilização semântica

A compatibilização semântica dos dados foi realizada em conformidade com a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV 3.0) utilizando o *plugin DSGTools*.

Paralelamente ao lançamento da ET-EDGV, foi também disponibilizado o *DSGTools*, um *plugin* para o *software* livre de SIG, *QGIS*, gratuito e aberto, desenvolvido em linguagem *Python* pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG). O *DSGTools* fornece um conjunto de funcionalidades destinadas à criação e à manutenção de bancos de dados geoespaciais (BDG) de acordo com as especificações da ET-EDGV.

Para isso, mediante o *DSGTools*, dentro do *QGIS*, foram criados dois bancos de dados espaciais com a extensão *PostGIS* para comportar os dados do IPPUC e do *OSM*. Em seguida, foram carregadas as camadas de dados do IPPUC e do *OSM* dentro do *QGIS*. Cada camada do IPPUC em formato *shapefile* se refere a um tema, e as informações do BDG do *OSM* são baixadas via *plugin* e agrupadas por tipo de geometria.

A compatibilização semântica consistiu na análise, observação e interpretação minuciosas de cada uma das descrições das camadas de feições e atributos para serem encaixadas semanticamente nas classes da ET-EDGV 3.0 equivalentes. Foram utilizadas a própria especificação, outras especificações, a legislação e a *wiki* do *OSM*, além de dicionários, notícias e imagens na *internet*.

Algumas classes são diretamente compatibilizadas por meio das descrições semânticas constantes da ET-EDGV, como é o exemplo da classe *Arvore_Isolada* (DSG, 2017, p. 90): “Árvore isolada [...] é aquela que ocorre em espaços públicos (incluindo os trechos de arruamento), cuja responsabilidade pela administração cabe ao poder público [...]”.

Contudo, em alguns casos, como o de um trecho de rodovia dentro do perímetro urbano, é necessário verificar mais de uma descrição semântica e fazer uma decisão de projeto. A definição da classe *Trecho_Arruamento* (DSG, 2017, p. 103) é: “Trecho de arruamento é um trecho de uma via interna de uma área urbana”. Por sua vez, a definição da classe *Trecho_Rodoviario* é (DSG, 2017,

p. 104): “Trecho rodoviário é a segmentação correspondente a uma ou mais rodovias definidas entre dois pontos rodoviários [...]”.

A decisão tomada nesse caso foi classificar as rodovias como Trecho_Arruamento, pois se encontram dentro da área urbana do município, e aplicar a simbologia de acordo com a classe Trecho_Rodoviario.

Outro exemplo são os paraciclos, ou estacionamentos de bicicletas. Essa classe ainda não existe na ET-EDGV 3.0, então foi necessário buscar outras fontes, como o *site* da Prefeitura de Curitiba, que tem definições dos elementos da estrutura cicloviária da cidade (Curitiba, 2017), a *wiki* do OSM, que tem as descrições semânticas das *tags* (OSM Foundation, 2017), e as imagens na *internet*, para estabelecer o significado da feição. Em seguida, foi preciso analisar o diagrama de classes e as classes da categoria Transportes para definir uma classificação na qual a feição melhor se adequasse.

Com a informação da classe equivalente da ET-EDGV 3.0, foram então carregadas as camadas da especificação no *DSGTools*, dentro do *QGIS*, e copiadas as feições da tabela de atributos de cada uma das camadas para ambas as fontes. Esse processo foi efetuado para todas as camadas do IPPUC (21 camadas) e do OSM (60 camadas) dentro da área de estudo.

Produção do mapa híbrido

A produção do mapa híbrido foi realizada no *software QGIS* com o intuito de apresentar a visualização dos resultados obtidos na integração dos dados geoespaciais do mapeamento colaborativo do OSM com o mapeamento de referência oficial do IPPUC.

A seleção dos dados para compor o mapa híbrido foi feita por classes. O método de seleção pode utilizar outros critérios, como a seleção por atributos, por geometria e/ou por feições, contudo a seleção inicial sempre passa pela identificação das classes. Foram selecionadas classes inteiras de cada uma das fontes, priorizando-se a completude do mapa de referência urbano.

A simbologia foi aplicada de acordo as especificações do Manual Técnico T 34-700 Convenções Cartográficas da DSG (DSG, 1998; DSG, 2000) e das recomendações resultantes das pesquisas de Araújo et al. (2016), Natingue et al. (2018) e demais pesquisas do Grupo de Pesquisa em Cartografia e SIG da UFPR. Nos casos em que não havia especificações, foram gerados novos símbolos, apenas com o intuito de apresentar a informação produzida pelo experimento.

Primeiramente, foram apresentados os mapas de uma porção da área de estudo com os dados do IPPUC (Figura 6) e do OSM (Figura 7) separadamente. Em seguida, foi apresentado o mapa híbrido (Figura 8) com a integração das duas fontes. As letras entre parênteses indicam (A) áreas e (P) pontos.



Figura 6 - Mapa com dados do IPPUC. Fonte: elaborada pelas autoras com dados do IPPUC (2018).



Figura 7 - Mapa com dados do OSM. Fonte: elaborada pelas autoras com dados do OSM (2018).

O mapa híbrido comporta as camadas de ambos os mapeamentos, evidenciando uma quantidade maior de dados, com mais informações que podem ser úteis para a gestão e a tomada de decisões pelo município.



Figura 8 - Mapa híbrido. Fonte: elaborada pelas autoras com dados do IPPUC e do OSM (2018).

Nos mapas apresentados, é possível perceber que os dados do mapeamento do IPPUC podem fornecer as informações que dão sustentação à estrutura do mapeamento, como as quadras e o arruamento. Os dados do OSM, por sua vez, podem fornecer as informações adicionais, como as edificações, o comércio, os serviços e os elementos de mobilidade urbana.

O mapa híbrido mostra um mapa mais completo e atualizado, demonstrando que a integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento oficial pode ser uma alternativa enriquecedora na atualização e no planejamento de novos mapeamentos urbanos.

A Figura 9 mostra a contagem das classes e das feições resultantes da integração dos mapeamentos para a área selecionada.

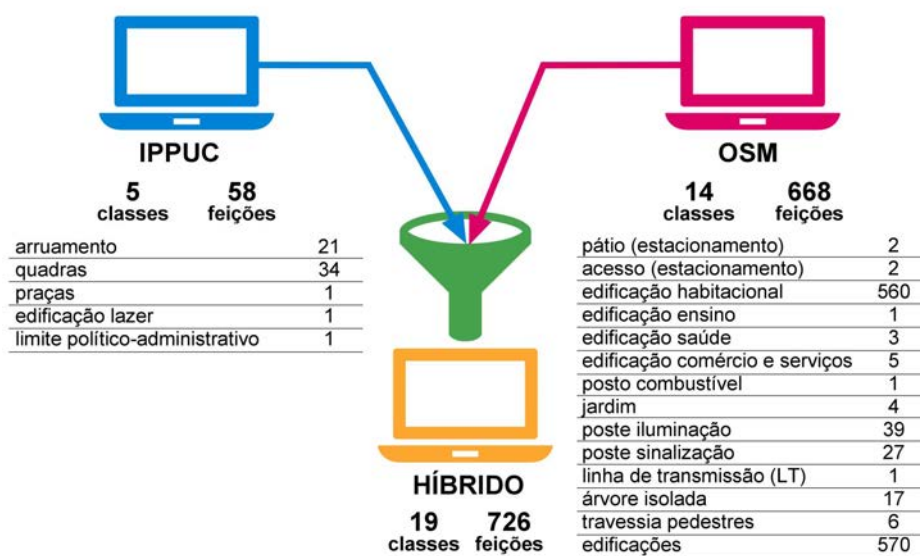


Figura 9 - Contagem das classes e das feições resultantes da integração. Fonte: elaborada pelas autoras com dados do IPPUC e do OSM (2018).

Desafios na integração

A implementação do teste apresentado na seção anterior, aliada às observações a respeito das dificuldades relativas à integração dos mapeamentos vistos ao longo da revisão de literatura, forneceu subsídios para enumerar os desafios centrais a serem considerados na integração dos mapeamentos, os quais serão apresentados ao longo desta seção.

O primeiro desafio para integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência nas cidades brasileiras é a própria realidade do mapeamento no país, pois há prefeituras nas quais o mapeamento existe, ou está desatualizado, ou inexistente; em algumas ainda existem recursos humanos para esse fim e em outras não. Esse fato gera diferentes soluções de integração ou utilização dos dados colaborativos dependendo da realidade e da estrutura de cada uma.

Sob o aspecto legal, a legislação cartográfica brasileira ainda não prevê a homologação de dados gerados por produtores não oficiais. Sendo assim, é um desafio criar mecanismos jurídicos para que os órgãos oficiais possam formalizar o uso ou a integração dos dados colaborativos ou ainda atribuir alguma responsabilidade por eles, quando utilizados (Olteanu-Raimond et al., 2017; Scassa, 2013).

Do ponto de vista tecnológico, existem muitos desafios, primeiramente porque os dados voluntários compõem um banco de dados geoespaciais dinâmico, que é atualizado o tempo todo. Em consequência disso, é gerado um volume enorme de dados, então um sistema que integre um BDG colaborativo necessita de algoritmos, *software* e *expertise* que supram essas demandas (Touya et al., 2017; Bearden, 2007). Ainda sob o aspecto tecnológico, o mapeamento colaborativo e o oficial têm diferentes modelos semânticos, então, para que a integração ocorra, é necessário também desenvolver ferramentas para automatizar a compatibilização semântica entre os modelos.

Sob a ótica da qualidade, um dos desafios é a documentação dos metadados, pois, com a integração dos dados colaborativos, há metadados não mais de um conjunto de dados gerados por uma instituição produtora, como no caso do mapeamento oficial, mas de cada atributo de cada feição, pois um contribuidor pode ter inserido a feição, ou parte dela, e tantos outros de cada um dos seus atributos. Outro desafio relativo à qualidade diz respeito à heterogeneidade na distribuição e na própria qualidade das contribuições. Para melhorar esses aspectos, são necessários mecanismos para motivar os cidadãos a colaborar nas áreas em que não existem dados ou poucos dados, como a criação de eventos para mapear determinadas regiões, nos quais também sejam realizados treinamentos para os interessados, a exemplo do que faz o próprio *OSM* em suas *mapping parties*.

Para que a adoção do mapeamento colaborativo pelos governos seja efetiva, Olteanu-Raimond et al. (2017) dizem que é preciso diversas mudanças institucionais e tecnológicas que podem ser incorporadas gradualmente de acordo com as experiências de cada governo.

Conclusões

Neste artigo, foram tratadas as principais considerações relativas à integração do mapeamento colaborativo com o mapeamento de referência oficial urbano como solução alternativa para atualização e utilização no planejamento e na gestão dos municípios brasileiros. Foram abordadas as características de cada um dos mapeamentos, envolvendo questões relativas à sua produção, questões legais e de qualidade, além de exemplos de iniciativas internacionais nas quais já ocorre a integração entre eles. Essas informações subsidiaram uma síntese que aponta os desafios e as potencialidades preponderantes para a integração dos mapeamentos. Por fim, foi apresentado um teste prático que permitiu visualizar o potencial da agregação do mapeamento colaborativo ao mapeamento de referência oficial urbano em Curitiba, no qual foi observado um aumento de aproximadamente 90% no número de feições e o triplo de classes. Foi demonstrado que a integração do mapeamento voluntário tem capacidade para enriquecer, atualizar e complementar o mapeamento oficial, mas ela comporta diversos desafios, sendo necessários métodos de análise, compatibilização e automatização dos processos inerentes ao mapeamento e à integração, além de procedimentos para documentação da qualidade dos dados colaborativos por meio de metadados.

Referências

- Araújo, V. S., Sluter, C. R., & Camboim, S. P. (2016). NSDI-compliant reference map: experiences on implementing a user-centered cartographic symbology and standardized data modeling at large scale (1:2000). In *Proceedings XVII GEOINFO*. Campos do Jordão: GEOINFO
- Begin, D. (2014) Towards integrating VGI and national mapping agency operations: A Canadian case study. In *Proceedings of the Workshop on the Role of Volunteered Geographic Information in Advancing Science: Quality and Credibility*. Columbus: ORNL.
- Brasil. (1967, 28 de fevereiro). *Decreto n. 243, de 28 de fevereiro de 1967. Fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira*. Brasília. Recuperado em 11 de junho de 2018, de <http://www.inde.gov.br/legislacao.html>.
- Brasil. (1984, 20 de junho). *Decreto n. 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional*. Brasília: Diário Oficial da União. Recuperado em 11 de junho de 2018, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm.
- Brasil. (2009). *Constituição da República Federativa do Brasil 1888* (8ª ed., Vade Mecum Acadêmico de Direito), São Paulo: Editora Rideel.
- Brasil (2001). *Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências*. Brasília: Diário Oficial da União. Recuperado em 16 de julho de 2018, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm.
- Brasil (2008, 27 de novembro). *Decreto n. 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE*. Brasília: Poder Executivo. Recuperado em 16 de julho de 2018, de http://www.inde.gov.br/images/inde/20@Decreto6666_27112008.pdf
- Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Comissão Nacional de Cartografia (2010). *Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE*. Rio de Janeiro: CINDE. Recuperado em 28 de outubro de 2017, de <http://www.inde.gov.br>
- Bearden, M. J. (2007). The National Map Corps: The USGS' Volunteer Geographic Information Program. In *VGI Workshop (NCGIA)*. Santa Barbara: NCGIA. Recuperado em 30 de junho de 2018, de www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Bearden_paper.pdf.
- Brown, G. (2012). An empirical evaluation of the spatial accuracy of public participation GIS (PPGIS) data. *Applied Geography*, 34, 289-294. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.12.004>.
- Camboim, S. P., & Sluter, C. R. (2009) The National Topographic Mapping as an Indispensable Database for a Brazilian National Spatial Data Infrastructure (NSDI). In *Proceedings of the XXIV International Cartographic Conference* (p. 15-21). Santiago de Chile: NSDI.
- Camboim, S. P., Bravo, J. V. M., & Sluter, C. R. (2015). An investigation into the completeness of, and updates to, the Open Street Map data in a heterogeneous area in Brazil. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(3), 1366-1388. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi4031366>.
- Carissimi, E., Etges, V. E., & Collischonn, E. (2011). Diagnóstico da Cartografia no Brasil e no Rio Grande do Sul frente ao Paradigma Geotecnológico e o Desenvolvimento Regional. In *V Seminário Internacional sobre Desenvolvimento regional*. Santa Cruz do Sul: CEPAL. Recuperado em 16 de maio de 2018, de <http://www.unisc.br/site/sidr/2011/textos/51.pdf>.
- COLAB (2018). *A Rede Social para a cidadania*. Recuperado em 21 de novembro de 2018, de <https://www.colab.re/>.
- Coleman, D. J. (2013). Potential Contributions and Challenges of VGI for Conventional Topographic Base-Mapping Programs. In D. Sui, S. Elwood, & M. Goodchild (Eds.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge* (pp. 245-263). New York: Springer Dordrecht Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_14.
- Curitiba. Prefeitura Municipal. (2017). *Estrutura Cicloviária*. Curitiba. Recuperado em 28 de maio de 2017, de <http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/mais-bici-estrutura-cicloviaria/2221>.

- Diretoria do Serviço Geográfico – DSG. Exército Brasileiro (1998). *Manual Técnico T 34-700. Convenções Cartográficas. 1ª Parte. Normas para o Emprego dos Símbolos* (2a ed.), Brasília: Diretoria de Serviço Geográfico. Recuperado em 4 de novembro de 2017, de http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/T_34700_P1.pdf.
- Diretoria do Serviço Geográfico – DSG. Exército Brasileiro (2000). *Manual Técnico T 34-700 Convenções Cartográficas (2ª Parte) Catálogo de Símbolos* (2a ed.), Brasília: Diretoria de Serviço Geográfico. Recuperado em 4 de novembro de 2017, de http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/T_34700_P2.pdf.
- Diretoria do Serviço Geográfico – DSG. Exército Brasileiro (2016). *ET ADGV Defesa F Ter – Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais da Defesa da Força Terrestre*. Brasília: Diretoria de Serviço Geográfico. Recuperado em 5 de julho de 2018, de <http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/inde2?id=142>.
- Diretoria do Serviço Geográfico – DSG. Exército Brasileiro (2017). *ET EDGV 3.0 – Especificação Técnica para a Estruturação dos Dados Geoespaciais Vetoriais*. Brasília: Diretoria de Serviço Geográfico. Recuperado em 02 de julho de 2018, de <http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/inde2?id=142>.
- Elwood, S. (2006). Critical Issues in Participatory GIS: Deconstructions, Reconstructions, and New Research Directions. *Transactions in GIS*, 10(5), 693-708.
- Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte – PRODABEL. (2018). Recuperado em 21 de junho de 2018, Belo Horizonte. de <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?app=prodabel>.
- Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA – EMPLASA. (2018). *Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA*. São Paulo: EMPLASA. Recuperado em 18 de junho de 2018, de <https://www.emplasa.sp.gov.br/Institucional/Detalhe/A-empresa>.
- Ertiö, T.-P. (2015). Participatory Apps for Urban Planning - Space for Improvement. *Planning Practice and Research*, 30(3), 303-321. <http://dx.doi.org/10.1080/02697459.2015.1052942>.
- Estes, J. E., & Mooneyhan, D. W. (1994). Of Maps and Myths. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60, 517-524.
- Flanagin, A. J., & Metzger, M. J. (2008). The credibility of volunteered geographic information. *GeoJournal*, 72(3-4), 137-148. <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-008-9188-y>.
- Foody, G. M., See, L., Fritz, S., Van Der Velde, M., Perger, C., Schill, C., Boyd, D. S., & Comber, A. (2015). Accurate attribute mapping from volunteered geographic information: issues of volunteer quantity and quality. *The Cartographic Journal*, 52(4), 336-344. <http://dx.doi.org/10.1179/1743277413Y.0000000070>.
- Garson, S. B. P. (2009). Regiões metropolitanas: diversidade e dificuldade fiscal da cooperação. *Cadernos Metrôpole*, 11(22), 435-451.
- Girres, J.-F., & Touya, G. (2010). Quality assessment of the French OpenStreetMap dataset. *Transactions in GIS*, 14(4), 435-459. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9671.2010.01203.x>.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221. <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>.
- Goodchild, M. F. (2009). NeoGeography and the nature of geographic expertise. *Journal of Location Based Services*, 3(2), 82-96. <http://dx.doi.org/10.1080/17489720902950374>.
- Goodchild, M. F., & Li, L. (2012). Assuring the quality of volunteered geographic information. *Spatial Statistics*, 1, 110-120. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spasta.2012.03.002>.
- Haklay, M., & Weber, P. (2008). OpenStreetMap: User-Generated Street Maps. *IEEE Pervasive Computing*, 7(4), 12-18. <http://dx.doi.org/10.1109/MPRV.2008.80>.
- Haklay, M. (2010). How Good is volunteered geographical information? a comparative study of OpenStreetMap and ordnance survey datasets. *Environment and Planning. B, Planning & Design*, 37(4), 682-703. <http://dx.doi.org/10.1068/b35097>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2018). *IBGE Cidades*. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em em 21 de julho de 2018, de <https://cidades.ibge.gov.br>

- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – IPPUC. (2018). *Dados Geográficos*. Curitiba: IPPUC. Recuperado em 09 de maio de 2019, de <http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>.
- Keates, J. S. (1973). *Cartographic Design and Production*. New York: Longman. 240 p.
- Li, D., Cao, J., & Yuan, Y. (2015). Big data in smart cities. *Science China. Information Sciences*, 58(12), 1-12.
- López, F. J. A. (2002). *Calidad en la producción cartográfica*. Madrid: Ra-Ma Editorial.
- Machado, A. A., & Camboim, S. P. (2016). Diagnóstico da Perspectiva do Usuário na Criação de Infraestruturas de Dados Espaciais Subnacionais: Estudo de Caso para a Região Metropolitana de Curitiba. *Revista Brasileira de Cartografia*, 68(8), 1633-1651.
- Malone, T. W. (2008). What is collective intelligence and what will we do about it? In M. Tovey (Ed.), *Collective intelligence: creating a prosperous world at peace* (pp. 37-40). Oaktown: Earth Intelligence Network.
- Natingue, G. R., Delazari, L. S., & Sluter, C. R. (2018). Proposição de Simbologia para Cartas Derivadas para o Mapeamento Topográfico do Município de Campo Largo – PR. *Revista Brasileira de Cartografia*, 70(2), 508-526. <http://dx.doi.org/10.14393/rbcv70n2-45380>.
- Olteanu-Raimond, A.-M., Hart, G., Foody, G., Touya, G., Kellenberger, T., & Demetriou, D. (2017). The scale of VGI in map production: A perspective of European National Mapping Agencies. *Transactions in GIS*, 21(1), 74-90. <http://dx.doi.org/10.1111/tgis.12189>.
- Open Street Map Foundation – OSM Foundation. (2017). *Open Street Map Foundation*. United Kingdom: OpenStreetMap Foundation. Recuperado em 27 de agosto de 2017, de <http://wiki.osmfoundation.org/wiki/>
- Open Street Map. (2018). *Open Street Map Statistics*. United Kingdom: OpenStreetMap Foundation. Recuperado em 17 de maio de 2018, de https://openstreetmap.org/stats/data_stats.html.
- Pereira, K. D., Augusto, M. J. C., Santos, C. J. B., & Freitas, A. L. (2003). Atualização da Legislação Cartográfica: necessidade nacional. In *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Cartografia*. Belo Horizonte: SBC.
- Raymond, E. S. (1999). *The Cathedral and the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*. Beijing: O'Reilly Media. <http://dx.doi.org/10.1007/s12130-999-1026-0>.
- Rocha, N. (2012) *Novo aplicativo para iPhone: Alaga SP*. Recuperado em 22 de Novembro de 2018, de <https://macmagazine.uol.com.br/2010/02/19/novo-aplicativo-para-iphone-mostra-pontos-de-alagamento-em-sao-paulo/>
- Scassa, T. (2013). Legal Issues with volunteered geographic information. *Canadian Geographer*, 57(1), 1-10. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-0064.2012.00444.x>.
- Sieber, R. E., & Johnson, P. A. (2013). Situating the Adoption of VGI by Government. In D. Z. Sui, S. Elwood, & M. Goodchild (Eds.), *Crowdsourcing geographic knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*. Dordrecht: Springer Science & Business Media.
- Sluter, C. R., & Camboim, S. P. (2009). The National Topographic Mapping as an Indispensable Database for a Brazilian National Spatial Data Infrastructure (NSDI). In *Proceedings of the XXIV International Cartographic Conference, Santiago de Chile*, Chile: NSDI.
- Sluter, R. S., Camboim, S. P., Iescheck, A. L., Pereira, L. B., Castro, M. C., Yamada, M. M., & Araújo, V. S. (2019) A Proposal for topographic map symbols for large-scale maps of urban areas in Brazil. *The Cartographic Journal*, 55(4), 362-377.
- Surowiecki, J. (2005). *The wisdom of crowds*. New York: Anchor Books.
- Surowiecki, J. (2014, 18 de may). The collective intelligence of the Web. *The New Yorker*.
- Touya, G., Antoniou, V., Christophe, S., & Skopeliti, A. (2017). Production of Topographic Maps with VGI: Quality Management and Automation. In G. Foody, L. See, S. Fritz, P. Mooney, A.-M. Olteanu-Raimond, C. C. Fonte & V. Antoniou (Eds.), *Mapping and the Citizen Sensor*. (pp. 61-92). London: Ubiquity Press Ltd.

Urban Systems. (2017). *Ranking Connected Smart Cities*. Santo Amaro: Urban Systems. Recuperado em 7 de Julho de 2018, de <http://www.urbansystems.com.br>.

Wilkinson, D. M., & Huberman, B. A. (2007). Assessing the Value of Cooperation in Wikipedia. *First Monday*, 12(4). <http://dx.doi.org/10.5210/fm.v12i4.1763>.

Editor: Fábio Duarte.

Recebido: Jul. 25, 2018

Aceite: Dez. 22, 2018