

O PROBLEMA DA QUALIDADE DE DADOS ESPACIAIS NA ERA DAS INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS VOLUNTÁRIAS

The Geospatial Data Quality subject in the Volunteered Geographic Information era

JOÃO VITOR MEZA BRAVO
CLAUDIA ROBBI SLUTER

Universidade Federal do Paraná – UFPR
Setor de Ciências da Terra – Departamento de Geomática
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
Caixa Postal 19001, 8131 – 990, Curitiba, Paraná, Brasil
jvbravo@gmail.com; robbi@ufpr.br

RESUMO

Nas últimas décadas, a produção da geoinformação sofreu mudanças devido à difusão das tecnologias computacionais e da Internet. Essas tecnologias permitiram a disseminação das informações geoespaciais, bem como fizeram com que muitos indivíduos fossem conduzidos a uma nova perspectiva de uso e produção de mapas. Nesse sentido, o presente estudo foi desenvolvido na intenção de fornecer suporte de conhecimento para os pesquisadores engajados no entendimento das novas tendências na produção da geoinformação, bem como àqueles que propõem-se a compreender os problemas relacionados à qualidade de dados espaciais no contexto dos usuários produtores da geoinformação. Para alcançar tal objetivo, pode-se dizer que, num primeiro momento, fez-se uma breve revisão historiográfica na qual apresenta-se os conceitos que permitiram o surgimento dos sistemas de informações geográficas voluntárias. A partir desta contextualização, buscou-se relacionar esta temática ao problema da avaliação da qualidade da informação espacial, o qual tem travado, por exemplo, a utilização das informações geográficas voluntárias em órgãos oficiais de mapeamento. Indicou-se que isso ocorre pois os modelos de avaliação utilizados não contemplam as necessidades dos sistemas de informações geográficas voluntárias e, além disso, ressaltou-se a importância do envolvimento da comunidade científica na solução de tais impasses para que seja viabilizado o acesso

de um maior número de indivíduos às informações espaciais atualizadas e de qualidade assegurada.

Palavras-chave: VGI; Qualidade de Dados Espaciais; Historiografia e Conceitos.

ABSTRACT

Throughout the last few decades, the geoinformation production has changed due to the widespread of computer and internet technologies. These technologies allowed the dissemination of geospatial information as well as brought many individuals closer to the usage and production of maps. For this reason, we have designed this paper in order to provide knowledge support for those researchers, which are concerned about understanding the new trends in geoinformation production and spatial data quality issues as well. At first, we discussed few concepts that explain the emergence of the VGI systems, as they currently appear on the internet, through a small historiographical revision. Then, we connected the VGI theme with Spatial Data Quality issues due to the interest of official agencies in the use of the volunteered information for updating their datasets. Actually, we pointed that official agencies are not using VGI because the way we use to assess the Geospatial Data Quality is not fulfilling the needs of a scenario drawn by these systems. Additionally, we have highlighted the importance of the scientific community engagement, by solving troubles concerning VGI quality assessment. That will allow the growth of individuals' amount accessing a qualified and updated geospatial information.

Keywords: VGI; Geospatial Data Quality; Historiography and Concepts.

1. INTRODUÇÃO

A Cartografia encontra-se, face à uma nova perspectiva devido ao desenvolvimento da tecnologia computacional: a informação espacial pode ser produzida e apresentada por qualquer indivíduo que tenha acesso a um computador e à Internet (GRIFFIN & FABRIKANT, 2012; SLOCUM et al, 2009). Nesse sentido, é notável a existência de sistemas que permitem que usuários comuns, sem contato prévio com qualquer tipo de técnica na produção ou manuseio de dados espaciais, construam representações do espaço geográfico. Esses sistemas são os denominados Sistemas *VGI (Volunteered Geographic Information)* ou Sistemas de Informação Geográfica Voluntária (GOODCHILD, 2007) e têm revolucionado a maneira de se entender a Cartografia, mesmo em órgãos oficiais de mapeamento (BEARDEN, 2007; HAKLAY et al, 2008; ANAND et al, 2010; JOHNSON & SIEBER, 2012).

Nesse contexto de transformações (CASTELLS, 2003), a qualidade dos dados geográficos é um dos assuntos que têm figurado em muitas das discussões acadêmicas. Por conta da recente inserção de usuários sem conhecimento em Cartografia na produção da informação espacial, tem-se estudado as mudanças trazidas por este paradigma à análise da qualidade dos dados espaciais. Tema de

pesquisa da Associação Cartográfica Internacional (GUPTILL & MORRISON, 1997), a qualidade atribuída às informações espaciais é, também, objeto de investigação daqueles que procuram compreender as possibilidades de utilização das informações geográficas voluntárias em mapeamentos oficiais (HAKLAY et al, 2008; FLANAGIN & METZGER, 2008; MUMMIDI & KRUMM, 2008). Tamaña importância tem sido dada a essa problemática que, organizações como a ISO (*International Organization for Standardization*), desenvolvem e estudam normas específicas para a adequação das avaliações da qualidade dos dados geográficos ao contexto da era dos “usuários produtores”, ou, “*producers*” (BUDHATHOKI et al, 2008).

Assim sendo, o presente estudo foi concebido com a intenção de apresentar a evolução dos conceitos que permitiram a criação dos sistemas de informações geográficas voluntárias e, também, de se compreender o conceito de qualidade de dados geográficos segundo a pujança da era dos usuários produtores de conteúdo. Para tanto, num primeiro momento, faz-se uma revisão cronológica das proposições que fundamentaram os primeiros passos para a transição do mapeamento analógico para o digital e, também, de um mapeamento digital assistido por profissionais para a produção e disseminação da informação espacial por usuários. Além disso, apresenta-se os sistemas VGI como conceito, assim como as tecnologias que os permeiam e dão suporte ao seu desenvolvimento. Num segundo momento, busca-se compreender o conceito de qualidade de dados espaciais à luz da dinâmica dos “usuários produtores” na atualização de bases de dados geográficos.

2. DA OBJETIVIDADE DE ROBINSON AOS SISTEMAS VGI

A funcionalidade dos mapas, defendida por Arthur Robinson, destacou-se no cenário acadêmico na publicação de sua obra *The Look of Maps* (ROBINSON, 1952): a cartografia evoluía, então, ao status de ciência, amparada pela objetividade por ele advogada (MONTELLO, 2002; KITCHIN & DODGE, 2007). É sabido que os estudos desenvolvidos nessa época limitavam-se à utilização de mapas em papel, pois o mapeamento assistido por computadores emergiria apenas alguns anos mais tarde (SLOCUM et al, 2009).

No final dos anos 1960 e início da década de 1970, a maneira de se produzir mapas começa a ganhar um novo rumo com o surgimento de sistemas computacionais primitivos, desenvolvidos na intenção de se trabalhar com dados espaciais (BURROUGH, 1986; TAYLOR, 1973; COPPOCK & RHIND, 1991). Esboçavam-se, assim, interessantes aplicações na intersecção dos campos do conhecimento da Cartografia e Computação, como sistemas para avaliação de recursos naturais e planejamento territorial (BURROUGH, 1986).

Ainda naquela época, trabalhar com dados espaciais não era uma tarefa fácil, principalmente no que se refere à delimitação de regiões de interesse por meio de técnicas dependentes de mapas em papel: recuperar os limites antes delimitados de maneira analógica, segundo a utilização de mesas de luz, era uma tarefa demasiadamente onerosa e, muitas vezes, impraticável (BURROUGH, 1986). Na

tentativa de solucionar esse problema, urbanistas norte-americanos notaram que era possível combinar informações advindas de mais de um mapa por meio da sobreposição destes, em uma mesa de luz. Howard Fisher desenvolveu um sistema computacional que tinha algumas funções análogas a essa solução, o SYMAP, pontuando um dos primeiros passos para o desenvolvimento dos SIGs (BURROUGH, 1986). Os esforços de Fisher, em Harvard, mostraram à comunidade envolvida na interpretação e produção de informações espaciais, que com um pouco mais de empenho era possível que fossem implementadas funções que permitissem análises sofisticadas dos dados, como aquelas destinadas ao planejamento e estudos ambientais (BURROUGH, 1986; COPPOCK & RHIND, 1991). Dessa maneira, na década de 1970, os investimentos governamentais para o desenvolvimento de sistemas computacionais direcionados ao auxílio de tarefas relacionadas à produção e à análise de dados espaciais aconteceram, principalmente, na América do Norte e na Europa (FAIRBAIN, 1994; BURROUGH, 1986).

Entretanto, deve-se fazer uma ressalva quanto às definições empregadas para alguns termos que surgiram na cronologia deste compêndio, pois nem todos os esforços feitos na intenção de se trabalhar com dados espaciais em computadores culminaram na produção de sistemas como hoje se compreende o conceito de Sistemas de Informação Geográfica. Apenas alguns sistemas que tinham como foco a automação das análises espaciais, é que foram os responsáveis pelo surgimento de tal tecnologia. Paralelamente, o desenvolvimento de sistemas que tinham como propósito a automação da produção de mapas, deram origem ao que se denominou de CAC - *Computer-assisted Cartography* (COWEN, 1988).

Na década de 1980, as duas tecnologias, SIGs e CACs, começaram a convergir, mas isso fora apontado por Taylor (1973), quase uma década antes. Nesse mesmo momento histórico, havia o desenvolvimento de uma interessante área da computação: a computação gráfica. Muito se deve às necessidades dos cartógrafos o crescimento dessa área, a qual recebeu aporte financeiro dos governos que se preocupavam em melhorar a qualidade das representações computacionais do seu espaço geográfico, com a finalidade de aprimorar aspectos relacionados à segurança nacional (CLOUD, 2002). Nessa mesma época, surgiram os sistemas CAD - *Computer-aided Design* - que revolucionaram a forma de se construir representações em grande escala no meio digital. Contudo, esses sistemas não possuíam funções de análise espacial, o que limitava sua utilização aos profissionais que objetivavam produzir mapas sem utilizar esta funcionalidade. O aparecimento dessas tecnologias, aliado ao barateamento de computadores suficientemente potentes, desencadearam a evolução da produção de dados espaciais que se viu nos anos subsequentes (BOURROUGH, 1986; TOMLINSON & PETCHENIK, 1988; COPPOCK & RHIND, 1991; FAIRBAIN, 1994).

Na década de 1990 a utilização de produtos ligados à tecnologia computacional tornou-se soberana (PETERSON, 1997; KÖBBEN & KRAAK, 1999). Juntamente com o crescimento da utilização dos computadores pessoais e do desenvolvimento de redes, como a Internet, na Cartografia passou-se a utilizar esses

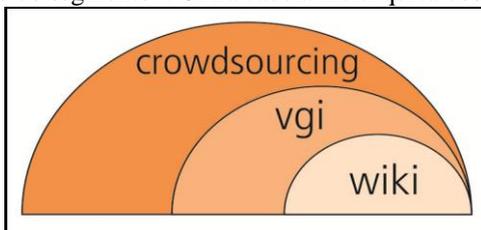
equipamentos como principal plataforma de apresentação dos dados geográficos (FAIRBAIN, 1994; PETERSON, 1997; KÖBBEN & KRAAK, 1999; PETERSON, 2001, CASTELLS, 2003). Para Peterson (1997) a Internet se tornaria, em alguns anos, “a maior forma de distribuição (apresentação) de mapas”. Entretanto, as características da Internet ainda eram pouco dinâmicas no momento em que Peterson postulou essa afirmação. Era a chamada WEB 1.0, intransigente quanto à participação de usuários na produção da informação (O'REILLY, 2007). No mesmo viés, Cormode & Krishnamurthy (2008) chamam de “velha WEB” os sistemas da WEB 1.0 e definem que, à luz desse conceito, a maioria dos usuários atuavam, simplesmente, como consumidores do conteúdo, o que legitima a afirmação de O'Reilly (2007).

No início da década de 2000 surgiu um novo conceito: a WEB 2.0 (O'REILLY, 2007; CORMODE & KRISHNAMURTHY, 2008). Para Cormode & Krishnamurthy (2008), os sistemas concebidos sob o conceito da WEB 2.0 permitem que o usuário participe da criação e disseminação do conteúdo. Esses sistemas também consentem a interligação de toda a estrutura WEB, agora vista como uma plataforma (O'REILLY, 2007). Nesse sentido, se Peterson (1997) já defendia a Internet como grande disseminadora do conteúdo geográfico, mesmo nos moldes da WEB 1.0, Goodchild (2007) ratificou os sistemas WEB como grandes plataformas do crescimento da utilização dos produtos cartográficos, à luz do conceito de WEB 2.0. Os Sistemas WEB para a disseminação do conteúdo geográfico que melhor se adequam a esse perfil conceitual são os chamados sistemas VGI (GOODCHILD, 2007; HAKLAY et al, 2008; HEIPKE, 2010; HAKLAY, 2010; LIU & PALEN, 2010).

2.1 Sistemas de Informação Geográfica Voluntária: Conceitos e Qualidade na era dos “Producers”

Os sistemas VGI têm como sustentação a criação e disseminação de informações geográficas por meio de voluntariado, ou seja, um tipo de “crowdsourcing” dos mapas que abrange os movimentos “wiki” (Figura 1). Para explicar a dinâmica do conceito, Goodchild (2007) utilizou a expressão “cidadãos como sensores” exprimindo que, no contexto atual de disseminação do conhecimento por meio da Internet e do uso de dispositivos móveis, todas as pessoas podem compartilhar informações espaciais em qualquer lugar, a qualquer momento. Exemplos de sistemas VGI podem ser observados na literatura, sendo os mais recorrentes o Wikimapia®, o Openstreetmap (OSM) e o Google Map Maker®. São estes, da mesma maneira, os mais divulgados e utilizados pela comunidade usuária deste segmento (GOODCHILD, 2007, HAKLAY, 2010a; PARKER, 2012).

Figura 1 - Posição do segmento VGI na cadeia hierárquica dos movimentos web.



O conceito presente nos sistemas de informação geográfica voluntária inova o modo de se descrever o espaço geográfico: as *geotags* e os comentários são indicativos importantes do sentimento produzido por um determinado local em pessoas que ali vivem ou que, simplesmente, por ali passaram (OXLEY, 2009; MUMMIDI & KRUMM, 2008; GOODCHILD, 2007). Por exemplo, as toponímias, como forma de descrição do espaço geográfico, deixaram de ser o único subsídio textual para a aquisição do conhecimento espacial (DICK, 1990; TUAN, 1975; MUMMIDI & KRUMM, 2008, BRAVO et al, 2011). Isso significa que essa nova plataforma permite que os usuários insiram conteúdo tal qual achem pertinente (GOODCHILD, 2007), prática a qual estava reservada à descrição dos profissionais que atuavam profissionalmente nas atividades de mapeamento.

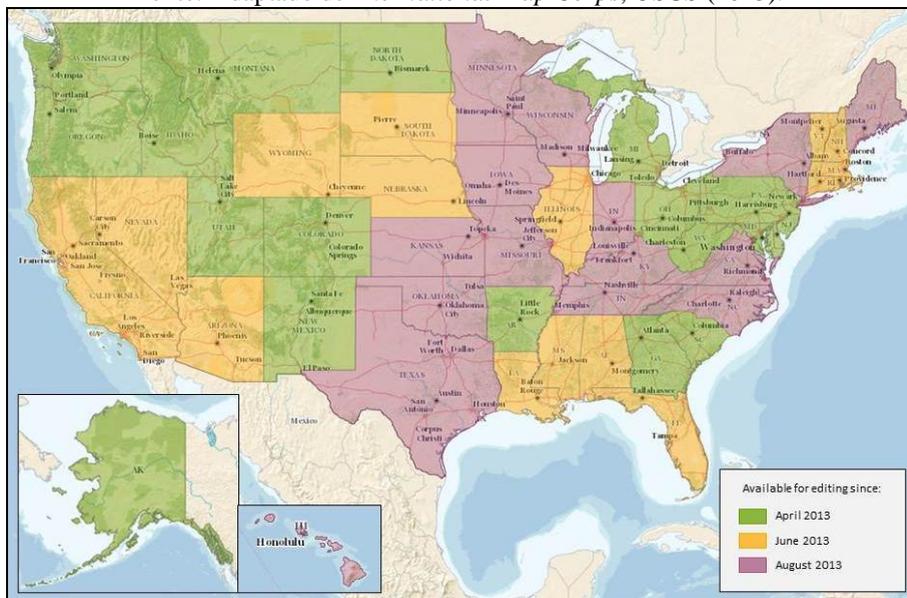
Nesse sentido, nos sistemas VGI os usuários são responsáveis pelo desenvolvimento do conteúdo, organização e manutenção dos dados (PRIEDHORSKY & TERVEEN, 2008), têm um importante papel na disseminação do conteúdo geográfico e atuam como mediadores na difusão do uso dos produtos cartográficos (O'REILLY, 2007; CORMODE E KRISHNAMURTHY, 2008; OXLEY, 2009; GOODCHILD, 2007; HAKLAY et al, 2008, HAKLAY, 2010; GRIFFIN & FABRIKANT, 2012). Reflexo da sua importância foi a criação de uma linha de pesquisa para o desenvolvimento e uso dessa tecnologia, numa das mais importantes agências de geoinformação do mundo, o *Ordnance Survey* - UK (ANAND et al, 2010; ORDNANCE SURVEY, 2013), com a intenção de fomentar pesquisas que propõem compreender as mudanças causadas pela inserção de usuários na construção de bases cartográficas digitais e, também, os aspectos relativos à qualidade atribuída às informações disponibilizadas por voluntários (ANAND et al, 2010; PARKER, 2012; HAKLAY, 2010; ORDNANCE SURVEY, 2013). Semelhantemente, o Serviço Geológico dos Estados Unidos (United States Geological Survey – USGS), responsável pela produção do mapeamento oficial norte-americano, tem investido na utilização das informações geográficas voluntárias para a atualização de suas bases, por intermédio do projeto “The National Map Corps” (USGS, 2013; BEARDEN, 2007).

A Figura 2 ilustra a iniciativa estadunidense, na qual demonstra-se a época em que se tornou possível utilizar as informações geográficas voluntárias para a atualização das bases oficiais em cada um dos Estados norte-americanos.

Nesse sentido, Anand et al (2010), assim como Haklay (2010) e Mummididi & Krumm (2008), buscaram esclarecimento acerca da qualidade das informações geográficas voluntárias em exemplos de sistemas VGI por eles selecionados, na intenção de avaliar a possibilidade da atualização das bases oficiais. Essa demanda se dá por conta da riqueza de conteúdo que só pessoas com o conhecimento de uma determinada região geográfica, podem observar, representar e indicar (GOODCHILD, 2007; LEEUW et al, 2011). Pensando no potencial dos sistemas VGI para esse propósito, Haklay et al (2010) mostraram-se impressionados com “a velocidade com que um conjunto de dados foi coletado”, referindo-se à colaboração de um grupo de 150 pessoas na cobertura dos arruamentos de uma porção do território inglês. Isso demonstrou, para eles, que os sistemas VGI têm, claramente, muito a contribuir com a atualização das bases oficiais.

Figura 2 - Data de permissão do uso de VGI para a atualização das bases oficiais nos Estados norte-americanos.

Fonte: Adaptado de *The National Map Corps, USGS* (2013).



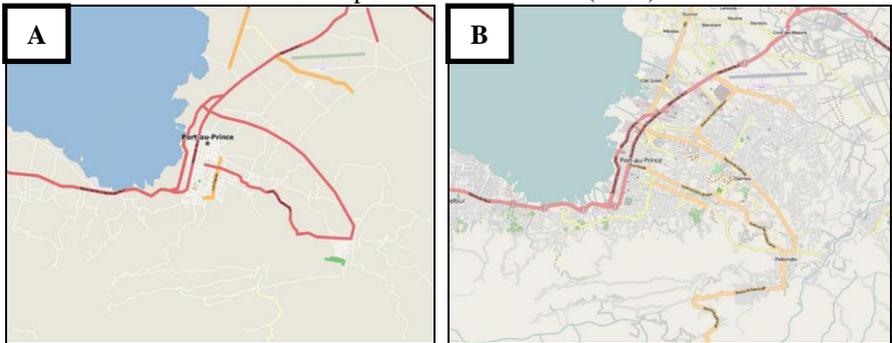
Nessa mesma linha, Haklay (2010) pesquisa outra importante variável: a qualidade posicional das informações geográficas voluntárias. Ele, ao comparar dados provenientes do OpenStreetMap com outros, advindos da base cartográfica do Ordnance Survey, percebeu que as pessoas conseguem, com pouco conhecimento sobre Cartografia, construir representações relativamente acuradas: quando mais acurados, os dados estão a menos de 2 metros da posição real; quando menos

acurados, têm em torno de 20 metros de diferença para a base oficial. Esses dados são extraídos de fontes diversas e Heipke (2010) aponta algumas das mais importantes: os sistemas de posicionamento acoplados aos dispositivos móveis e, as ortofotos e imagens. São produtos ou tecnologias aos quais as pessoas têm acesso diariamente, mesmo que de forma indireta. Dessas duas fontes emanam grande parte das informações voluntárias, tendo como estímulo as motivações dos usuários em disseminar seu conhecimento geográfico (COLEMAN et al, 2009).

Coleman et al (2009) pesquisaram a motivação dos usuários VGI quando estes disponibilizam suas próprias informações nos sistemas WEB. Tais autores determinaram uma diversidade interessante de causas como, por exemplo, o altruísmo e o favorecimento pessoal. Por outro lado Coleman et al (2009) revelaram que, dada a dimensão e a complexidade do alcance dos sistemas VGI, é difícil que sejam classificadas todas as intenções dos usuários deles participantes. Entretanto, dessas motivações é que surge, por exemplo, o que Zook et al (2010) descreveram, conforme ilustrado na Figura 3. Após o terremoto de janeiro de 2010, que devastou o Haiti, havia a necessidade de serem respondidas apenas duas perguntas: quem precisava de ajuda e em qual lugar? (ZOOK et al, 2010). O OpenStreetMap mostrou-se uma eficiente (GARLANDINI & FABRIKANT, 2009) ferramenta ao possibilitar o salvamento dos flagelados, uma vez que, voluntários utilizaram imagens de alta resolução, disponibilizadas pela Google e pela Bing, para descrever possíveis caminhos na base do sistema; estes caminhos, por sua vez, foram utilizados pelas equipes de busca, quando precisava-se obter informações acerca das áreas devastadas e rotas mais rápidas para o acesso.

Figura 3 – Base do OSM na região do terremoto antes (A) e após (B) o incidente.

Fonte: Adaptado de ZOOK *et al* (2010).



Todavia, não só motivações altruístas são destacadas nos exemplos dados na literatura. Surgem, também, problemas como os estudados por Haklay (2010b; 2013), que notou que, ao contrário do afirmado por Goodchild (2007), nos sistemas VGI existe um tipo de segregação, na qual porções e/ou feições do espaço geográfico tornam-se mais importantes do que outras. Ele exemplifica que na

Inglaterra as áreas rurais ou “periféricas” são menos detalhadas do que importantes aglomerados urbanos (HAKLAY et al, 2010), fato este que pode estar ligado ao que Leeuw et al (2011) encontraram. Em seus estudos, estes autores concluíram que pessoas com conhecimento do local classificam as informações mais acuradamente do que pessoas sem esse conhecimento; logo, quanto maior o número de indivíduos vivendo numa determinada localidade, maior e, talvez, melhor, será o número de informações a ela relacionado (LEEUW et al, 2011; FLANAGIN & METZGER, 2008). Isso é ocasionado pelo interesse natural que têm as pessoas em descrever o espaço por elas conhecido, afirmação exposta por Tuan (1975), o que também pode justificar a segregação apontada por Haklay et al (2010; 2013). Castells (2003) faz importantes apontamentos no que se refere à “geografia da internet” e indica que há sim uma maior concentração de usuários, servidores e demanda em determinadas porções do espaço geográfico (DRAHOS, 1995). Isso pode ocasionar, bem como, justificar tal segregação, o que abre possibilidades para que se estude melhor esse tema.

Em suma, num olhar mais abrangente, para Haklay (2010) e Johnson & Sieber (2012), existe um grande potencial de uso dos sistemas VGI no contexto do mapeamento oficial. Contudo, eles indicam que muitos problemas devem ser estudados para que as informações contidas nos sistemas VGI se adequem aos padrões de qualidade das agências oficiais de mapeamento (MUMMIDI & KRUMM, 2008; ANAND et al, 2010; VAN EXCEL et al, 2010; BRAVO et al, 2013).

Deste modo, pode-se notar pelas discussões apresentadas, que o tema “qualidade” é recorrente na literatura quando se trabalha com informações geográficas voluntárias. Nesse sentido, como uma das intenções deste trabalho é discutir a atual abordagem ao tema qualidade de dados espaciais, entende-se que é necessário que se perceba como se pensa qualidade de dados espaciais tanto no contexto moderno dos usuários produtores ou “producers” — VGI (BUDHATHOKI et al, 2008), quanto no contexto clássico — PGI (Professional Geographic Information).

2.3. Qualidade da Informação Espacial: Transições e Conceitos

Parker (2012) indica que a informação geográfica advinda de pessoas com conhecimento sobre Cartografia (PGI) é aquela “criada por meio de técnicas tradicionais ou profissionais” (KEßLER & GROOT, 2013). Esse tipo de informação foi, por muito tempo, a única existente e a abordagem na qual é concebida será denominada nesta discussão, como visão “clássica”. Entende-se, portanto, que do ponto de vista clássico do conteúdo PGI, o processo de criação das informações contidas num mapa guarda mecanismos de avaliação de qualidade conhecidos, como aqueles estudados nos capítulos da obra “Elements of Spatial Data Quality”, organizada por Guptill & Morrison (1997), ou mesmo, nas normas da ISO:19113 “Geographic Information – Quality Principles” (ISO, 2001). Por conseguinte, estudar a qualidade de dados geográficos no contexto PGI é, sobremaneira, menos

oneroso que no VGI, pois, é possível afirmar que pouco se sabe sobre a qualidade das informações geográficas voluntárias além daquelas tentativas sintetizadas, aqui, pelos estudos de Haklay (2010), Parker (2012) e Keßler & Groot (2013).

Sabe-se que, com a crescente participação de usuários imperitos em Cartografia na produção e na disseminação de informação espacial, dilataram-se as complicações para se estudar os elementos indicadores da qualidade (GRIFFIN & FABRIKANT, 2012). Nesse sentido, há de se pensar em novos critérios de avaliação da qualidade, baseados em conceitos que levem em consideração a influência dos fatores que antes eram inoperantes no processo de criação e disseminação das informações geográficas, bem como, há de se criar modelos que assimilem a entrada de usuários no processo de disseminação e produção da geoinformação (PARKER, 2012; MOONEY & CORCORAN, 2012).

Entretanto, já existem alguns interessantes esboços de caminhos para se estudar a qualidade das informações geográficas voluntárias. De maneira mais abrangente, segundo a ISO:19113, qualidade é composta pela “totalidade das características de um produto que afetam sua capacidade de satisfazer necessidades explícitas e implícitas”, i.e., satisfazer os requisitos (SOMMERVILLE, 2003). Neste contexto, satisfazer os requisitos significa satisfazer as necessidades e/ou expectativas, por exemplo, dos usuários de um determinado produto. Esses requisitos foram previamente definidos por meio de estudos prospectivos, como os feitos por meio dos processos de Engenharia de Requisitos (SOMMERVILLE, 2003).

Na Cartografia, os pesquisadores buscam compreender o conceito de qualidade por meio de dois aspectos: a qualidade posicional e a semântica. Como também afirmado outrora, a maior parte destas pesquisas concentram-se no quão posicionalmente acurados são tais dados; pouco se conhece acerca de sua qualidade semântica, muito menos sobre os fatores humanos envolvidos em sua concepção (PARKER, 2012; MOONEY & CORCORAN, 2012; VAN EXCEL, DIAS & FRUIJITIER, 2010). Sabe-se, no entanto, da importância da satisfação do usuário para se atribuir o grau de qualidade às informações geográficas, o que está relacionado aos fatores humanos estudados por Parker (2012) e, também, à qualidade semântica (VAN EXCEL et al, 2010). Adota-se, portanto, neste artigo, a proposição de que a satisfação do usuário é o principal indicador, o qual deve servir de parâmetro para a avaliação final da qualidade (semântica e posicional) (IVÁNOVÁ et al, 2013), conceito atrelado à usabilidade (ANDRIENKO et al, 2002; VAN ELZZAKER, 2004; PARKER, 2012; BROWN et al, 2012; ISO, 2011).

Dessa maneira, o produto de geoinformação, como forma de representação de categorias (MACEACHREN, 1991; 1995), deve comunicar-se com os indivíduos de modo a salientar os aspectos da paisagem os quais são importantes para as tarefas desempenhadas por quem os usa (VAN ELZAKKER, 2004). Além disso, tal representação precisa ser elaborada de acordo com um propósito bem esclarecido, para que auxilie os usuários nas tarefas por eles desenvolvidas e atinja um grau efetivo de qualidade. De todo o modo, isso quer dizer que todo e qualquer produto

e/ou processo deve ser desenvolvido de acordo com as necessidades dos usuários para que seja aferido, com clareza, seu grau de pertinência para a tarefa a ser auxiliada.

Entretanto, a forma como é conduzida a etapa de investigação das necessidades dos usuários dos produtos de geoinformação, pode ser compreendida como um elemento de fragilidade à reprodução dos procedimentos de reconhecimento de tais necessidades. Pensando em suprir essa demanda, van Elzakker (2004) desenvolveu uma metodologia de investigação de uso de produtos de geoinformação, baseando-se em experimentos práticos que deram respostas substanciais à compreensão das necessidades dos usuários de tais produtos. Para ele, os mapas são peças fundamentais no desenvolvimento das relações humanas no espaço geográfico, pois permitem que os indivíduos visualizem todas as informações necessárias de maneira simplificada, filtrada. Van Elzakker (2004) ainda indica que para se obter filtros que funcionem, o que deve ser melhorado são os métodos empregados na obtenção dos requisitos.

Além das tentativas de van Elzakker (2004), sabe-se que há poucos trabalhos científicos que propuseram técnicas a serem aplicadas para se conhecer as necessidades dos usuários que trabalham com mapas (SLUTER et al, 2013). No entanto, em outras áreas, como é o caso da Engenharia de Software, existem procedimentos estabelecidos que garantem que o desenvolvimento de produtos seja feito a contento das necessidades dos consumidores, gerando satisfação por parte dos usuários. Esses procedimentos permitem a homogeneização da aquisição do conhecimento necessário para produção de soluções por parte do desenvolvedor. Cabe, então, à Engenharia de Requisitos guiar o desenvolvimento de softwares, ou estabelecer metodologias para se conhecer as necessidades dos usuários (SOMMERVILLE, 1992; NUSEIBEH & EASTERBROOK, 2000; ZAVE, 1997), os quais podem ser aplicados na Cartografia.

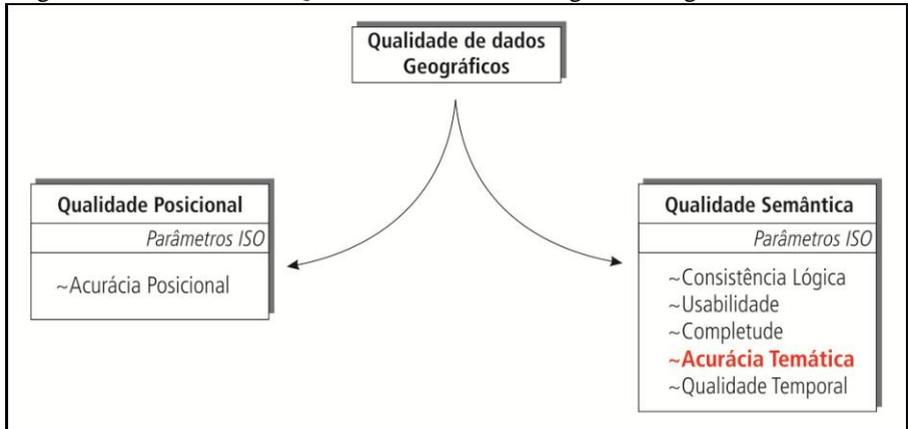
Na Engenharia de Requisitos presume-se que os requisitos são definidos de acordo com o “universo do discurso” que, por sua vez, é a visão real ou hipotética do mundo que inclui tudo aquilo que for de interesse (do usuário) (SOMMERVILLE, 1992). Para que o universo do discurso seja bem compreendido, os procedimentos de elicitação dos requisitos devem ser desenvolvidos a contento da premissa de se conhecer as necessidades dos usuários. As especificações do produto final devem conter, portanto, a descrição do universo do discurso e os procedimentos de elicitação dos requisitos, afim de traduzir essa realidade para uma base de dados compatível com as necessidades dos usuários (SOMMERVILLE, 1992).

Apesar de serem bem definidos os procedimentos de elicitação dos requisitos, o processo de atribuição de qualidade à informação pode, ainda, ser subjetivo, mesmo diante de toda essa sistematização. Isso ocorre, pois um mesmo produto de geoinformação, por exemplo, pode servir para diversas atividades; portanto, a pergunta que resta é: como qualificá-los? A ISO (International Organization for Standardization) é uma das organizações que têm se preocupado com esse tema.

Atenta às necessidades dos usuários e produtores da informação espacial, estudou maneiras de se atribuir qualidade aos produtos de geoinformação e aos processos a eles relacionados; tentou desnudar, também, a forma como é classificada a qualidade, seus atributos, bem como, os parâmetros de avaliação que a constituem. Entretanto, o fez de maneira genérica e com uma abordagem voltada às necessidades de órgãos oficiais, mais próxima ao contexto clássico de produção cartográfica. Apesar de abrangerem muitos aspectos relevantes à aferição do grau de pertinência de informações espaciais muito próximos àqueles assinalados por Guptill & Morrison (1997), não contemplam, por exemplo, aspectos que surgiram com as mudanças na produção da geoinformação, itens materializados na concepção dos sistemas de informações geográficas voluntárias.

Nesse sentido, os parâmetros da qualidade das informações espaciais definidos pela ISO:19114 (ISO, 2001) e reavaliados na ISO:19157 (ISO, 2011), estão representados no esquema a seguir (Figura 4). Eles são os elementos norteadores da avaliação da qualidade das informações espaciais, bem como, balizadores da aferição da compatibilidade dessas informações com um determinado contexto de uso. Ainda na Figura 4, destaque especial é dado ao item “acurácia temática” uma vez que é neste elemento no qual funda-se o estudo da confiabilidade semântica, entidade que abrange aspectos que englobam características interessantes às investigações que propõem-se a estudar a qualidade semântica das informações geográficas.

Figura 4 – Parâmetros da Qualidade dos Dados Geográficos segundo a ISO:19157.



No esquema da Figura 4 pode-se observar que a qualidade atrelada às informações geográficas, segundo a ISO:19157, é decomposta em dois tipos: qualidade posicional e qualidade semântica (o que não difere em nada do esquema que é adotado para as pesquisas tanto em PGI quanto em VGI). Portanto, pode-se dizer que a qualidade posicional é mensurada por meio da averiguação da acurácia

posicional associada à feição cartográfica. Nesse sentido, a ISO:19157 (ISO, 2011) define:

□ *Acurácia Posicional*: acurácia da posição das feições num determinado sistema de referência espacial.

Adicionalmente, tem-se os elementos indicadores da qualidade semântica num outro campo. No esquema da Figura 4 é possível observar o grande peso atribuído à avaliação da qualidade nesta modalidade, uma vez que existem cinco parâmetros de análise a ela associados. Suas componentes e respectivas definições, segundo a ISO:19157 (ISO, 2011) são as que seguem:

□ *Consistência Lógica*: grau de aderência às regras lógicas da estrutura de dados, atribuição e relacionamentos;

□ *Usabilidade*: é baseada nos requisitos dos usuários e na aderência que têm as informações às necessidades destes;

□ *Completeness*: presença ou falta de feições, seus atributos ou relacionamentos;

□ *Acurácia Temática*: acurácia dos atributos quantitativos, quão corretos são os não quantitativos e as classificações das feições e seus relacionamentos.

□ *Qualidade Temporal*: qualidade dos atributos temporais e dos relacionamentos temporais entre feições.

Ao se analisar os parâmetros, bem como suas componentes descritivas, percebe-se que ainda há uma lacuna acerca do entendimento dos fatores humanos envolvidos na atribuição da qualidade às informações geográficas, exceto no item “acurácia temática”, modalidade na qual alguns pesquisadores acreditam englobar a avaliação da confiabilidade semântica (PARKER, 2012; FLANAGIN & METZGER, 2008; KEßLER & GROOT, 2013). Segundo Parker (2012), entender os fatores humanos envolvidos na criação da informação espacial permitirá a atribuição da qualidade a esta, bem como possibilitará o uso de informações geográficas voluntárias em atividades que demandam o esclarecimento de tal aspecto: mas, se os fatores humanos não foram estudados nem para o contexto clássico por instituições como a ISO, como entendê-los, então, no contexto moderno do voluntariado? Parker (2012) admite a dificuldade de se estudar tais fatores, contudo, adverte que tentativas devem ser feitas para que, num futuro próximo, as informações geográficas voluntárias circulem dentro das agências oficiais de mapeamento como verdadeiras aliadas ao processo de atualização, e por que não dizer de construção, das bases cartográficas oficiais.

3. CONCLUSÕES

Por intermédio de uma discussão conceitual, foi possível observar que, num primeiro momento, a produção de dados geográficos estava centrada em profissionais com conhecimento formal em cartografia (PGI). Baseando-se em Peterson (1997; 2001), O’Reilly (2007) e em outros autores, apontou-se que a Internet, em comunhão com diversas outras mudanças tecnológicas ocorridas no decorrer das últimas seis décadas, foi o que impulsionou a disseminação dos

produtos cartográficos no cotidiano das pessoas e, conseqüentemente, mudou os componentes clássicos operantes na produção da informação espacial.

Assim sendo, as discussões de Peterson (1997; 2001) permitiram que se desenhasse o relacionamento de suas ideias com aquelas mais atuais acerca do papel dos usuários sem conhecimento em cartografia para com a produção de dados geográficos. E foi no conceito dos sistemas produzidos à luz da WEB 2.0 que se buscou fundamentação para se explicar o nascimento dos sistemas VGI, suas funcionalidades, bem como as discussões científicas acerca de sua natureza e potencialidades. Em Goodchild (2007), Haklay (2010), Flanagan & Metzger (2008), Parker (2012) e alguns outros autores, construiu-se a problemática da qualidade de dados geográficos na era dos “producers” (BUDHATHOKI et al, 2008). Nas normas da ISO, buscou-se os conceitos relativos ao tema qualidade de dados geográficos. Nesta tarefa verificou-se a inexistência de propostas que considerem os fatores humanos (e.g., interação humanos computadores, esquemas de conhecimento, categorização mental) na verificação da qualidade, tema que já tem figurado na literatura científica, assim como nos estudos de Parker (2012), Mooney & Corcoran (2012) e Keßler & Groot (2013).

Procurou-se mostrar a evolução dos conceitos que modificaram a forma como se pensa em Cartografia, nas últimas décadas. Suscintamente, atrelou-se à problemática trabalhada, o conceito de qualidade, o qual permeia grande parte das discussões acerca da conexão das bases cartográficas oficiais com aquelas não oficiais, voluntárias. Indicou-se que os sistemas VGI, como escopo de pesquisa recente, têm se mostrado importantes plataformas de estudo nas quais grandes institutos de mapeamento têm ancorado suas expectativas no tocante à atualização de suas bases de informação (BEARDEN, 2007; VAN EXCEL, 2010; USGS, 2013, HAKLAY, 2010; HAKLAY, 2013). Todavia, é importante ressaltar que existem desafios que travam a interligação de tais sistemas com aqueles oficiais e é responsabilidade da comunidade científica solver tais impasses, possibilitando que o maior número possível de indivíduos tenha acesso a informações espaciais atualizadas e de qualidade assegurada.

Portanto, intencionou-se sinalizar com este artigo que há de se discutir um movimento de adequação que faça desmotivar a inércia para o melhoramento de ambas as esferas de produção de geoinformação — oficial e não oficial. Por exemplo, na maioria dos países cujos momentos tecnológicos (CASTELLS, 2008) promovem grandes evoluções das ferramentas de gestão do território, assim como no Brasil, as ações de integração, como as Infraestruturas de Dados Espaciais, têm como marcos regulamentadores normas que, por vezes, atrapalham a inserção deste tipo de plataforma de disseminação do conteúdo geográfico num contexto mais dinâmico, como aquele incitado pelos sistemas VGI. Isso quer dizer que, precisa-se pensar em quais termos as normas efetivamente protegem a qualidade das informações das bases oficiais e, também, em quais termos prejudicam os avanços das iniciativas integradoras.

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela bolsa GM (Mestrado), processo 132398/2012-5, concedida ao pós-graduando João Vitor Meza Bravo, bem como à bolsa produtividade PQ2 concedida à pesquisadora Prof^a. Dr^a. Claudia Robbi Sluter. Agradecemos, também, aos professores Dr. Fernando Luiz de Paula Santil, Dr^a. Maria Cecília Bonato Brandalize, Dr^a. Luciene Stamato Delazari e Dr^a. Ivana Ivánová, pelas contribuições no desenvolvimento das discussões.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAND, S.; MORLEY, J.; JIANG, W.; DU, M.; HART, G. JACKSON, M. When worlds collide: combining Ordnance Survey and Open Street Map data. *Proceedings of agigeocommunity* 10, 2010.
- ANDRIENKO, N.; ANDRIENKO, G.; VOSS, H.; BERNARDO, F.; HIPÓLITO, J.; KRETCHMER, U. Testing the usability of interactive maps in Common GIS. *Cartography and Geographic Information Science*, v.29, n.4, , 2002. pp.325
- BEARDEN, M. J. The National Map Corps, 2007. Disponível em <[www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Bearden paper.pdf](http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Bearden_paper.pdf)>, acessado em outubro de 2013.
- BURROUGH, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Clarendon Press, 1986.
- BROWN, M.; SHARPLES, S.; HARDING, J.; PARKER, C. J.; BEARMAN, N.; MAGUIRE, M.; FORREST,D.; HAKLAY, M.; JACKSON, M. *Usability of Geographic Information: current challenges and future directions*. Applied Ergonomics, 2012. (no prelo).
- BUDHATHOKI, N. R.; BRUCE, B. C.; NEDOVIC-BUDIC, Z. Reconceptualizing the role of the user of spatial data infrastructure. *GeoJournal*, vol. 72, 2008
- CASTELLS, M. *A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade*. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 2003.
- CLOUD, J. American Cartographic Transformations during the Cold War. *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 29, n. 3, 2002. pp. 261-282
- COLEMAN, J. D.; GEORGIADOU, Y.; LABONTE, J. Volunteered Geographic Information: The nature and motivation of producers. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, vol.4, 2009.
- COPPOCK, J. T.; RHIND, D. W. The History of GIS. In: MAGUIRE, M. F.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. Harlow, U.K.: Longman Group. 1991. pp. 21-43.
- CORMODE, G.; KRISHNAMURTHY, B. Key differences between Web 1.0 and Web 2.0. *First Monday*, vol.13, n.6, 2008.
- COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 54, n. 11, 1988.

- DICK, M. V. P. A. *A motivação toponímica e a realidade brasileira*. São Paulo: Edições Arquivo do Estado de São Paulo, 1990.
- ELZAKKER, C. P. J. M. Van, *The Use of Maps in the Exploration of Geographic Data*. Tese de doutoramento, Netherlands Geographical Studies 326, ITC, Utrecht/Enschede. 2004.
- FAIRBAIN, D. J. The frontier of cartography: mapping a changing discipline. *Photogrammetric Record*, vol.14, n. 84, 1994. pp. 903-915.
- FLANAGIN, A. J.; METZGER, M. J. The credibility of volunteered geographic information. *GeoJournal*, vol. 72, 2008.
- GARLANDINI, S.; FABRIKANT, S. I. Evaluating the effectiveness and efficiency of visual variables for geographic information visualization. In: WRAC'H, F. A.; HORNSBY, K. S.; CLARAMUNT, C.; DENIS, M.; LIGOZAT, G. (eds). *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5756, Springer, 2009. pp. 159-176
- GOODCHILD, M. F. Citizens as sensors: the world of Volunteered Geography. *GeoJournal*, vol. 69, 2007.
- GRIFFIN, A. L.; FABRIKANT, S. I. More Maps, More Users, More Devices Means More Cartographic Challenges. *The Cartographic Journal*, vol. 49, n. 4, 2012. pp. 298-301.
- GUPTILL, S. C.; MORRISON, J. L. Elements of Spatial Data Quality. *International Cartographic Association: Elsevier*, 1997. 201p.
- HAKLAY, M. Neogeography and the delusion of democratisation. *Environment and Planning A*, vol. 45, n. 1, 2013. pp. 55-69
- HAKLAY, M. How good is a Volunteered Geographical Information? A comparative study of Open Street Map and Ordnance Survey datasets. *Environmental Planning B, Planning Dev.*, vol. 37, n.4, 2010.
- HAKLAY, M. M.; BASIOUKA, S.; ANTONIOU, V.; ATHER A. How Many Volunteers does it take to map na area well? The validity of Linus's law to Volunteered Geographic Information. *The Cartographic Journal*, vol. 47, n. 4, 2010.
- HAKLAY, M.; SINGLETON, A.; PARKER, C. Web Mapping 2.0: The Neogeography of GeoWeb. *Geography Compass*, n. 2, vol. 6, 2008.
- HEIPKE, C. Crowdsourcing Geospatial Data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 65, 2010.
- ISO 19113: Geographic Information - Quality Principles. *International Organization for Standarization*, 2001.
- ISO 19114: Geographic Information - Quality Evaluation Procedures. *International Organization for Standarization*, 2001.
- ISO 19157: Geographic Information - Data Quality. *International Organization for Standarization*, 2011.
- IVÁNOVÁ, I.; MORALES, J.; de BY, R. A.; BESHE, T. S.; GEBRESILASSIE, M. A. Searching for Spatial data resources by fitness for use. *Journal of Spatial Science*, vol. 58, n. 1, 2013. pp. 15-28

- JOHNSON, P. A.; SIEBER, R. E. Motivations driving government adoption of the Geoweb. *GeoJournal*, vol. 77, 2012.
- KEßLER, C.; GROOT, R. T. A. Trust as proxy measure for the quality of Volunteered Geographic Information in the case os OpenStreetMap. In: VANDENBROUCKE, D.; BUCHER, B.; CROMPVOETS, J. Geographic Information Science at the Heart of Europe. Springer Lecture Notes in *Geoinformation and Cartography*, 2013. pp. 21–37
- KITCHIN, R.; DODGE, M. Rethinking Maps. *Progress in Human Geography*, vol. 31, n. 3, 2007.
- KÖBBEN, B.J. AND KRAAK, M.J. (1999) Web cartography: dissemination of spatial data on the web. In: *Proceedings of the 2nd AGILE conference on Geographic Information Science*, Association of Geographic Information Laboratories in Europe, Roma, 1999. pp. 14-18
- LEEuw, J.; SAID, M.; ORTEGAH, L.; NAGDA, S.; GEOGIADOU, Y.; DEBOLIS, M. An assessment of the accuracy of Volunteered Road Map Production in Westerns Kenya. *Remote Sensing*, n. 3, 2011. pp. 247-256
- LIU, S.; PALEN, L. The New Cartographers: Crisis Map Mashups and the Emergence of Neogeographic Practice. *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 37, 2010.
- LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. *Sistemas e Ciência da Informação Geográfica*. 3ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 2013. 540p.
- MACEACHREN, A. M. The role of maps in spatial knowledge acquisition. *The Cartographic Journal*, London, v. 28, p. 152-162, 1991.
- MACEACHREN, A. M. *How maps work: representation, visualization, and design*. New York: The Guilford Press, 1995.
- MACEACHREN, A. M. Cartography and GIS: Facilitating collaboration. *Progress in Human Geography*, vol. 24, n.3, 2000. pp. 445-456
- MONTELLO, D. Cognitive Map-Design Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches. *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 29, n. 3, 2002.
- MORRISON, J.L. *Topographic mapping for the twenty first century*. In: RHIND, D. Framework of the world. Cambridge: Geoinformation International, 1997.
- MMUMIDI, L. N.; KRUMM, J. Discovering points of interest from users' map annotations. *GeoJournal*, vol. 72, 2008. pp. 215-227
- NUSEIBEH, B.; EASTERBROOK, S. Requirements Engineering: A Roadmap. In: *Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering (ICSE)*, New York, 2000. pp. 35-46
- O'REILLY, T. What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Communications & Strategies*, vol.65, n.1, 2007.
- ORDNANCE SURVEY. Site <<http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/>>, acessado em março de 2013.
- OPENSTREETMAP. Site <www.openstreetmap.org>, acessado em abril de 2013.

- OXLEY, A. Web 2.0 Applications of Geographic and Geospatial Information. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, vol.35, n. 4, 2009. pp. 43-48
- PARKER, C. J. A *Human Factors Perspective on Volunteered Geographic Information*. Tese de doutoramento. Loughborough University, UK, 2012.
- PETERSON, M. P. Trends in Internet map use. In: *Proceedings of the 19th ICA Conference*, Ottawa, 1997.
- PETERSON, M. P. The Development of Map Distribution through the Internet. In: *Proceedings of the 21st International Cartographic Conference*, Beijing, China, 2001.
- PRIEDHORSKY, R.; TERVEEN, L. The Computacional Geowiki: what, why, and how. In: *Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 2008. pp. 267-276
- SHIVANAND, B.; DRAGIEVI, S. *Collaborative Geographic Information Systems*. Idea Group Publishing, United States, 2006
- SLOCUM, T. A.; MCMASTER, R. B.; KESSLER, F. C.; HOWARD, H. H. *Thematic Cartography and Geovisualization*. 3rd ed. EUA: Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 2009.
- TAYLOR, D. R. F. The Canadian Cartographer and the computer: present trends and future challenges. *Cartographica*, vol.10 , n.3 , 1973.
- TOMLINSON, R. F.; PETCHENIK, B. B. Reflections on the revolution: the transition of analogue to digital representations of space. *The American Cartographer*, vol. 15, n. 3, 1988.
- TUAN, Y. Images and Mental Maps. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 65, n. 2, 1975.
- TURNER, A. Neogeography - towards a definition. A weblog posting. Disponível em <<http://highearthorbit.com/neogeography-towards-a-definition/>>, publicado em 2007, acessado em agosto 2012.
- USGS, United States Geological Survey. The National Map Corps. Disponível em <www.nationalmap.gov/TheNationalMapCorps/>, acessado em outubro de 2013.
- WIKIMAPIA. Site, disponível em <www.wikimapia.org>, acessado em outubro de 2012.
- ZEVA, P. Classification of research effort in requirements engineering. *ACM Computer Surveys (CSUR)*, v. 29, n .4, 1997. pp. 315-321.
- ZOOK, M.; GRAHAM, M.; SHELTON, T.; GORMAN, S. Volunteered Geographic Information and Crowdsourcing Disaster Relief: A Case Study of the Haitian Earthquake. *World Medical & Health Policy*, vol. 2, n. 2, 2010.

(Recebido em agosto 2014. Aceito em novembro de 2014).