

Avaliação da qualidade de dados geospaciais: uma abordagem moderna

Isabella Lorenzini da Silva Teixeira¹
Britaldo Silveira Soares Filho¹
Marcelo Antonio Nero²
William Leles de Souza Costa¹
Amanda Ribeiro de Oliveira¹
Lilian Aline Machado¹

¹ Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG/CSR
Av. Antônio Carlos, 6627 - IGC, Sala 206, Pampulha, 31270-010 - Belo Horizonte - MG,
Brasil
{isabellalst, amanda.geo, lilian.aline.machado}@hotmail.com
{britaldo, william}@csr.ufmg.br

² Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG/IGC
Av. Antônio Carlos, 6627 - IGC, Pampulha, 31270-010 - Belo Horizonte - MG,
Brasil
marcelo-nero@ufmg.br

Abstract. Spatial information is essential for urban planning, public services, management and security. To be successfully a spatial data needs to be aware of the quality of information. In a context of popularization through the internet, increased demand and widespread use of digital spatial data, it is necessary specific research on data quality. This paper proposes the qualification of information given by the Brazilian Institute of Geography and Statistics, National Spatial Data Infrastructure and the Center of Remote Sensing of the Federal University of Minas Gerais based on the analysis of positional accuracy standards, accuracy attribute, completeness, metadata and logical consistency. It is also evaluated the web design. By selecting three maps of each institution it was rated the quality level of the information provided by them, in order to better understand the rules, data quality standards, metadata, the mistakes and how the violation of these elements impair the quality and reduce the credibility of the information provided.

Keywords: Spatial information, spatial data assessment, metadata.

1. Introdução

O uso de informações espaciais é indispensável à ocupação do espaço, planejamento urbano, serviços públicos, gerenciamento e segurança. Para que dados geográficos espaciais sejam utilizados com sucesso é necessário o conhecimento da qualidade dessas informações (LAZZAROTTO, 2005). Os recursos tecnológicos disponíveis viabilizam velocidade na troca de informações e obtenção de dados, trazendo assim, alguns benefícios na disseminação da geoinformação. Porém, a disponibilidade desse grande volume de dados, torna seu uso cada vez mais generalizado, reduzindo sua confiabilidade (LAZZAROTTO, 2005 e VEREGIN, 1995).

A popularização do uso de dados espaciais por meio da internet, banalizou a informação espacial e, com isso, vivencia-se uma revolução geoespacial, onde a cada dia aumentam o número de usuários (SALISSO FILHO, 2013 e SANTOS, 2010). Esse avanço tecnológico aumenta, e muito, o número de usuários leigos – sem conhecimentos fundamentais de mapeamento – e, conseqüentemente, muitas vezes o cuidado com a qualidade dos dados e da informação são postos em segundo plano (SANTOS, 2010). O desconhecimento da qualidade de tais informações, por parte do usuário, permite a disseminação de dados de má qualidade, isto é, a falta da adequação da informação impossibilita a decisão segura acerca de um determinado dado: se está apto ou não a atender sua demanda (SALISSO FILHO, 2013).

A partir do aumento da demanda e da generalização do uso de dados espaciais digitais se fazem necessárias pesquisas específicas sobre a avaliação da qualidade das informações espaciais, na finalidade de promover uma seleção do conjunto de dados geográficos mais adequados às necessidades ou requisitos da aplicação, auxiliando na compreensão, utilização e análise de dados (SANTOS, 2010).

O presente artigo tem como objetivo demonstrar uma metodologia para avaliar a qualidade de dados a partir dos parâmetros da acurácia posicional, acurácia de atributo, linhagem, completeza, coerência lógica e metadados.

2. Bases conceituais

2.1 Acurácia

Ao abordar sobre a qualidade de dados geoespaciais se faz necessário em primeira instância discorrer sobre a precisão e sobre a acurácia (WEBER *et al.*, 1999). De acordo com este modelo, o erro é tido como a discrepância entre o valor real da feição que se deseja representar e o valor codificado de um dado atributo, dessa forma, a acurácia constitui uma medida de exatidão, do quão próximo o dado se encontra do valor verdadeiro, em que o erro é definido pela discrepância dos dados espaciais em relação à realidade (VEREGIN, 1995).

A acurácia posicional é o produto da mensuração de quanto o dado diverge (em relação a posição absoluta, posição relativa e a forma) espacialmente daquele tomado como referência, ou seja, é a discrepância entre a localização real do dado e a localização em sua representação (SALISSO FILHO, 2013). A acurácia posicional de um dado espacial é obtida comparando-se o posicionamento horizontal e vertical deste dado em relação à posição mais provável no terreno (WEBER *et al.*, 1999). O teste da exatidão posicional é realizado através de funções trigonométricas ou estatísticas conhecidas, como por exemplo, o desvio médio quadrado, sendo seus valores absolutos ou relativos (WEBER *et al.*, 1999).

A acurácia de atributos por sua vez, refere-se à confiabilidade dos dados descritivos, buscando informar o quão legítimo e livre de tendências está o atributo. Em outras palavras, avalia as componentes temáticas de um dado espacial em relação à realidade (WEBER *et al.*, 1999). Dessa forma, é possível fazer estimativas através de funções estatísticas que tem a finalidade de mediar a concordância dos atributos em relação ao real.

2.2 Linhagem

A linhagem corresponde a descrição detalhada dos passos seguidos na criação dos dados, tais como: fonte de dados, processo de coleta, método de análise, sistema de referência, parâmetros de transformação de projeção e resolução dos dados, indicando assim, quais foram as transformações que o dado sofreu ao longo do seu processo de construção (WEBER *et al.*, 1999 e SALISSO FILHO, 2013). Inclui informação temporal (como a data de criação do dado), bem como, informações mais precisas, sobre quais dados originais foram utilizados, a escala, o meio e a descrição dos processos (WEBER *et al.*, 1999 e SALISSO FILHO, 2013). A linhagem propõe informações completas e compostas com valores quantitativos e textos descritivos na finalidade de registrar o histórico do dado para seus usuários (SALISSO FILHO, 2013).

Frequentemente, os produtores de dados comunicam sua linhagem através de metadados que abordam toda a transformação do processo de construção do dado, sendo esse parâmetro de qualidade, um dos mais importantes, permitindo ao usuário a escolha de um conjunto de dados para uma aplicação específica.

2.3 Completeza

Completeza ou completude relaciona-se à quantidade de informações ausentes em um dado espacial, em outras palavras, é a ausência de feições ou atributos que deveriam ser representados. A completude é subdividida em completude de dados e completude de modelo (VEREGIN, 1995 e SALISSOFILHO, 2013). A primeira refere-se à descrição da quantidade de entidades em um banco de dados espacial relacionando-o com a quantidade de dados no mundo real. Enquanto a completude de modelo associa-se a acurácia e, portanto, indica o quão precisa está a base de dados (SALISSO FILHO, 2013). Dessa forma, a completeza analisa a integridade dos dados, de forma a mensurar o erro de omissão e generalizações entre um banco de dados e sua especificação, tendo em vista que, mesmo um dado generalizado pode ser completo se ele contém todos os objetos descritos na especificação (VEREGIN, 1995).

As medidas de completeza são relacionadas ao quão correto e completo estão os dados referentes à realidade (SALISSO FILHO, 2013 e VEREGIN, 1995). Em vista disso, são sugeridas duas medidas de quantificar a completeza de dados, são elas: A omissão que informa o percentual de dados faltantes em relação a especificação e a comissão referente ao percentual de dados presentes que não existem na especificação do dado (SALISSO FILHO, 2013).

2.4 Coerência Lógica

Coerência ou consistência lógica refere-se à ausência aparente de contradições em um banco de dados (VEREGIN, 1995). Para especificar conformidade são utilizadas regras topológicas e a integridade de estruturas de dados, no intuito de formalizar um padrão de comportamento e assim, verificar se existe consistência em diferentes feições de um conjunto de dados (VEREGIN, 1995 e SALISSO FILHO, 2013). Por exemplo: regras topológicas identificam se uma edificação não ocupa dois terrenos ao mesmo tempo, ou se o limite de polígonos vizinhos não estão se cruzando. Regras de dimensionalidade, por sua vez, averiguam que deve existir apenas um ponto em um determinado local, linhas devem ser cruzadas em nós e polígonos devem ser delimitados por linha. Enquanto regras de atributo averiguam, por exemplo, que não existem dados censitários de uma doença em uma quadra sem população. (VEREGIN, 1995 e SALISSO FILHO, 2013).

2.5 Metadados

Os metadados são parte dos elementos que garantem a qualidade do conjunto de dados. Haja vista sua importância, a Comissão Nacional de Cartografia criou o perfil dos Metadados Geoespaciais do Brasil – MGB que tem por finalidade especificar um padrão nacional de metadados geoespaciais, estabelecer um controle de qualidade na produção de dados e informações, bem como, garantir a interoperabilidade entre os diversos sistemas facilitando o compartilhamento de dados (CONCAR, 2011). Para isso, o perfil busca padronizar a terminologia utilizada, viabilizar a integração de informações, identificar o produtor de dados e possibilitar a transferência e os requisitos mínimos de divulgação de dados (CONCAR, 2011).

Devido ao grande número de instituições e empresas que participam na cadeia de produção e distribuição de dados geoespaciais, a CONCAR viu a necessidade de estabelecer um conjunto de normas e padrões comuns visando o compartilhamento, geração, armazenamento, acesso, divulgação e uso de dados.

3. Os provedores de Dados

As bases de dados digitais que serão utilizadas para elaboração da metodologia de análise de qualidade são: base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a

plataforma virtual da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais– INDE e a base de dados do Centro de Sensoriamento Remoto – CSR da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

A base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística têm por finalidade analisar espacialmente o território brasileiro. Dentre suas principais funções, o Instituto realiza o senso demográfico, produção e análise de informações sociais, econômicas, estatísticas e geográficas, estruturação e implantação de um sistema de informações ambientais, bem como, a coordenação dos sistemas estatísticos e cartográficos nacionais (IBGE, 2015). A plataforma virtual do IBGE busca espacializar uma visão completa do país e constitui-se como o principal provedor de dados e informações brasileiro (IBGE, 2015).

A Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, por sua vez, trata-se de uma compilação de dados geoespaciais existentes nas instituições do governo brasileiro. O propósito da INDE é catalogar e integralizar as bases de dados dos órgãos públicos da esfera federal, estadual, distrital e municipal (INDE, 2015). A disponibilização de informações, dados e metadados são viabilizadas através do portal SIG Brasil (INDE, 2015).

O Centro de Sensoriamento Remoto – CSR da UFMG é um laboratório que desenvolve pesquisas no âmbito da análise e modelagem de sistemas ambientais, com ênfase no desenvolvimento de modelos de simulação do uso e da cobertura do solo, bem como, as dinâmicas florestais, urbanas e de balanço de carbono (CSR, 2015). Sob a óptica da valoração de serviços ecossistêmicos, planejamento territorial e cadeias produtivas sustentáveis, o Centro de Sensoriamento Remoto desenvolveu uma plataforma virtual com temáticas relacionadas aos seus objetivos e projetos, disponível para toda comunidade científica.

4. Avaliação da Qualidade dos Dados Espaciais

4.1 Base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Um dos pontos negativos da biblioteca virtual do IBGE é sua fragmentação em diversas interfaces, o que dificulta ao usuário selecionar o dado que melhor o atende e identificar quais informações e serviços estão disponíveis. Devido à presença de inúmeros endereços eletrônicos que o instituto disponibiliza, optou-se por analisar mapas apenas do repositório mais atual, disponível no endereço: <http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa365>. Esse portal possui um *layout* novo, onde o IBGE disponibiliza 22 mil mapas cadastrados que concentra recursos de visualização, compartilhamento e busca de dados (IBGE, 2015). A busca por dados é classificada em três formas: tema, publicação e tipo de extensão do mapa - que objetiva facilitar o acesso às informações - e além disso, o instituto permite que o usuário cadastrado personalize os mapas através de anotações e compartilhe com demais internautas.

Entretanto, a interface não apresenta informações acerca das componentes temáticas, sequer dos valores de escala, *datum* ou projeção cartográfica do dado, sem que seja necessário o *download*, o que dificulta o usuário selecionar qual mapa melhor o atende. A desorganização de pastas e subpastas também é outro ponto negativo do *website*.

No que se refere a avaliação dos cinco parâmetros de qualidade (acurácia de atributos, acurácia posicional, linhagem, completeza e coerência lógica), foram selecionados três *shapes* do repertório IBGE. Todos os três mapas apresentaram falhas nas componentes temáticas com erros de comissão - percentual de dados presentes que não existem na especificação do dado – (Figura 1) e falta de informações referente a linhagem – na qual observa-se a presença ou não de uma descrição completa e detalhada do seu histórico – (Figura 2), comprometendo a qualidade do dado.

FID	Shape *	NOME	SHAPE AREA	SHAPE LEN
0	Polygon	Caatinga	67,971323	72,915234
1	Polygon	Cerrado	171,505402	213,925401
2	Polygon	Pantanal	12,919577	29,416603
3	Polygon	Pampa	16,701764	30,911749
4	Polygon	Amazônia	342,023059	178,768469
5	Polygon	Mata Atlântica	96,939781	195,304313

Figura 1: Tabela de atributos do mapa. Fonte: IBGE (2016).

Figura 2: Informações e Metadado do mapa. Fonte: IBGE (2016).

Com relação ao parâmetro de consistência lógica - a ausência aparente de contradições na base de dados – observou-se que todos os três mapas analisados possuem coerência. No que diz respeito à acurácia posicional, - avalia-se o quanto o dado diverge espacialmente daquele tomado como referência – não pôde ser realizado a análise pois, não há informações disponíveis no dado para que possam ser feitos os cálculos estatísticos, além do mais tal certificação fugiria dos objetivos do trabalho.

4.2 Base de dados da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE

A plataforma virtual da INDE possui uma interface mais organizada se comparada a do IBGE (2016), isso porque, em sua tela inicial as informações estão claras, divididas por temas e de fácil acessibilidade, como pode-se observar pela existência de uma barra lateral descrita como “Geo Serviços” que leva o usuário diretamente a informações sobre visualizador de mapas catálogos de metadados, diretório brasileiro de dados geoespaciais, ferramentas e catálogos de serviços. Entretanto, a desorganização dos temas das pastas e subpastas dificulta a busca de informações por parte do internauta (Figura 3).

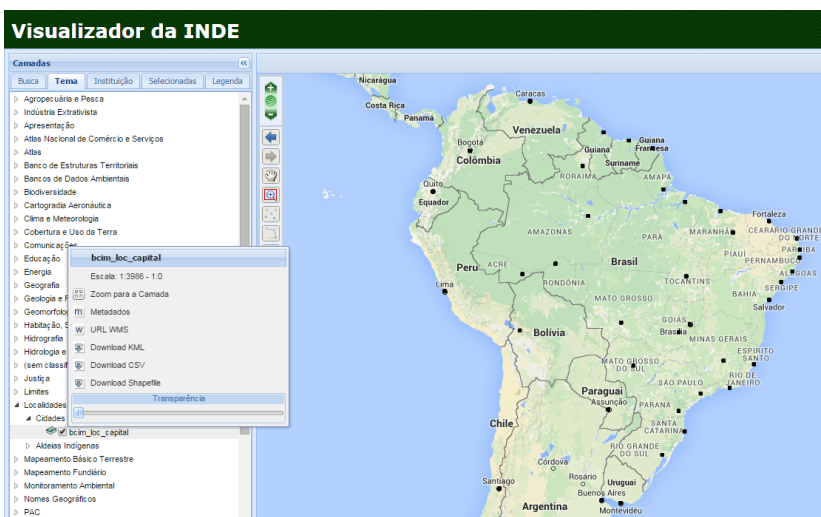


Figura 3: Visualizador de mapas da INDE. Fonte: INDE (2016)

Ao clicar com o botão direito em cima do *layer* do mapa desejado é possível obter informações da escala, metadados e *download*. Entretanto, apesar da existência do acesso ao usuário a informações descritivas, muitos mapas não possuem metadados e uma mensagem de erro aparece ao tentar baixá-los. Nos três mapas selecionados para avaliação de qualidade observou-se um alto percentual de dados faltantes com ausência de valores ou definições, bem como excesso de atributos que são irrelevantes ou contêm a mesma informação, o que pode ser exemplificado pela Figura 4 abaixo:

FID	Shape	cod bioma	nom bioma	val_area_k	val_perime	idf1	ds sintese	ds bioma
0	Polygon	003Magua	Zona Econômica Exclusiva, 200 milhas	3248031.7	21206.463	1		
1	Polygon	002Magua	Massa Dagua Costeira - Zona Contigua, 24 milhas	143940.95	13178.28	2		
2	Polygon	001Magua	Massa Dagua Costeira - Mar Territorial, 12 milhas	227548.07	17729.635	4		
3	Polygon	000Magua	Massa Dagua Continental	161697.68	68807.671	5		
4	Polygon	AMZ	Amazônia	4081272,5	65995.444	3	O Bioma Amazônia ocupa cerc	Os critérios unifica
5	Polygon	CAAT	Caatinga	818697.32	14190.658	8	O Bioma Caatinga abrange vári	O termo caatinga é
6	Polygon	CER	Cerrado	2027478,9	34393,786	7	O Bioma Cerrado ocorre princi	O Bioma Cerrado é
7	Polygon	MAT	Mata Atlântica	1085150,7	29847,464	6	O Bioma Mata Atlântica ocupa	Compreende um cc
8	Polygon	PMP	Pampa	163644,16	4812,064	10	O Bioma Pampa com uma área	Abrange a metade
9	Polygon	PTN	Pantanal	149433.81	4014.776	9	O Bioma Pantanal ocupa aprox	O Bioma Pantanal é

Figura 4: Tabela de atributos. Fonte: INDE (2016)

Referente à avaliação da linhagem, todos os três mapas analisados possuíam um histórico detalhado, com informações do autor, título, data, resumo, status e extensão cartográfica, sendo disponibilizado também o *download* de todas as extensões, o que confere confiabilidade dos dados. Em relação a mensuração de contradições aparente na base de dados, constatou-se que todos os três mapas possuem consistência lógica a julgar pela conformidade da feição. A acurácia posicional, novamente não pôde ser realizada, pois, não há informações disponíveis no dado para que possam ser feitos os cálculos estatísticos.

4.3 Base de dados do Centro de Sensoriamento Remoto – CSR

A página do Centro de Sensoriamento Remoto segue o padrão de organização do INDE (CONCAR, 2011) com uma barra lateral que contém as especificações do conteúdo do site, dentre essas informações, está o Servidor de Mapas, que ao ser clicado direciona à plataforma de mapas do laboratório. Além disso, o servidor possui uma ferramenta de ajuda que apresenta um “passo a passo” de como navegar pela interface, sendo também disponibilizado na mesma ferramenta, um feedback com perguntas e sugestões.

Em termos organizacionais o CSR encontra-se um passo à frente se comparado aos demais servidores aqui relatados, isso porque, a interface apresenta pastas e subpastas com títulos auto-explicativos, legenda de todos os mapas, metadados, *download*, *zoom* e especificações da tabela de atributos na própria interface, sem que seja necessário baixar o arquivo para acessar informações descritivas do dado (Figura 5).

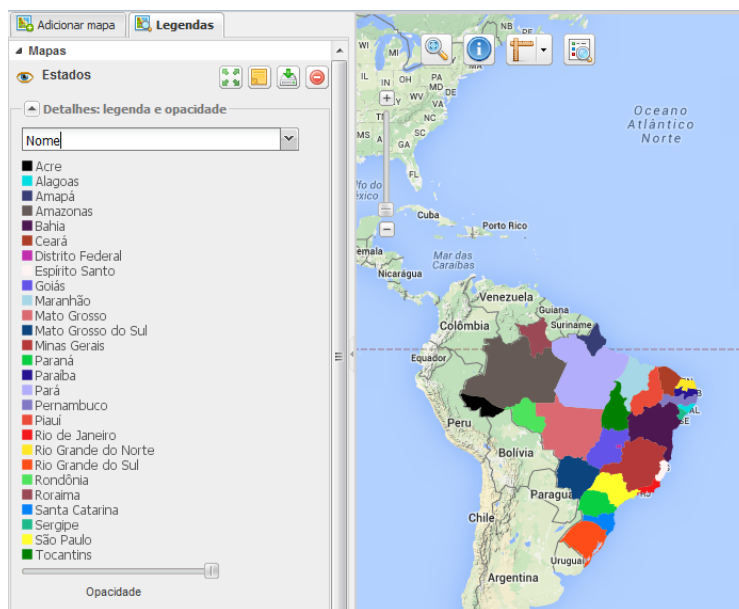


Figura 5: Interface do Servidor de Mapas. Fonte: CSR (2016)

Com a finalidade de promover uma comparação entre as bases, também foram selecionados três arquivos *shapefiles* para qualificar os cinco padrões de qualidade. Em todos os três mapas ao analisar as componentes temáticas, observa-se que não há dados incompletos ou sem especificação, não há informações irrelevantes, além disso, o nome da coluna e do *shape* são claros, objetivos e auto-explicativos, como pode ser visto na Figura 6.

FID	Shape	Trafeqo	Situacao	Data Pav	Revestimen	Fonte	Pista	Jurisdicao	Descricao	Codigo	Nome
1452	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	PA370	Não informado	PA-370
1452	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174	Não informado	BR-174
1452	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Não Informada	Não informado	Não informado	Não info
1452	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Não Informada	Não informado	Não informado	Não info
1452	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	PA370	Não informado	PA-370
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174	Não informado	BR-174
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174	Não informado	BR-174
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174	Não informado	BR-174
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174	Não informado	BR-174
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Não Informada	Não informado	Não informado	Não info
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174	Não informado	BR-174
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR401	Não informado	BR-401
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	Estrada da Balbina	Não informado	AIM-240
1453	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	Estrada da Balbina	Não informado	AIM-240
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174	Não informado	BR-174
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174/BR210	Não informado	BR-174/
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	BR174/BR210	Não informado	BR-174/
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Não Informada	Não informado	Não informado	Não info
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	PA370	Não informado	PA-370
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	PA370	Não informado	PA-370
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Não Informada	Não informado	Não informado	Não info
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	PA431	Não informado	PA-431
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	PA431	Não informado	PA-431
1454	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Estadual	PA370	Não informado	PA-370
1455	Polyline	Permanente	Construido	Não informado	Pavimentado	sipam	Não info	Federal	Cuiabá-Santarém	Não informado	BR-163

Figura 6: Tabela de atributos do mapa de rodovias do Brasil. Fonte: CSR (2016)

No que diz respeito à análise da linhagem, todos os *shapes* em análise detêm metadados com informações acerca do título, descrição, fonte, escala, código da categoria do tópico, extensão cartográfica, tipo de representação espacial, sistema de coordenada, editores do metadado,

especificação da tabela de atributos e uma visão geral do mapa. Ao realizar a mensuração da consistência do dado observa-se que todas as informações possuem conformidade em relação à definição da feição, o que lhe confere consistência lógica.

Por fim, a avaliação da acurácia foi comprometida pois, não há informações disponíveis no dado para que possam ser feitos os cálculos estatísticos.

5. Considerações finais

A partir das análises feitas, foi possível compreender melhor qual a finalidade das normas e padrões de qualidade de dados, dos metadados, dos erros cometidos e como a infração desses elementos prejudicam a qualidade e diminuem a credibilidade das informações fornecidas pelas instituições. Dessa forma, o presente trabalho busca não somente apontar as falhas investigadas nas bases de dados, mas conscientizar e atentar as instituições da necessidade de verificar a qualidade de dados disponibilizados, atribuindo maior confiança e crédito aos repositórios virtuais.

Referências

- Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil - MGB**. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/111@Perfil_MGB_homologado_nov2009_v1.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- Centro de Sensoriamento Remoto (CSR). Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/>>. Acesso em: 13 ago. 2015.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual Técnico em Geociências. Nº 8, Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ManuaisdeGeociencias/Nocoes%20basicas%20de%20cartografia.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2015.
- Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Disponível em: <<http://www.inde.gov.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.
- Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE). Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 07 mai. 2015.
- Santos Junior, W. M. S. e Ribeiro, G. P. Qualidade dos dados geográficos disponibilizados em ambiente de sistema de informação geográfica na internet. In **Anais: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife, 2012. p.1-8.
- Lazzarotto, D. R. **Avaliação da qualidade de base cartográfica por meio de indicadores e sistema de inferência Fuzzy**. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- Salisso Filho, J. L. S. **Avaliação da Qualidade do Dado Espacial Digital de Acordo com Parâmetros Estabelecidos por Usuários**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) - Universidade de São Paulo, 2013.
- Santos, A. P. **Avaliação da Acurácia Posicional em Dados Espaciais com Uso da Estatística Espacial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- Veregin, H.; Hargitai, P. An evaluation matrix for geographical data quality. In Guptill S. C.; Morrison J. L. (eds). **Elements of Spatial Data Quality**. Oxford: Elsevier, 1995, p.167-188.
- Weber, E.; Anzolch, R.; Lisboa Filho, J.; Costa, A.C. e Iochpe, C. **Qualidade de Dados Geoespaciais**. Relatório de Pesquisa: Curso de Pós-Graduação em Ciências da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.