Manuais Técnicos em Geociências

número
13

Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Presidente da República
Michel Miguel Elias Temer Lulia

Ministro do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
Dyogo Henrique de Oliveira

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Roberto Luís Olinto Ramos

Diretor-Executivo
Fernando J. Abrantes

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Claudio Dutra Crespo

Diretoria de Geociências
Wadih João Scandar Neto

Diretoria de Informática
José Sant`Anna Bevilaqua

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
David Wu Tai

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Maysa Sacramento de Magalhães

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências

Coordenação de Cartografia
Patrícia do Amorim Vida Costa

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociencias
Coordenação de Cartografia

Manuais Técnicos em Geociências
número 13

Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais

Rio de Janeiro
2017

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISSN 0103-9598 **Manuais técnicos em geociências**
Divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências

ISBN 978-85-240-4423-6 (meio impresso)

© IBGE. 2017

Produção do *e-book*
Roberto Cavararo

Capa
Ubirata O. dos Santos/Marcos Balster Fiore - Coordenação de *Marketing*/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Ilustração
Fabio Muniz de Moura - Gerência de Editoração - CDDI

Avaliação da qualidade de dados geoespaciais / IBGE, Coordenação de Cartografia. - Rio de Janeiro : IBGE, 2017.

96p. : il. - (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 13)

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-240-4423-6

1. Controle de qualidade 2. Cartografia – Manuais, guias, etc. 3. Modelo de dados geoespaciais I. IBGE. Coordenação de Cartografia. II. Série.

Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais CDU 658.562
RJ/IBGE/2017-17 CART

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*

Sumário

Apresentação

Introdução

Qualidade de dados: uma abordagem geoespacial

Conceitos de qualidade

- Qualidade do produto *versus* qualidade do processo
- Visão do produtor *versus* visão do usuário

Normas para dados geoespaciais

- Normas internacionais para dados geoespaciais
- Normas nacionais para dados geoespaciais

Elementos de qualidade de dados espaciais

- Consistência lógica
- Completude
- Acurácia posicional
- Acurácia temática
- Acurácia temporal
- Usabilidade

Amostragem aplicada a dados geoespaciais

Erro amostral tolerável e tamanho da amostra

Aspectos principais na coleta de amostras

Métodos de amostragem: por julgamento ou probabilística

Inspeção amostral orientada por área

Inspeção amostral orientada por feição

Plano de inspeção amostral

Tamanho da amostra (n) segundo o nível de inspeção e o LQA

Números de aceitação (Ac) segundo o tamanho da amostra (n) e o LQA

Tamanho da amostra (n) segundo o nível de inspeção e a QL

Números de aceitação (Ac) segundo o tamanho do lote (N) e a QL

Metodologia de avaliação da qualidade

Etapa de produção ou conjunto de dados espaciais finalizado

Preparo da avaliação da qualidade

Catálogo de medidas de qualidade

Ordem de avaliação dos elementos de qualidade

Elaboração do plano de amostragem

Método de inspeção: amostral ou completo

Inspeção completa

Inspeção amostral

Classes de ocorrências

Relatório de qualidade

Metadados geoespaciais: informando a qualidade do produto cartográfico ao usuário

Considerações finais

Referências

Apêndices

1 Medidas de qualidade de consistência lógica

2 Medidas de qualidade de completude

3 Medidas de qualidade de acurácias

Lista de figuras

1 - Qualidade de um produto cartográfico

2 - Níveis de abstração

3 - Visão do produtor *versus* visão do usuário

4 - Pirâmide de implementação de normas ISO

5 - Inspeção de consistência topológica em limites municipais

6 - Inspeção de completude em hidrografia

7 - Inspeção de acurácia posicional relativa

8 - Inspeção de acurácia temática de nomes geográficos

9 - Estratégias de amostragem

10 - Distribuição espacial de unidades de amostragem

11 - Curva Característica de Operação (CCO) de um plano de amostragem

12 - Metodologia de avaliação de qualidade

13 - Catálogo de medidas de qualidade

14 - Ordenação da avaliação da qualidade dos dados

15 - Fluxograma da inspeção completa

16 - Fluxograma da inspeção amostral

17 - Inspeção orientada por feição segundo um plano de amostragem

18 - Inspeção orientada por área segundo um plano de amostragem

19 - Classes de ocorrência de consistência topológica, completude, acurácia temática e acurácia posicional

20 - Perfil MGB

21 - Inspeção de consistência topológica (geometria) na classe de feições geográficas de terras indígenas

22 - Inspeção de consistência topológica (conectividade) na classe de feições geográficas de trecho de energia elétrica

23 - Inspeção de consistência topológica entre as classes de feições geográficas de ilha e banco de areia

24 - Operador de generalização combinação

25 - Inspeção de completude (omissão)

26 - Inspeção de completude (comissão)

27 - Inspeção de completude orientada por feição

28 - Exemplo de inspeção de acurácia temática de nomes geográficos

29 - Inspeção da correta classificação de trechos rodoviários

30 - Ortomosaico e pontos de verificação de Caetés/MG

31 - Diagrama de dispersão com círculo de frequência de 90%, boxplot e histogramas por componente planimétrica (em metros) .

32 - Inspeção de acurácia posicional absoluta

Lista dos gráficos

1 - Análise preliminar na fase de preparação da avaliação da qualidade

2 - Frequência de inconsistências topológicas de geometria

3 - Frequência de inconsistências topológicas de conectividade

4 - Frequência de inconsistências topológicas entre classes

5 - Frequência de ocorrências por elemento de qualidade

Lista dos quadros

1 - Normas, padrões e especificações para mapeamento da INDE

2 - Elementos de qualidade de dados espaciais

3 - PEC Planimétrico

4 - PEC Altimétrico

5 - Letra-código de acordo com o tamanho do lote e nível de inspeção

6 - Tamanho da amostra (n) e número de aceitação (Ac) segundo a letra-código e o LQA

7 - Qualidade limite (QL) em % segundo o tamanho do lote (N) e o nível de inspeção

8 - Tamanho da amostra (n) e número de aceitação (Ac) segundo o tamanho do lote e a QL

9 - Plano de amostragem de um lote da BC100

10 - Componentes descritores básicos de uma medida de qualidade

11 - Validação topológica na mesma classe: anomalias de geometria

12 - Validação topológica na mesma classe: anomalias de conectividade

13 - Validação topológica entre classes de hidrografia

14 - Validação topológica entre classes de transporte

15 - Validação topológica entre classes de hidrografia e transporte

16 - Validação topológica entre classes de hidrografia, localidade e relevo

17 - Padrão de exatidão cartográfica para a escala 1:250 000

Lista de siglas e abreviaturas

α_0 - Risco do produtor

β_1 - Risco do usuário

E_0 - Erro amostral tolerável

Ac - Número de aceitação

ASB - Abastecimento de Água e Saneamento Básico

ADM - Administração Pública

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BC100 - Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:100.000

BC250 - Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:250.000

CCO - Curva Característica de Operação

CDG - Conjunto de Dados Espaciais

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia

ET-ADGV - Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais

ET-CQDG - Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais

ET-EDGV - Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais

ET-PCDG - Especificação Técnica de Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais

ET-RDG - Especificação para a Representação de Dados Geoespaciais

ECO - Estrutura Econômica

EDU - Educação e Cultura

ENC - Energia e Comunicação

GNSS - Sistema Global de Navegação por Satélite

HID - Hidrografia

IDE - Infraestrutura de Dados Espaciais

INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe

ISO - International Organization for Standardization

LIM - Limite

LOC - Localidades

LQA - Limite de Qualidade Aceitável

N - Tamanho do lote

n - Tamanho da amostra

NBR - Norma Brasileira

NSDI - National Spatial Data Infrastructure

NQA - Nível de Qualidade Aceitável

NQI - Nível de Qualidade Inaceitável

NRCAN - Natural Resources Canadá

p - Proporção de itens defeituosos

PEC - Padrão de Exatidão Cartográfico

Perfil MGB - Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil

QGIS - Quantum GIS

QL - Qualidade Limite

Re - Número de rejeição

REL - Relevo

SIG - Sistema de Informações Geográficas

TRA - Sistema de Transporte

UTM - Universal Transversa de Mercator

VEG - Vegetação

Convenções

-	Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento;
..	Não se aplica dado numérico;
...	Dado numérico não disponível;
x	Dado numérico omitido a fim de evitar a individualização da informação;
0; 0,0; 0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente positivo; e
-0; -0,0; -0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente negativo.

Apresentação

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, por meio da presente publicação, apresenta a *Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais*. A metodologia proposta neste documento segue as orientações de normas internacionais, de especificações técnicas nacionais e da literatura sobre o tema. O objetivo principal é orientar as inspeções de qualidade de produtos geocientíficos, retratar a qualidade dos dados geoespaciais e atingir níveis de conformidade demandados, tanto pelo produtor, quanto por seus usuários.

Na **Introdução** enfatiza a necessidade de adoção de padrões numa Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). No Capítulo **Qualidade de dados: uma abordagem geoespacial** é apresentada uma visão geral do conceito de qualidade, a visão de produtor e a visão do usuário, a qualidade de um produto com representação geoespacial, normas e padrões para dados geoespaciais e os elementos de qualidade de dados espaciais. Já o Capítulo **Amostragem aplicada a dados geoespaciais** aborda conceitos e métodos de amostragem aplicados na avaliação de dados espaciais, assim como a elaboração de planos de amostragem, com base em níveis de inspeção e aceitação de qualidade. O Capítulo **Metodologia de avaliação da qualidade** sintetiza os conceitos abordados nos tópicos anteriores, descreve uma diretriz para a inspeção de qualidade de um produto geoespacial, a elaboração de catálogos de medidas de qualidade e relatórios de qualidade independentes. Por fim, o Capítulo **Metadados geoespaciais: informando a qualidade do produto cartográfico ao usuário** ressalta a importância de relatar as aferições de qualidade nos metadados do produto. Nos **Apêndices** são apresentados exemplos de medidas de qualidade, agrupadas em consistência lógica, completude e acurácias (temática, temporal e posicional), para alguns produtos geociêntíficos do IBGE.

A abordagem deste documento visa a inspeção de produtos cartográficos, entretanto, as métricas adotadas podem ser aplicadas durante o processo de produção de qualquer área das geociências.

Wadih João Scandar Neto
Diretor de Geociências

Introdução

No processo de produção geocientífica, é natural a busca pela qualidade do conjunto de dados espaciais, seja este um mapa de cobertura e uso da terra, uma imagem ortorretificada, uma base cartográfica contínua ou um atlas nacional.

A constante evolução tecnológica vem propiciando à área de geociências um aumento na produção, demanda, acesso e número de usuários de informações geoespaciais. O processo de produção de dados geocientíficos é complexo e envolve operações e métodos específicos, com profissionais altamente qualificados. No entanto, para acompanhar esta evolução sem perder a qualificação dos dados espaciais, é necessária a adoção de padrões (DALMOLIN; LEAL, 2001; FREITAS, 2005; NOGUEIRA JÚNIOR, 2003).

As Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE), através dos metadados geoespaciais, facilitam o acesso aos conjuntos de dados espaciais, produzidos e em produção. Entretanto, embora proporcionem o acesso, deixam em dúvida a certeza e a adequabilidade do produto geoespacial ao usuário. A literatura e as normas internacionais citam determinados aspectos de qualidade a serem observados no conjunto de dados espaciais, como a consistência lógica, a completude, as acurácias (posicional, temática e temporal) e a usabilidade.

A qualidade ancora os dados à realidade, descreve e dá ideia de um vácuo existente entre o modelo do mundo real e o próprio mundo real (RODRÍGUEZ PASCUAL, 2012). Neste sentido, uma IDE pressupõe qualidade, pois a elaboração e a adoção de padrões fornecem condições para controlar o processo de produção de dados espaciais e estabelecem níveis de conformidade de qualidade dos produtos cartográficos gerados (ARIZA LÓPEZ, 2002; LUNARDI, 2012).

A série de normas internacionais ISO 19100 contém padrões e orientações destinados a informações geográficas. Dentre elas, a Norma ISO 19157:2013 aborda especificamente o tema da qualidade do conjunto de dados espaciais. Ressalta-se que a Norma ISO 19157:2013 substituiu as Normas ISO 19113:2002, 19114:2003 e 19138:2006.

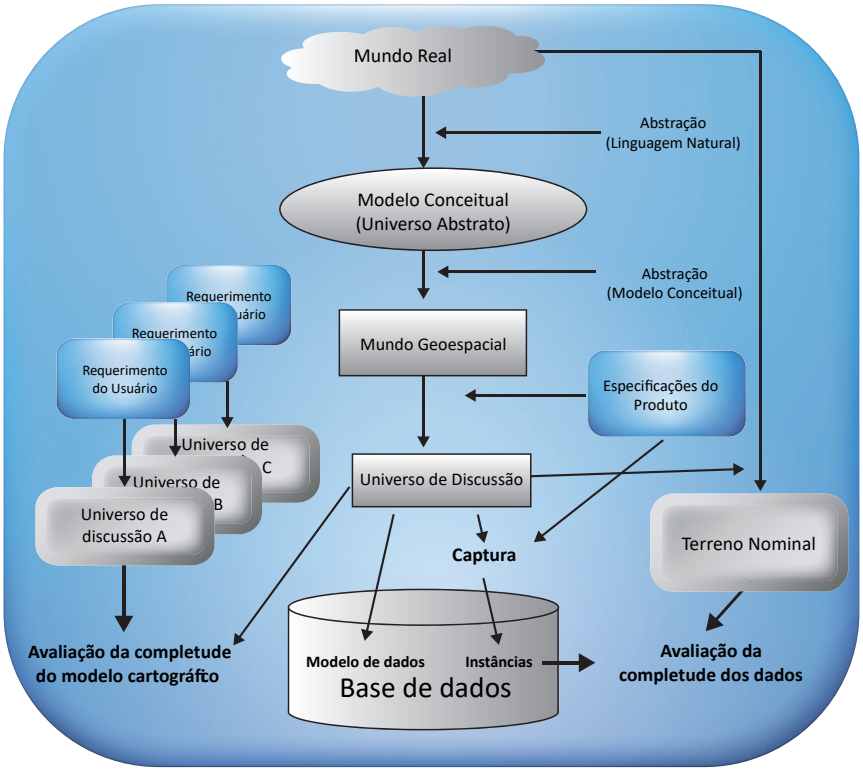
O objetivo principal deste documento é apresentar uma metodologia de avaliação da qualidade de conjunto de dados geoespaciais, elaborada segundo normas internacionais de qualidade.

Os objetivos específicos são: conceituar os elementos de qualidade de dados espaciais; mostrar a elaboração de planos de amostragem segundo um nível de aceitação de qualidade; apresentar inspeções de qualidade amostral e completa; mostrar o gerenciamento do controle de qualidade, por meio de classes de ocorrência; e fomentar a documentação de medidas de qualidade para as aferições de produtos geocientíficos, segundo suas especificações técnicas e demandas dos usuários.

Qualidade de dados: uma abordagem geoespacial

A cartografia é dedicada a representar modelos do mundo real. A acuracidade de um produto cartográfico é determinada por sua conformidade com um modelo abstrato da realidade, a qual é descrita nas especificações técnicas (terreno nominal) do Conjunto de Dados Espaciais (CDG), conforme ilustram as Figuras 1 e 2 (LONGLEY et al., 2013).

Figura 1 - Qualidade de um produto cartográfico



Adaptado de International Organization for Standardization (2002)

Segundo a Comissão Nacional de Cartografia (2010) um dado espacial descreve um fenômeno associado a alguma dimensão espacial. Um dado geográfico ou geoespacial ou georreferenciado é um dado espacial em que a dimensão espacial está associada à sua localização na superfície terrestre, em determinado instante ou período de tempo. Neste documento é utilizado tanto o termo geoespacial, quanto espacial.

Figura 2 - Níveis de abstração

Conjunto de fenômenos geoespaciais que podem ou não ser cognitivos pelo ser humano. É a realidade em sua completude.

Conjunto de entidades percebidas da realidade, a linguagem natural de nomear as coisas, abstrai a realidade e define uma referência para a obtenção do conjunto de dados.

Contempla ferramentas para estabelecer uma nova simplificação da realidade e facilita o tratamento da informação, através de restrições e peculiaridades, adequando a implementação do mundo conceitual a um banco de dados geográficos.

Visão do mundo real, ou hipotético, contemplando o que é relevante para uma aplicação geoespacial concreta, adaptada pelo processo de abstração do mundo conceitual, das restrições do modelo geoespacial e das especificações do produto.

O terreno nominal contempla o conjunto ideal de dados geográficos, com regras especificadas ao qual se compara com o conjunto real para aferir sua qualidade. É a própria especificação técnica. Desta forma, a cada produto cartográfico, com suas distintas regras de implementação, é recomendável a contestação de sua qualidade.

Adaptado de Ariza López e outros (2004)

Segundo Rumbaugh (1994), um modelo é uma abstração de alguma coisa, cujo propósito é permitir que se conheça-a antes de construí-la.

Um produto geocientífico diz respeito a todo e qualquer dado ou informação geoespacial, que se distingue, essencialmente, pela sua associação à superfície terrestre, acrescido do conhecimento científico sobre o conjunto de elementos ou fenômenos geográficos retratados.

Conceitos de qualidade

Os conceitos de qualidade, sua concepção ao longo do tempo e aplicação de seus princípios, são fundamentais na avaliação do conjunto de dados espaciais. Dessa forma, para abordá-los na avaliação da qualidade de dados geoespaciais, deve-se considerar os conceitos dos elementos de qualidade de dados espaciais; as perspectivas de qualidade do produtor e do usuário de informações geoespaciais; e o desenvolvimento de normas internacionais de qualidade e sua adoção em nível nacional.

Nos dias atuais existe um consenso na definição de qualidade, como expressado em Ariza López (c2002), na Norma ISO 19157:2013 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2013c) e no Plano de ação para implantação da Infraestru-

tura Nacional de Dados Espaciais - INDE, do Brasil (COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA, 2010, p. 89), nos quais é descrita como "a totalidade de características de um produto ou serviço que lhe conferem aptidões para satisfazer necessidades explícitas e implícitas".

Em paralelo à evolução dos conceitos de qualidade e sua gestão, a aplicação da estatística no controle de qualidade surge praticamente na mesma época. Em razão do aumento da capacidade produtiva, a inspeção completa dos produtos tornou-se cada vez mais inviável, houve demanda pela inspeção por amostragem e o uso de ferramentas estatísticas (MELLO, 2011).

Qualidade do produto *versus* qualidade do processo

Segundo Rodríguez Pascual (2012), existem dois aspectos de qualidade que surgem de pontos de vista completamente diferentes na hora de abordar o problema: a qualidade do produto *versus* a qualidade do processo.

O primeiro, que considera a qualidade do produto final, visa determinar de forma estatística e objetiva a qualidade do produto, sem se preocupar com o processo de produção, o que se configura numa autêntica caixa preta na qual interessa somente a saída, ou seja, o resultado final.

O segundo, que considera a qualidade do processo, visa na maior ou menor adequação do processo de produção e fornecimento de um bem ou de um serviço e, num sentido mais geral, da qualidade da organização produtora, e por consequência, se o processo de produção for correto e adequado, logicamente o resultado também o será. Além disto, inclui uma série de aspectos de grande relevância, que envolvem o bem produzido: prazo de entrega; garantia; serviço pós-venda; atualização do produto; preço; instruções de uso; e outros de interesse do produtor, dos usuários e de suas aplicações.

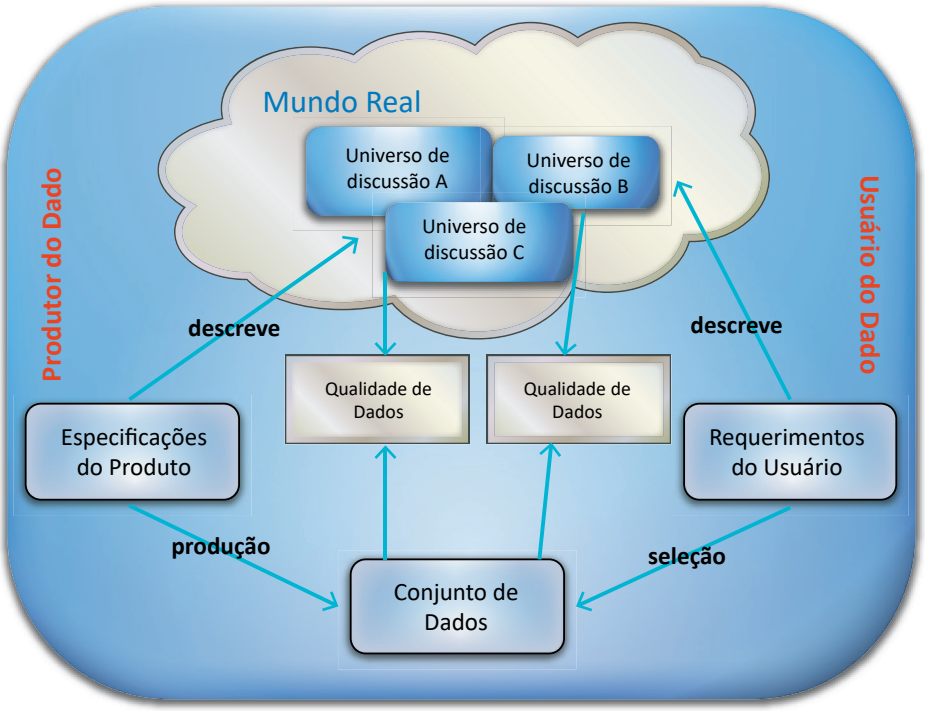
A ideia de controlar um processo para conseguir melhorias é totalmente diferente daquela de inspecionar produtos para identificar os não conformes, embora os dois procedimentos utilizem em parte as mesmas ferramentas estatísticas (JURAN, c1997).

Ressalta-se que, neste documento, é abordada a inspeção de produtos cartográficos. Entretanto, as métricas adotadas podem ser aplicadas durante o processo de produção de qualquer conjunto de dados espaciais.

Visão do produtor *versus* visão do usuário

A qualidade de dados espaciais depende internamente da percepção do produtor e, externamente da perspectiva do usuário. Para os produtores, os fatores que determinam a qualidade são: a precisão geométrica e semântica; a genealogia dos dados; a consistência lógica; bem como a integridade dos dados. A preocupação do usuário, por outro lado, é a adequação ao uso, ou o nível de aptidão entre os dados e suas necessidades, definidos em termos de acessibilidade; interpretação; relevância; completude; facilidade de compreensão; e custo (MOSTAFAVI; EDWARDS; JEANSOULIN, 2004). A Figura 3 ilustra a percepção destes dois pontos de vista.

Figura 3 - Visão do produtor *versus* visão do usuário



Adaptado de International Organization for Standardization (2013c)

Normas para dados geoespaciais

Nesta seção são apresentadas as normas, padrões e demais referências a serem consideradas na avaliação da qualidade de dados geoespaciais, agrupadas em normas internacionais e normas nacionais.

Normas internacionais para dados geoespaciais

A série ISO 19100 é relativa a dados espaciais. As normas citadas abaixo são ligadas à qualidade de dados espaciais:

- ISO 19115 - Metadados geográficos;
- ISO 19122 - Qualificação e certificação de pessoal;
- ISO 19127 - Códigos e parâmetros geodésicos;
- ISO 19131 - Especificação do produto dos dados geográficos;
- ISO 19139 - Metadados - Implementação do esquema eXtensible Markup Language - XML;
- ISO 19157 - Qualidade de dados (homologada em dezembro de 2013), substituiu as seguintes normas: ISO 19113 - Princípios de qualidade; ISO 19114 - Procedimentos para avaliação da qualidade; e a ISO 19138 - Medidas de qualidade de dados.

As normas ISO de qualidade de dados espaciais encontram-se em constante desenvolvimento. Estas apresentam desde informações conceituais até exemplos práticos relatando a aplicação de medidas de qualidade, baseadas nos elementos de qualidade e nas especificações técnicas do conjunto de dados.

As normas são relacionadas entre si e a aplicação de uma geralmente recai sobre requisitos presentes em outra.

Em relação aos procedimentos de inspeção amostral, as seguintes normas internacionais podem ser consideradas:

- ISO 2859-0 - Procedimentos de amostragem para inspeção por atributos - parte 0: Introdução ao sistema de amostragem de atributos para a ISO 2859;
- ISO 2859-1 - Procedimentos de amostragem para inspeção por atributos - parte 1: Planos de amostragem segundo o Limite de Qualidade de Aceitável (*Acceptance Quality Limit*) (LQA) para a inspeção de lotes por lote;
- ISO 2859-2 - Procedimentos de amostragem para inspeção por atributos - parte 2: Planos de amostragem segundo a Qualidade Limite (*Limiting Quality*) (QL) para inspeção de lotes isolados;
- ISO 3951-1 - Procedimento de amostragem para inspeção por variáveis - parte 1: Especificação para planos de amostragem simples segundo o LQA para inspeção lote por lote para uma propriedade de qualidade única e um único LQA;
- ISO 3951-2 - Procedimento de amostragem para inspeção por variáveis - parte 2: Especificação geral para planos de amostragem simples segundo o LQA para a inspeção lote por lote com propriedades de qualidade independentes.

A Figura 4 ilustra uma pirâmide de implementação de normas ISO, proposta por Ceballos e Gatica (2009), para atingir a satisfação dos clientes de dados geoespaciais. A base é o uso da Norma ISO 9001 para a implementação do gerenciamento de sistemas de qualidade, aliada ao uso das Normas ISO 19157 e ISO 19115, sobre qualidade de dados espaciais e metadados, respectivamente.

Figura 4 - Pirâmide de implementação de normas ISO

Adaptado de Ceballos e Gatica (2009)

Normas nacionais para dados geoespaciais

A Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, do Brasil, apresenta uma série de normas existentes, além de outras em processo de elaboração e homologação, conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 - Normas, padrões e especificações para mapeamento da INDE

Sigla	Finalidade	Situação / Instituição executora
ET-EDGV Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais	Define um modelo conceitual para dados vetoriais para garantir sua consistência lógica, abrange a consistência conceitual e de domínios.	Elaborada/ CONCAR/ CEMND Homologada
ET-ADGV Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais	Define regras de aquisição dos dados vetoriais para garantir sua consistência lógica, prevista no modelo conceitual, abrange a aquisição da geometria, atributos e relacionamentos topológicos.	Elaborada/ DSG
ET-PCDG Especificação Técnica de Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais	Define padrões para produtos de dados geoespaciais vetoriais e matriciais	Elaborada/ DSG
ET-RDG Especificação para a Representação de Dados Geoespaciais	Abrange a consistência da representação das classes de feições geográficas	Em elaboração / DSG
ET-CQDG Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais	Abrange procedimentos para o controle de qualidade dos produtos de dados geoespaciais	Elaborada/ DSG
Perfil MGB Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil	Define um conjunto básico e necessário de elementos para retratar as características de um conjunto de dados geoespaciais.	Elaborada/ CONCAR/ CEMG Homologada

Fonte: Comissão Nacional de Cartografia (Brasil). Plano de ação para implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Rio de Janeiro: Concar, 2010. 203 p. Adaptado. Disponível em: <http://www.concar.gov.br/pdf/PlanoDeAcaoINDE.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

Em relação aos procedimentos de inspeção amostral, as seguintes normas nacionais, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, podem ser consideradas:

- NBR 5425 - Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade;
- NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- NBR 5427 - Guia para utilização da NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.

Elementos de qualidade de dados espaciais

Os elementos de qualidade de dados espaciais são componentes que descrevem aspectos de qualidade do dado geoespacial. A Norma ISO 19157:2013 aborda seis elementos de qualidade de dados espaciais: completude; acurácia posicional; acurácia temática; acurácia temporal; consistência lógica; usabilidade; e seus respectivos subelementos, conforme apresenta o Quadro 2.

Quadro 2 - Elementos de qualidade de dados espaciais

Elemento	Subelemento	Código
Completude	Comissão	11
	Omissão	12
Consistência lógica	Consistência conceitual	21
	Consistência de domínio	22
	Consistência de formato	23
	Consistência topológica	24
Acurácia posicional	Acurácia posicional absoluta	31
	Acurácia posicional relativa	32
	Acurácia posicional dos dados em grade	33
Acurácia temática	Correção da classificação	41
	Correção dos atributos não quantitativos	42
	Acurácia dos atributos quantitativos	43
Acurácia temporal	Acurácia de uma medida temporal	51
	Consistência temporal	52
	Validade temporal	53
Usabilidade		6

Fonte: International Organization for Standardization. ISO 19157:2013: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. 146 p.

Consistência lógica

A consistência lógica é o elemento de qualidade de dados espaciais cujo objetivo é avaliar a integridade estrutural de um conjunto de dados, por meio do grau de aderência deste conjunto de dados às regras lógicas do modelo de dados espaciais utilizados (KAINZ, 1995; SERVIGNE; LESAGE; LIBOUREL, c2006).

Segundo a Norma ISO 19157:2013 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2013c), o elemento de qualidade de consistência lógica subdivide-se em quatro subelementos:

- Consistência conceitual - analisa a aderência do conjunto de dados espaciais às regras do esquema conceitual, ou seja, ao universo de discussão;
- Consistência de domínio - avalia a conformidade em relação a valores de domínios preestabelecidos;
- Consistência de formato - considera o grau em que os dados são armazenados de acordo com a estrutura física do conjunto de dados, isto é, examina o modelo de armazenamento para uma estrutura de dados de um hardware específico ou ambiente de software;
- Consistência topológica - refere-se aos aspectos geométricos e topológicos da informação espacial, como situações de adjacência e pertinência.

Na prática, especificamente para bases cartográficas, as inspeções de consistência topológica foram agrupadas em três grupos:

- Validação topológica na mesma classe - visa identificar inconsistências na geometria e conectividade da classe. A correção dos erros topológicos identificados pode ser automática e/ou manual;
- Validação topológica entre classes - visa identificar inconsistências de conectividade entre classes, baseada no modelo de dados da Especificação Técnica da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais ET-EDGV. A correção dos erros topológicos identificados pode ser automática e/ou manual; e
- Validação topológica específica - visa abordar situações não explicitadas no modelo de dados. Estas aferições podem ser realizadas de forma automática, quando possível, ou por meio de inspeções visuais no conjunto de dados.

A área de abrangência dos dados geoespaciais e as classes de feições geográficas, previstas na especificação técnica do produto, podem ser consideradas nas inspeções de qualidade de consistência lógica e/ou completude. Deve haver coerência entre a área de aquisição das feições geográficas e a área de abrangência do produto cartográfico, a fim de garantir representações homogêneas no conjunto de dados.

A ausência de classes de feições geográficas, previstas na especificação técnica do produto, pode ser levada em consideração.

A Figura 5 ilustra uma inspeção de consistência topológica, na mesma classe, realizada sobre a classe de feições municípios. Foram identificados problemas de conectividade, em função da não coincidência (*Non-coincident intersecting*) entre os limites municipais.

Figura 5 - Inspeção de consistência topológica em limites municipais

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Completude

Descreve a presença ou ausência de instâncias de feições, relacionamentos e atributos. É a relação entre os objetos representados no conjunto de dados espaciais e os que conformam o modelo cartográfico da realidade (terreno nominal) (ARIZA LÓPEZ, c2002).

O conceito de completude subdivide-se em: omissão e comissão.

Segundo Salgé (1995), a completude está incluída na acurácia temática, na qual a taxa de comissão (π^+) e taxa de omissão (π^-) dos dados são fornecidas pelas equações:

$$\pi^+ = \frac{N^+}{max\left(N, N^0\right)} \quad \text{(equação 1)} \qquad \pi^- = \frac{N^-}{max\left(N, N^0\right)} \quad \text{(equação 2)}$$

N^- número de ocorrências existentes na realidade, mas ausentes na amostra (omissão)

N^+ número de ocorrências na amostra além da realidade percebida (comissão)

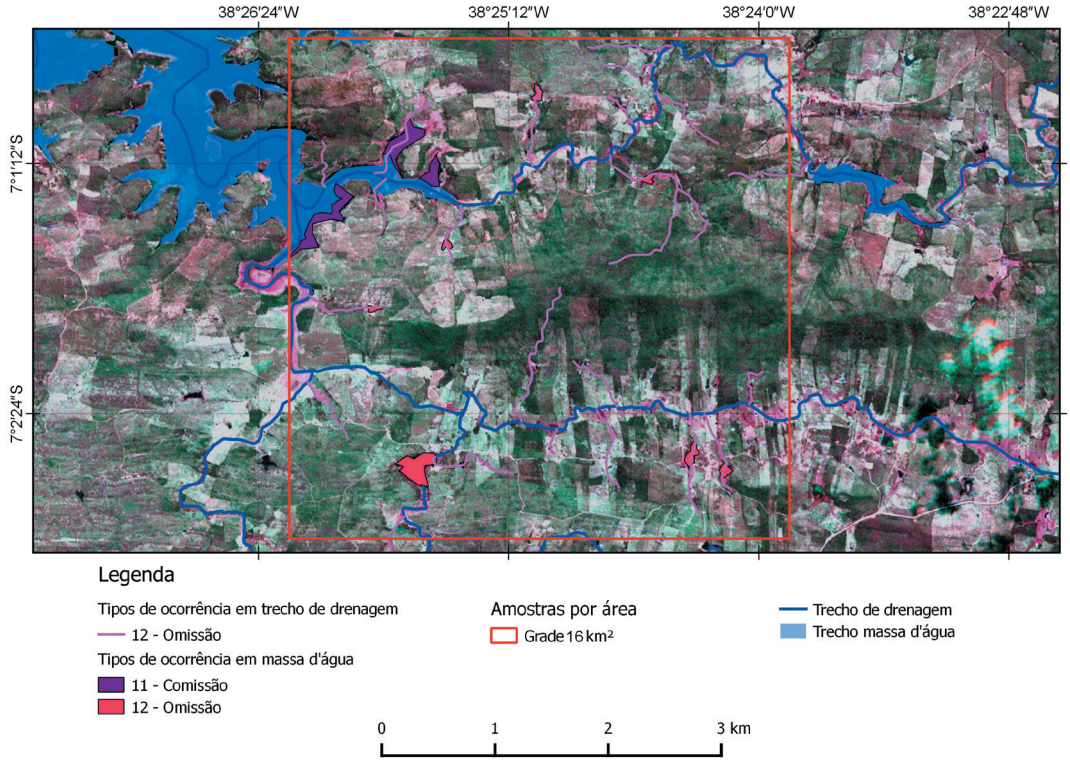
N^0 número de ocorrências na realidade percebida

N número de elementos da amostra, dado por:

$$N = N^0 + N^+ + N^- \quad \text{(equação 3)}$$

A Figura 6 exemplifica uma inspeção de completude, orientada por área, onde foram identificados casos de omissão e comissão de feições geográficas da categoria hidrografia.

Figura 6 - Inspeção de completude em hidrografia



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Acurácia posicional

A acurácia posicional é uma propriedade tradicional e emblemática das produções cartográficas, existindo um grande número de referências em relação ao tema. Esta componente de qualidade faz referência a acurácia planimétrica e altimétrica do conjunto de dados (ARIZA LÓPEZ, c2002).

Segundo a Norma ISO 19157:2013 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2013c), a acurácia posicional é composta de três subelementos:

- Acurácia posicional absoluta ou externa - proximidade entre os valores de coordenadas observadas no produto cartográfico e os valores de coordenadas de seu homólogo, considerado como verdadeiro;
- Acurácia posicional relativa ou interna - proximidade entre os valores de coordenadas observadas com a posição relativa de outras feições geográficas no conjunto de dados e suas respectivas posições aceitáveis ou consideradas como verdadeiras; e
- Acurácia posicional dos dados em grade - proximidade da posição de uma grade de dados, ou seja, na estrutura matricial, com o valor aceitável ou considerado como verdadeiro.

Padrão de Exatidão Cartográfica

Para acurácia posicional absoluta, o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), regulado pelas normas técnicas da cartografia nacional por meio do Decreto n. 89.817, de 20.06.1984, pode ser adotado como parâmetro a fim de estabelecer um nível de conformidade do produto cartográfico avaliado, de acordo com os Quadros 3 e 4.

Quadro 3 - PEC Planimétrico

Classe	PEC (mm x DE)	EP (mm x DE)
A	0,5	0,3
B	0,8	0,5
C	1,0	0,6

Fonte: Brasil. Decreto n. 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, ano 122, n. 120, 22 jun. 1984. Seção 1, p. 8884-8886. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm>. Acesso em: ago. 2017.

Nota: DE: denominador da escala da carta e EP: erro padrão.

Quadro 4 - PEC Altimétrico

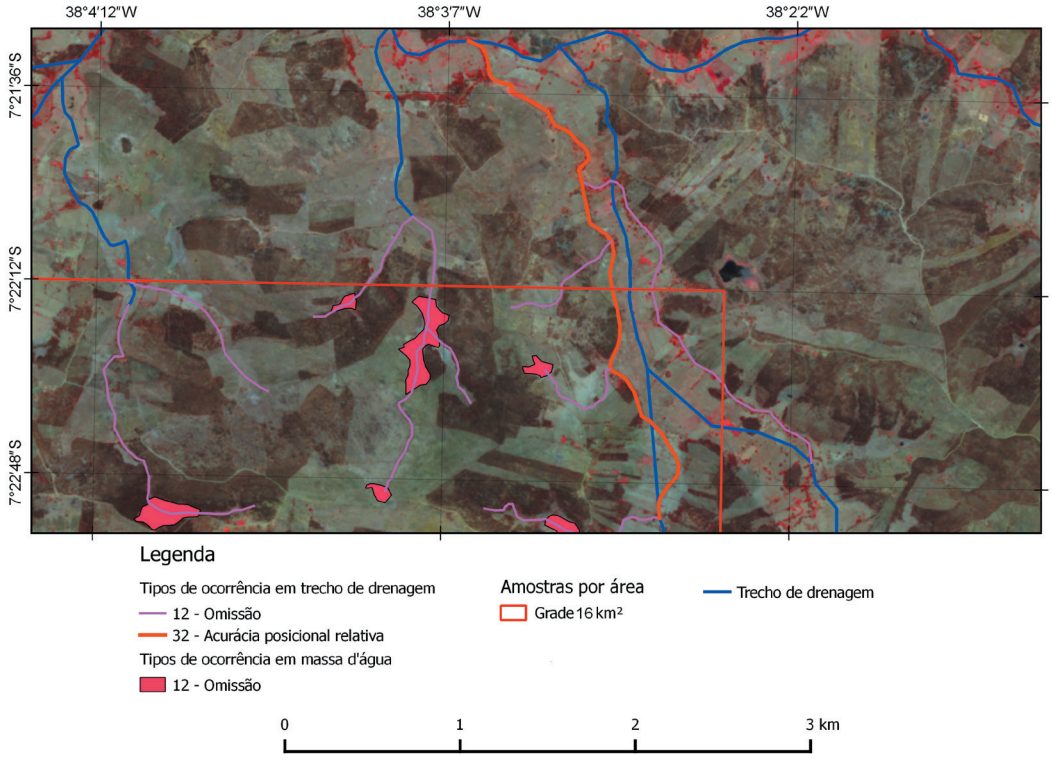
Classe	PEC	EP
A	1/2 eq*	1/3 eq*
B	3/5 eq*	2/5 eq*
C	3/4 eq*	1/2 eq*

Fonte: Brasil. Decreto n. 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, ano 122, n. 120, 22 jun. 1984. Seção 1, p. 8884-8886. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm>. Acesso em: ago. 2017.

Nota: EP: erro padrão e eq*: equidistância entre as curvas de níveis.

A Figura 7 mostra uma inspeção de acurácia posicional relativa, orientada por área. Foram identificados problemas na extração automática de drenagem, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE). O posicionamento da feição geográfica de trecho de drenagem está deslocado em relação à posição considerada como verdadeira na imagem ortorretificada. Este tipo de violação é classificado como acurácia posicional relativa (código 32, Quadro 2). Nesta inspeção também foram apontados casos de omissão (código 12, Quadro 2).

Figura 7 - Inspeção de acurácia posicional relativa



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Acurácia temática

A componente temática refere-se à acurácia dos atributos de um conjunto de dados espaciais em relação à verdade do terreno.

Segundo a Norma ISO 19157:2013, a acurácia temática é a classificação correta entre as classes e seus atributos em relação a um universo de discussão, definindo dois tipos de atributos: quantitativos e não quantitativos. A norma define três subelementos:

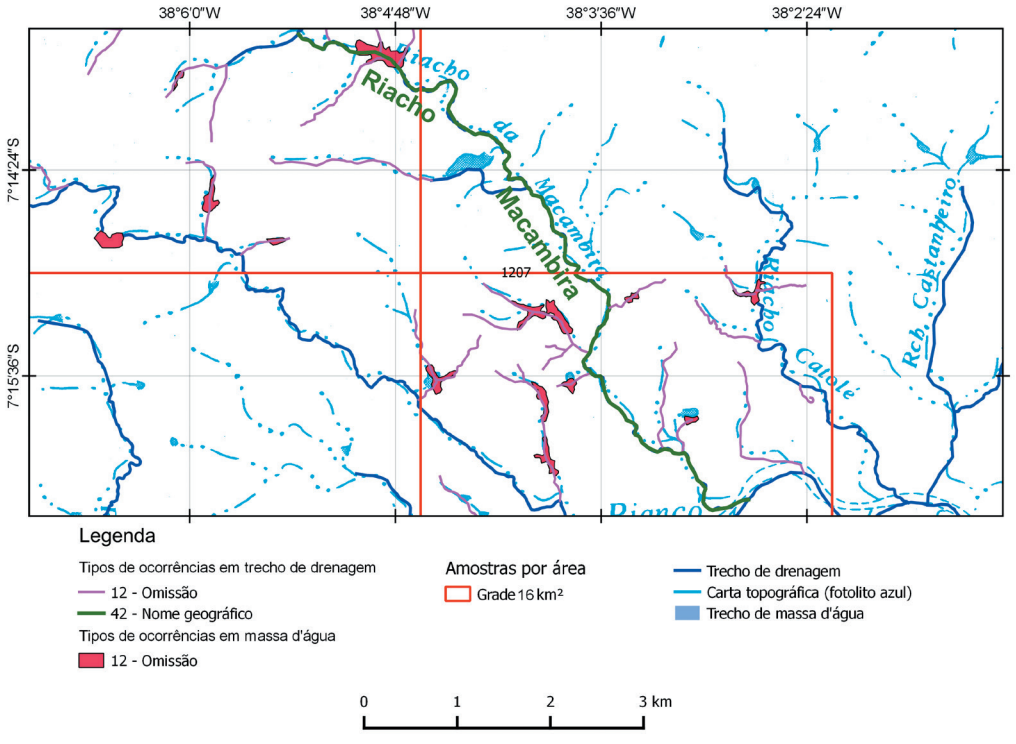
- Correção da classificação - comparação da representação da classe de feições e/ou seus atributos, no universo de discussão, com a realidade de terreno. Por exemplo: (i) o revestimento (tipo de pavimentação) de um trecho rodoviário é pavimentado, mas foi classificado como sem revestimento (leito natural); (ii) a sigla (código do trecho rodoviário) de uma rodovia é BR-116, mas foi classificada como MG-116; e (iii) a jurisdição da rodovia BR-101 é federal, mas foi classificada como municipal;

- Correção dos atributos não quantitativos - avaliar se um atributo não quantitativo está correto ou incorreto. Por exemplo: o nome geográfico (toponímia) correto de uma feição geográfica de trecho de drenagem é Rio Santo Antônio, mas foi preenchido como Córrego Santo Antônio;
- Acurácia dos atributos quantitativos - proximidade do valor de um atributo quantitativo com um valor conhecido ou aceito como verdadeiro. Por exemplo: o número de pistas de um trecho rodoviário; a potência, outorgada pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, em kw (quilowatt), da estação geradora de energia elétrica; a altura estimada, em metros, de uma torre de comunicação; a altitude oficial de uma pista ou ponto de pouso, em metros, segundo o Departamento de Controle do Espaço Aéreo, subordinado ao Comando da Aeronáutica.

Esta componente de qualidade não é exclusiva de mapas temáticos, pois qualquer elemento representado em um mapa pertence a um tema, como construções, nascentes, vértices geodésicos, que também podem submeter-se a um estudo sobre sua classificação correta ou não (ARIZA LÓPEZ, c2002).

A Figura 8 mostra uma inspeção de acurácia temática, orientada por feição, referente ao nome geográfico da classe trecho de drenagem. O nome correto é Riacho da Macambira, conforme consta no fotolito azul da folha topográfica, e não Riacho Macambira, como está na base cartográfica.

Figura 8 - Inspeção de acurácia temática de nomes geográficos



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Acurácia temporal

Segundo Ariza López (c2002), o tempo é uma característica fundamental para julgar a qualidade dos dados, mas para gerenciar esta informação deve-se considerar a que tempo se refere:

- ao tempo lógico do evento, ou seja, quando ocorreram as mudanças no mundo real;
- ao tempo da observação da evidência; ou
- ao tempo em que é realizada a carga das mudanças no banco de dados.

A forma mais simples de incluir o tempo é inseri-lo como um atributo, entretanto o desejável seria poder gerenciá-lo como uma dimensão a mais (ARIZA LÓPEZ, c2002).

A data da entrada de dados, ou a data da sua revisão, é um fator importante para o usuário quando julgar a qualidade dos dados, no sentido de aptidão para o uso. A acurácia temporal diz respeito às datas de aquisição de dados, tipos de atualizações e períodos de validade (DEVILLERS; JEANSOULIN, c2006).

Desta forma, para a Norma ISO 19157:2013, a acurácia temporal é composta de três subelementos:

- Acurácia de uma medida temporal - correta referência temporal do item avaliado. Por exemplo: a data do insumo utilizado na aquisição do dado geoespacial é de 2011, entretanto a data de lançamento no produto cartográfico foi em 2013;
- Consistência temporal - correta ordem de eventos ou sequência, se relatado. Por exemplo: avaliação da variação de uma série de dados geoespaciais, ao longo do tempo, da biodiversidade brasileira;
- Validade temporal - é a validade dos dados em respeito a um determinado tempo. Por exemplo: a duração da validade de um atributo de um dado geoespacial pode estar vinculada até uma determinada data, a um período de tempo ou a uma sazonalidade (periodicidade).

Usabilidade

A usabilidade é o aspecto de qualidade baseado nos requisitos específicos de usuários e/ou universos de discussão, onde todos os elementos de qualidade de dados espaciais podem ser utilizados na sua avaliação. Este elemento de qualidade avalia se um produto atende a especificações de determinados usuários, por meio de indicadores específicos, tais como: eficácia, eficiência e satisfação num contexto de uso específico (ARAÚJO, 2016).

A avaliação de usabilidade pode ser baseada em requisitos específicos de usuários e/ou universos de discussão. Neste caso, o elemento de usabilidade deve ser usado para descrever informações específicas de qualidade sobre a adequação de um conjunto de dados para uma determinada aplicação ou a conformidade com um conjunto de requisitos (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2013c). Em relação aos nomes geográficos, como exemplo, ao avaliar a compatibilidade de sua representação nas diferentes escalas do mapeamento sistemático topográfico do Brasil, essa inspeção de qualidade utiliza mais de um elemento de qualidade. Logo, pode ser classificada como usabilidade.

Amostragem aplicada a dados geoespaciais

Na maioria das vezes, ao lidar com um conjunto de dados espaciais, nota-se sua complexidade, devido a dimensões territoriais e a quantidade de informações representadas. Dessa forma, em diversas situações, é inviável realizar uma inspeção completa do conjunto de dados, exceto nos processos que podem ser automatizados, como algumas avaliações de consistência lógica. Assim, uma etapa fundamental ao processo de avaliação da qualidade de um produto cartográfico é a amostragem dos dados.

Para a tomada de decisão é sempre conveniente ter um conhecimento completo da situação, mas muitas vezes isto não é possível. Nesse caso, preocupa-se em ter um conhecimento que, embora aproximado, tenha base estatística (ARIZA LÓPEZ; GARCÍA BALBOA; AMOR PULIDO, 2004).

Erro amostral tolerável e tamanho da amostra

A especificação do erro amostral tolerável (E_0) deve ser feita sob um enfoque probabilístico. Além disso, outro fator a considerar na determinação do tamanho da amostra (n_0) e, consequentemente, no cálculo do erro amostral tolerável (E_0) pretendido são restrições financeiras (BARBETTA, 2012).

$$n_0 = E_0^2 \qquad \text{(equação 4)}$$

Caso a população seja considerada grande, cita-se mais que 20 vezes o valor calculado em n_0, então pode ser adotado como tamanho da amostra ($n_0 = n$), caso contrário é sugerida a seguinte correção (BARBETTA, 2012).

$$n = \frac{N.n_0}{N + n_0} \qquad \text{(equação 5)}$$

Na inspeção de qualidade de dados geoespaciais, pode ser feita uma analogia tanto em relação à quantidade de feições geográficas a serem avaliadas, como em relação à área total de abrangência do produto cartográfico. Dessa forma, é possível estimar o tamanho da amostra e observar o erro amostral antes da aferição de qualidade.

Neste documento o cálculo do erro amostral tolerável (E_0) tem como objetivo auxiliar nas estimativas preliminares do tamanho da amostra (n), prováveis despesas financeiras e/ou demandas de tempo para realização das inspeções de qualidade. Recomenda-se a elaboração de planos de amostragem[1], segundo níveis de aceitação de qualidade, para aprovar ou reprovar o conjunto de dados espaciais avaliado.

Aspectos principais na coleta de amostras

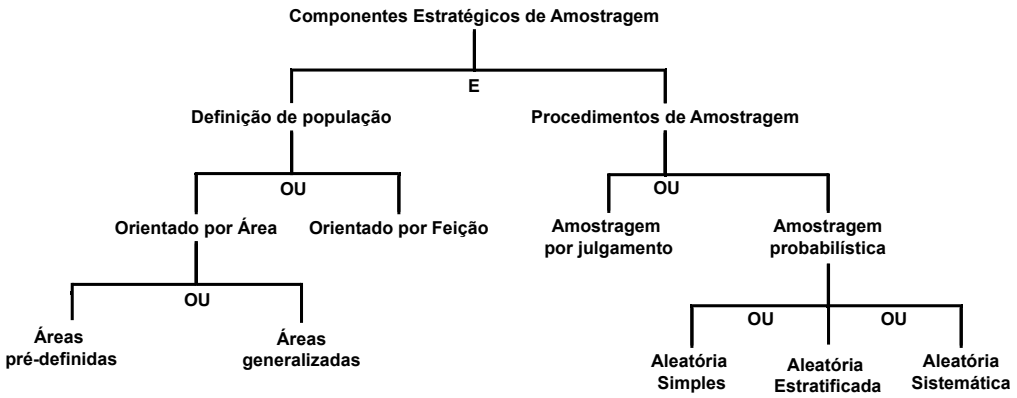
A Norma ISO 19157:2013 considera dois aspectos principais para a estratégia de coleta de amostras:

- os itens a serem amostrados (por área ou feição); e
- a maneira pela qual eles são selecionados: probabilidade ou julgamento.

A Especificação Técnica para o Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG) cita três tipos de amostragem espacial (BRASIL, 2016):

- amostragem de pontos de controle;
- amostragem de fenômenos contínuos; e
- amostragem de feições geográficas.

Figura 9 - Estratégias de amostragem



Adaptado de International Organization for Standardization (2013c)

[1] Para informações mais detalhadas, consultar o capítulo **Plano de inspeção amostral**, desta publicação.

A Figura 9 mostra a estratégia de amostragem proposta na Norma ISO 19157:2013.

Segundo a Norma ISO 19157:2013, nos métodos de amostragem de dados geoespaciais, os seguintes aspectos precisam ser levados em consideração:

- as áreas cobertas por um conjunto de dados geográficos podem formar um espaço contínuo e, caso exista uma divisão por lotes, uma atenção deve ser dada às omissões e comissões aos itens cruzando o limite destes lotes;
- a qualidade dos insumos de origem e a habilidade dos operadores podem afetar a qualidade dos dados geográficos, ocasionando erros sistemáticos ou discrepantes; e
- o produtor de dados deve ter cuidado na especificação técnica do conjunto de dados espaciais e orientações de aquisição para alcançar a homogeneidade em termos de qualidade.

Considerando-se os aspectos apontados, a inspeção orientada por área pode ser utilizada na avaliação de fenômenos contínuos como redes de drenagem ou sistemas viários e na seleção de áreas para coleta de pontos de controle de campo. A inspeção orientada por feições pode ser aplicada em fenômenos isolados, tais como: portos, pontes, aeroportos, entre outros.

Métodos de amostragem: por julgamento ou probabilística

As amostragens são ditas probabilísticas quando cada elemento da população pode pertencer à amostra sorteada. Caso contrário, se por alguma razão isto não ocorrer, a amostragem é dita não probabilística ou por julgamento (FERREIRA, 2009; BARBETTA, 2012; YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

Amostragens probabilísticas (aleatórias)

A amostragem aleatória consiste na seleção casual de n unidades sorteadas sem reposição de uma população constituída de N unidades sequencialmente numeradas, na qual qualquer elemento da população tem a mesma probabilidade de ser selecionado. Nos estudos de fenômenos espaciais, a seleção aleatória pode levar em consideração as coordenadas geográficas para serem escolhidas aleatoriamente (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

Dentre os métodos de amostragem aleatória a serem aplicados nas inspeções de qualidade de dados espaciais, a Norma ISO 19157:2013 cita (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2013c):

- Amostragem aleatória sistemática – mostra-se adequada por sua característica de seleção aleatória permitir abranger de forma homogênea toda a área de interesse do produto cartográfico. Pode ser utilizada nas inspeções orientadas por área. Por exemplo: completude (omissão e comissão) de feições geográficas da categoria hidrografia, como a rede de drenagem e massa d'água;
- Amostragem aleatória simples – mostra-se adequada na seleção aleatória de feições. Por suas características pode não abranger a toda área do produto cartográfico. Pode ser utilizada nas inspeções orientadas por feição. Por exemplo:

avaliação da acurácia temática de feições geográficas da categoria transporte, como portos, pontes, hidrelétricas, aeroportos e determinado(s) atributo(s);

- Amostragem estratificada - a população é dividida em subgrupos, denominados estratos, por meio de uma variável critério, onde cada um é submetido a uma amostragem aleatória simples. Por exemplo: pode ser aplicada em inspeções de qualidade de arruamentos, extraídas das feições geográficas referentes a todo sistema rodoviário.

Amostragem por julgamento (não aleatórias)

Na prática, uma amostragem não aleatória pode ser mais adequada do que uma amostragem aleatória, em função da dificuldade ou impossibilidade da seleção da amostra, procurando, de forma geral, criar amostras que representem significativamente a população de onde foram extraídas (BARBETTA, 2012).

Num determinado conjunto de dados espaciais podem existir determinadas características ou regiões geográficas específicas que precisam atender determinados aspectos de qualidade, sendo necessário o uso da amostragem por julgamento.

Inspeção amostral orientada por área

Na amostragem orientada por área pode ser utilizada uma grade contínua. A grade viabiliza a aplicação da amostragem aleatória sistemática e posterior análise espacial dos resultados da inspeção. Pode ser utilizada na seleção de áreas para coleta de pontos de controle e/ou na identificação de áreas para inspeção de qualidade de fenômenos contínuos, como rede de drenagem, sistema viário ou áreas edificadas.

Recomenda-se, empiricamente, o uso das seguintes dimensões para as células da grade para inspeção por amostragem por área (SANTOS, 2013; BRASIL, 2016):

- 4x4cm na escala do produto cartográfico para aferição de fenômenos contínuos de hidrografia; e
- 10x10cm na escala do produto cartográfico para aferição de outros fenômenos contínuos e/ou seleção de áreas para identificação de pontos de controle.

Exemplificando, na inspeção de qualidade da completude da categoria de informação hidrografia da Base Cartográfica Contínua do Brasil, na escala 1:250 000 - BC250 foi demandada a existência de pelo menos uma amostra por folha topográfica na escala 1:250 000. Para isso, foi utilizada a grade de articulação da escala 1:100 000 (aproximadamente 10x10cm na escala 1:250 000) e foram selecionadas uma folha a cada duas (passo da seleção aleatória sistemática). Em seguida, foi gerado um ponto aleatório por cada folha 1:100 000 selecionada. As unidades de amostragem foram células da grade 4x4cm na escala 1:250 000 que tocavam esses pontos aleatórios. A Figura 11 mostra a distribuição espacial das grades de inspeção de 4x4cm na escala 1:250 000 para inspecionar a categoria de informação da BC250.

Figura 10 - Distribuição espacial de unidades de amostragem

Santos (2013)

Foram inspecionadas 571 unidades de amostragem, com aproximadamente 100 km^2, ou seja, de acordo com a equação 4, o erro amostral calculado foi de 4,18%. O método de amostragem foi o aleatório sistemático orientado por área de inspeção.

Inspeção amostral orientada por feição

A amostragem orientada por feição pode ser realizada na seleção de feições geográficas para inspeção de qualidade de fenômenos individualizados no terreno e/ou determinada característica a avaliar, entre os quais podem ser exemplificados portos, pontes, usina hidrelétrica, aeroporto, determinado(s) atributo(s), dentre outros.

Plano de inspeção amostral

Em relação à amostragem dos dados geoespaciais, tanto na inspeção orientada por área, quanto na inspeção orientada por feição, é necessário adotar um nível de aceitação de qualidade.

O objetivo da inspeção por amostragem é o de estabelecer uma regra de decisão justa, para aceitar ou rejeitar um lote (N) do produtor, seja este um produto cartográfico final ou uma etapa de produção finalizada. Neste documento adotou-se a amostragem por atributos para aprovação ou reprovação do conjunto de dados espaciais avaliado (RIBEIRO JÚNIOR, 2013).

O plano de amostragem é definido com base no tamanho da população (N), no Nível de Qualidade Aceitável (NQA) e no Nível de Qualidade Inaceitável (NQI), conforme descrito a seguir (ARIZA LÓPEZ, 2013; BRASIL, 2016):

- adota-se o Limite de Qualidade Aceitável (LQA), equivalente ao NQA, quando houver mais de 10 itens a serem inspecionados na população (lote); ou
- adota-se a Qualidade Limite (QL), equivalente ao NQI, quando houver menos de 10 itens a serem inspecionados na população (lote) isolada.

O nível de inspeção fixa a relação entre o tamanho do lote (N) e o tamanho da amostra (n).

Segundo Ribeiro Júnior (2013), em geral, adota-se inicialmente o nível de inspeção II, conforme Quadro 5. Posteriormente, é recomendado que o nível de aceitação torne-se mais rígido.

Segundo a Norma ISO 19157:2013, lote é a unidade mínima na qual a qualidade pode ser avaliada; e item é a unidade mínima a ser inspecionada definida pelo produtor de dados, de acordo com as especificações técnicas do produto.

O LQA está associada ao risco do produtor (α_0), ou seja, é a probabilidade de rejeição de um lote de boa qualidade, onde a proporção de itens defeituosos (p) no lote (N) é menor ou igual ao LQA estabelecido, ao ser inspecionado por uma amostra de tamanho (n) e um número de aceitação (Ac).

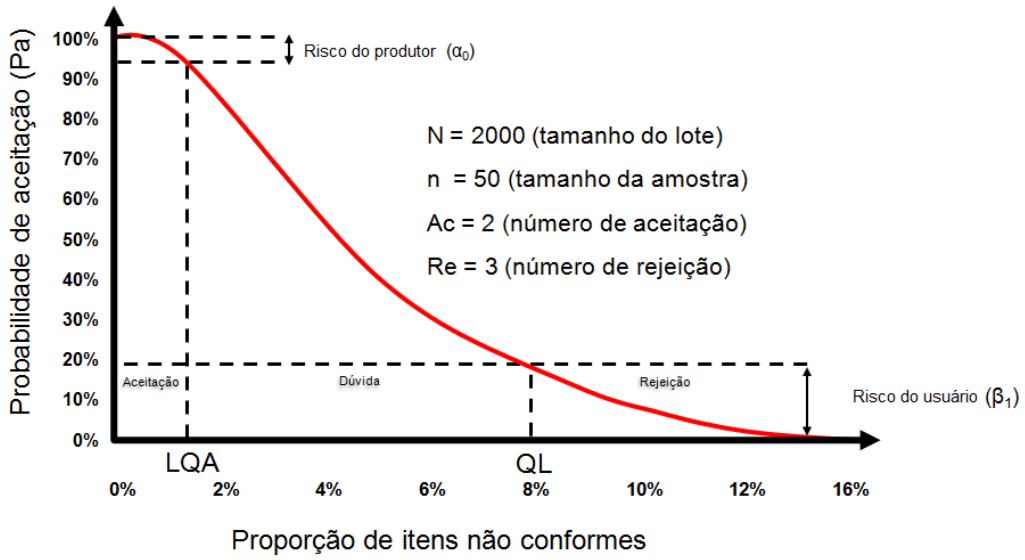
A QL está associada ao risco do usuário (β_1), ou seja, é a probabilidade de aceitação de um lote de má qualidade, onde a proporção de itens defeituosos (p) no lote (N) é maior que a QL estabelecida, ao ser inspecionado por uma amostra de tamanho (n) e um número de rejeição (Re).

Geralmente o risco do produtor (α_0) e o risco do usuário (β_1) são estabelecidos entre os intervalos de 0,01 e 0,10. Dessa forma, está entre 1,0% e 10% a probabilidade máxima de aceitação e rejeição do lote (N), segundo um LQA para o produtor e uma QL para o usuário (RIBEIRO JÚNIOR, 2013).

Por exemplo, a Figura 11 ilustra a Curva Característica de Operação (CCO) de um plano de amostragem, mostrando o risco do produtor (α_0), associado a um LQA, e o risco do usuário(β_1) associado a QL. Num lote com uma população (N) de 2 000 itens, ao adotar um nível de inspeção I, deveremos selecionar 50 amostras (n). Caso seja estabelecido um LQA de 1,5%, o número de aceitação (Ac) será de até dois itens defeituosos na amostra (n) para aprovar o lote.

Neste documento é abordado o plano de amostragem simples, mas na prática, conforme consta na NBR 5426, os planos de amostragem dupla ou múltipla podem ser adotados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985b).

Figura 11 - Curva Característica de Operação (CCO) de um plano de amostragem



Ribeiro Júnior (2013)

Tamanho da amostra (n) segundo o nível de inspeção e o LQA

O Quadro 5 auxilia na seleção da letra-código[2] de acordo com o nível de inspeção desejado e o tamanho do lote (N). Este quadro é utilizado para produtos cartográficos nos quais há uma quantidade significativa de lotes (maior que 10) a inspecionar.

Quadro 5 - Letra-código de acordo com o tamanho do lote e nível de inspeção

Tamanho do lote	Níveis gerais de inspeção		
	I	II	III
2 a 8	A	A	B
9 a 15	A	B	C
16 a 25	B	C	D
26 a 50	C	D	E
51 a 90	C	E	F
91 a 150	D	F	G
151 a 280	E	G	H
281 a 500	F	H	J
501 a 1200	G	J	K
1201 a 3200	H	K	L
3201 a 10 000	J	L	M
10 001 a 35 000	K	M	N
35 001 a 150 000	L	N	P
150 001 a 500 000	M	P	Q
500 001 e maiores	N	Q	R

Fonte: Brasil. Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG). 1. ed. Brasília, DF, 2016. [94] p. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

[2] A letra-código é utilizada para determinar a letra aplicável ao tamanho do lote (N) e ao nível de inspeção de qualidade desejada, a fim de precisar o tamanho da amostra (n).

Números de aceitação (Ac) segundo o tamanho da amostra (n) e o LQA

O Quadro 6 mostra o número de aceitação (Ac), ou seja, a quantidade de itens não-conformes aceitável, baseado no tamanho da amostra (n) e no LQA.

Quadro 6 - Tamanho da amostra (n) e número de aceitação (Ac) segundo a letra-código e o LQA

Letra código	Tamanho da amostra	Limite de qualidade aceitável (LQA) em %									
		0,4	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25
A	2	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	0	⇧	⇩	1
B	3	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	0	⇧	⇩	1	2
C	5	⇩	⇩	⇩	⇩	0	⇧	⇩	1	2	3
D	8	⇩	⇩	⇩	0	⇧	⇩	1	2	3	5
E	13	⇩	⇩	0	⇧	⇩	1	2	3	5	7
F	20	⇩	0	⇧	⇩	1	2	3	5	7	10
G	32	0	⇧	⇩	1	2	3	5	7	10	14
H	50	⇧	⇩	1	2	3	5	7	10	14	21
J	80	⇩	1	2	3	5	7	10	14	21	⇧
K	125	1	2	3	5	7	10	14	21	⇧	⇧
L	200	2	3	5	7	10	14	21	⇧	⇧	⇧
M	315	3	5	7	10	14	21	⇧	⇧	⇧	⇧
N	500	5	7	10	14	21	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
P	800	7	10	14	21	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
Q	1250	10	14	21	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
R	2000	14	21	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧

Fontes: 1. Brasil. Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG). 1. ed. Brasília, DF, 2016. [94] p. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf>. Acesso em: ago. 2017. 2. International Organization for Standardization. ISO 2859-1:1999: sampling procedures for inspection by attributes: part 1: sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection. 2nd ed. Geneva: ISO, 1999. 87 p.

Tamanho da amostra (n) segundo o nível de inspeção e a QL

O Quadro 7 auxilia na seleção da Qualidade Limite (QL) (risco do usuário), segundo o tamanho do lote (N) e o nível de inspeção desejado. Este Quadro é utilizado para produtos cartográficos isolados, com a quantidade de lotes inferior a 10 itens, por exemplo: mapas editorados para impressão, imagens ortorretificadas, cartas imagem, entre outros.

Quadro 7 - Qualidade limite (QL) em % segundo o tamanho do lote (N) e o nível de inspeção

Tamanho do lote	Qualidade limite (QL) em %		
	I	II	III
16 a 25	12,5	32	32
26 a 50	12,5	20	32
51 a 150	8,0	20	32
151 a 1200	5,0	20	32
1201 a 10 000	3,15	12,5	32
10 001 a 150 000	3,15	8,0	20
150 001 e maiores	2,0	8,0	20

Fonte: Brasil. Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG). 1. ed. Brasília, DF, 2016. [94] p. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

Números de aceitação (Ac) segundo o tamanho do lote (N) e a QL

O Quadro 8 mostra o número de aceitação (Ac), ou seja, a quantidade de itens não-conformes aceitável, baseado no tamanho da amostra (n) e na QL.

Quadro 8 - Tamanho da amostra (n) e número de aceitação (Ac) segundo o tamanho do lote e a QL

Tamanho do lote		Qualidade limite (QL) em %								
		0,8	1,25	2,0	3,15	5,0	8,0	12,5	20	32
16 a 25	n	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	17	13	9	6
	Ac						0	0	0	0
26 a 50	n	⇩	⇩	⇩	50	28	22	15	10	6
	Ac				0	0	0	0	0	0
51 a 90	n	⇩	⇩	50	44	34	24	16	10	8
	Ac			0	0	0	0	0	0	0
91 a 150	n	⇩	90	80	55	38	26	18	13	13
	Ac		0	0	0	0	0	0	0	1
151 a 280	n	170	130	95	65	42	28	20	20	13
	Ac	0	0	0	0	0	0	0	1	1
281 a 500	n	220	155	105	80	50	32	32	20	20
	Ac	0	0	0	0	0	0	1	1	3
501 a 1200	n	255	170	125	125	80	50	32	32	32
	Ac	0	0	0	1	1	1	1	3	5
1201 a 3200	n	280	200	200	125	125	80	50	50	50
	Ac	0	0	1	1	3	3	3	5	10
3201 a 10 000	n	315	315	200	200	200	125	80	80	80
	Ac	0	1	1	3	5	5	5	10	18
10 001 a 35 000	n	500	315	315	315	315	200	125	125	⇧
	Ac	1	1	3	5	10	10	10	18	
35 001 a 150 000	n	500	500	500	500	500	315	200	⇧	⇧
	Ac	1	3	5	10	18	18	18		
150 001 a 500 000	n	800	800	800	800	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Ac	3	5	10	18					
500 001 e maiores	n	1250	1250	1250	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Ac	5	10	18						

Fontes: 1. Brasil. Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG). 1. ed. Brasília, DF, 2016. [94] p. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf>. Acesso em: ago. 2017. 2. International Organization for Standardization. ISO 2859-2:1985: sampling procedures for inspection by attributes: part 2: sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection. Geneva: ISO, 1985. 21 p.

Nos casos onde o plano de amostragem apresentar um valor para o tamanho da amostra (n) igual ou superior ao tamanho da população (N), naturalmente será realizada a inspeção completa. Por exemplo: o Quadro 9 mostra o plano de amostragem definido para um lote da Base Cartográfica Contínua na Escala 1: 100 000 - BC100, segundo um nível de inspeção II e o LQA de 4,0%, e o quantitativo de feições geográficas de cada classe da referida base cartográfica.

Quadro 9 - Plano de amostragem de um lote da BC100

Classe	Quantidade de feições geográficas	Letra código	Número máximo de violações LQA em 4%	Tamanho da amostra	Método de inspeção (amostral ou completa)
asb_dep_saneamento_a	1	Inspeção Completa	0	---------	Inspeção Completa
eco_edif_ext_mineral_p	8	A	0	2	Inspeção Amostral
eco_edif_industrial_a	16	C	0	5	Inspeção Amostral
eco_edif_industrial_p	35	D	1	8	Inspeção Amostral
eco_ext_mineral_a	121	F	2	20	Inspeção Amostral
eco_ext_mineral_p	150	F	2	20	Inspeção Amostral
enc_termeletrica_p	4	A	0	2	Inspeção Amostral
enc_trecho_energia_l	143	F	2	20	Inspeção Amostral
hid_banco_areia_l	48	D	1	8	Inspeção Amostral
hid_barragem_l	6483	L	14	200	Inspeção Amostral
hid_ilha_a	78	E	1	13	Inspeção Amostral
hid_massa_dagua_a	180	G	3	32	Inspeção Amostral
hid_quebramar_molhe_a	1	Inspeção Completa	0	---------	Inspeção Completa
hid_quebramar_molhe_l	12	B	0	3	Inspeção Amostral
hid_recife_a	19	C	0	5	Inspeção Amostral
hid_recife_p	20	C	0	5	Inspeção Amostral
hid_rocha_em_agua_a	2	A	0	2	Inspeção Completa
hid_sumidouro_vertedouro_p	6	A	0	2	Inspeção Amostral
hid_trecho_drenagem_l	71238	N	21	500	Inspeção Amostral
hid_trecho_massa_dagua_a	8073	L	14	200	Inspeção Amostral
loc_aldeia_indigena_p	78	E	1	13	Inspeção Amostral
loc_area_edificada_a	642	J	7	80	Inspeção Amostral
loc_capital_p	2	A	0	2	Inspeção Completa
loc_cidade_p	372	H	5	50	Inspeção Amostral
loc_nome_local_p	1270	K	10	125	Inspeção Amostral
rel_curva_nivel_l	38631	N	21	500	Inspeção Amostral
rel_elemento_fisiografico_natural_l	1531	K	10	125	Inspeção Amostral
rel_elemento_fisiografico_natural_p	312	H	5	50	Inspeção Amostral
rel_pico_p	2	A	0	2	Inspeção Completa
rel_ponto_cotado_altimetrico_p	41901	N	21	500	Inspeção Amostral
tra_edif_constr_aeroportuaria_p	1	Inspeção Completa	0	---------	Inspeção Completa
tra_pista_ponto_pouso_a	3	A	0	2	Inspeção Amostral
tra_pista_ponto_pouso_l	100	F	2	20	Inspeção Amostral
tra_pista_ponto_pouso_p	12	B	0	3	Inspeção Amostral
tra_ponte_l	33	D	1	8	Inspeção Amostral
tra_ponte_p	852	J	7	80	Inspeção Amostral
tra_trecho_duto_l	1	Inspeção Completa	0	---------	Inspeção Completa
tra_trecho_ferroviario_l	31	D	1	8	Inspeção Amostral
tra_trecho_rodoviario_l	85425	N	21	500	Inspeção Amostral

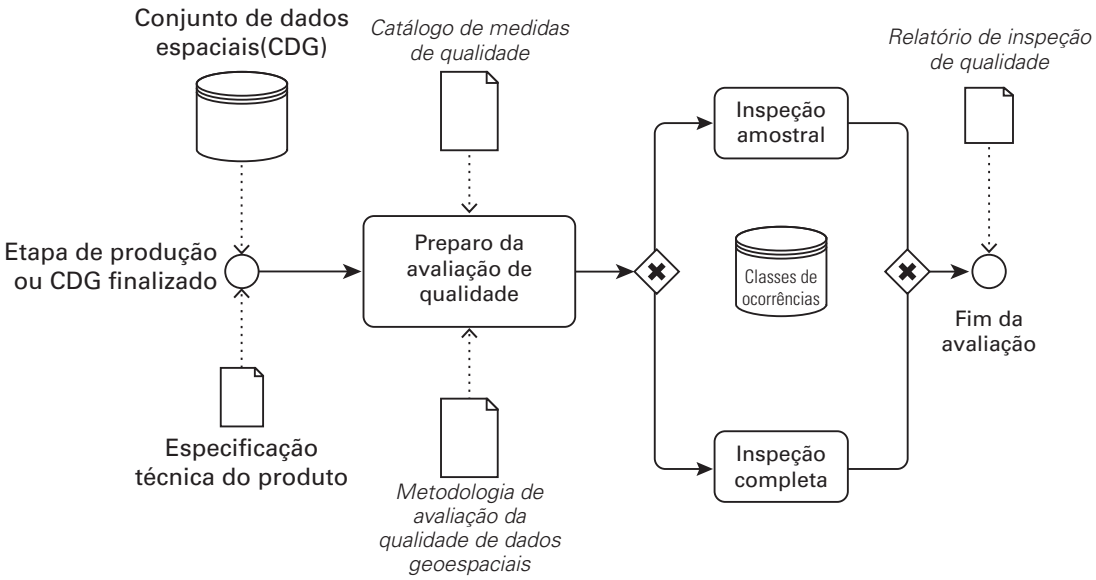
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Metodologia de avaliação da qualidade

Neste capítulo é apresentada a metodologia de avaliação da qualidade de um conjunto de dados espaciais, baseada nas normas ISO. O fluxograma, ilustrado na Figura 12, sintetiza todos os conceitos e tópicos abordados nos Capítulos **Qualidade de dados: uma abordagem geoespacial** e **Amostragem aplicada a dados geoespaciais**.

Ressalta-se que esta metodologia pode ser aplicada a qualquer dado geoespacial, tanto na aferição de sua qualidade, quanto na avaliação de adequação ao uso de uma determinada aplicação.

Figura 12 - Metodologia de avaliação de qualidade



Adaptado de International Organization for Standardization (2013c)

Todos os cartogramas presentes neste documento foram elaborados durante as inspeções de qualidade de diferentes produtos cartográficos, por meio do ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG): Quantum QGIS (QGIS).

Os tópicos a seguir descrevem os itens presentes no Capítulo **Metodologia de avaliação da qualidade,** referentes a dados geoespaciais.

Etapa de produção ou conjunto de dados espaciais finalizado

O início do processo de avaliação de qualidade pode ser aplicado a uma etapa do processo de produção ou ao produto cartográfico finalizado. O Conjunto de Dados Espaciais (CDG) representa o produto cartográfico ao qual se deseja avaliar a qualidade. Entretanto, este pode ser representado por um pequeno grupo de dados, limitado por uma extensão espacial ou tipos de feições ou, até mesmo, um determinado atributo de uma feição. Um mapa editorado para impressão, cartas imagem e bases cartográficas contínuas podem ser considerados como um Conjunto de Dados Espaciais.

Para comparar o Conjunto de Dados Espaciais com o mundo real é essencial a existência das especificações técnicas do produto cartográfico. A aferição da qualidade do conjunto de dados é fundamentada nas especificações técnicas do produto cartográfico e/ou nos requisitos de uma determinada aplicação, segundo níveis de aceitação de qualidade desejados.

Preparo da avaliação da qualidade

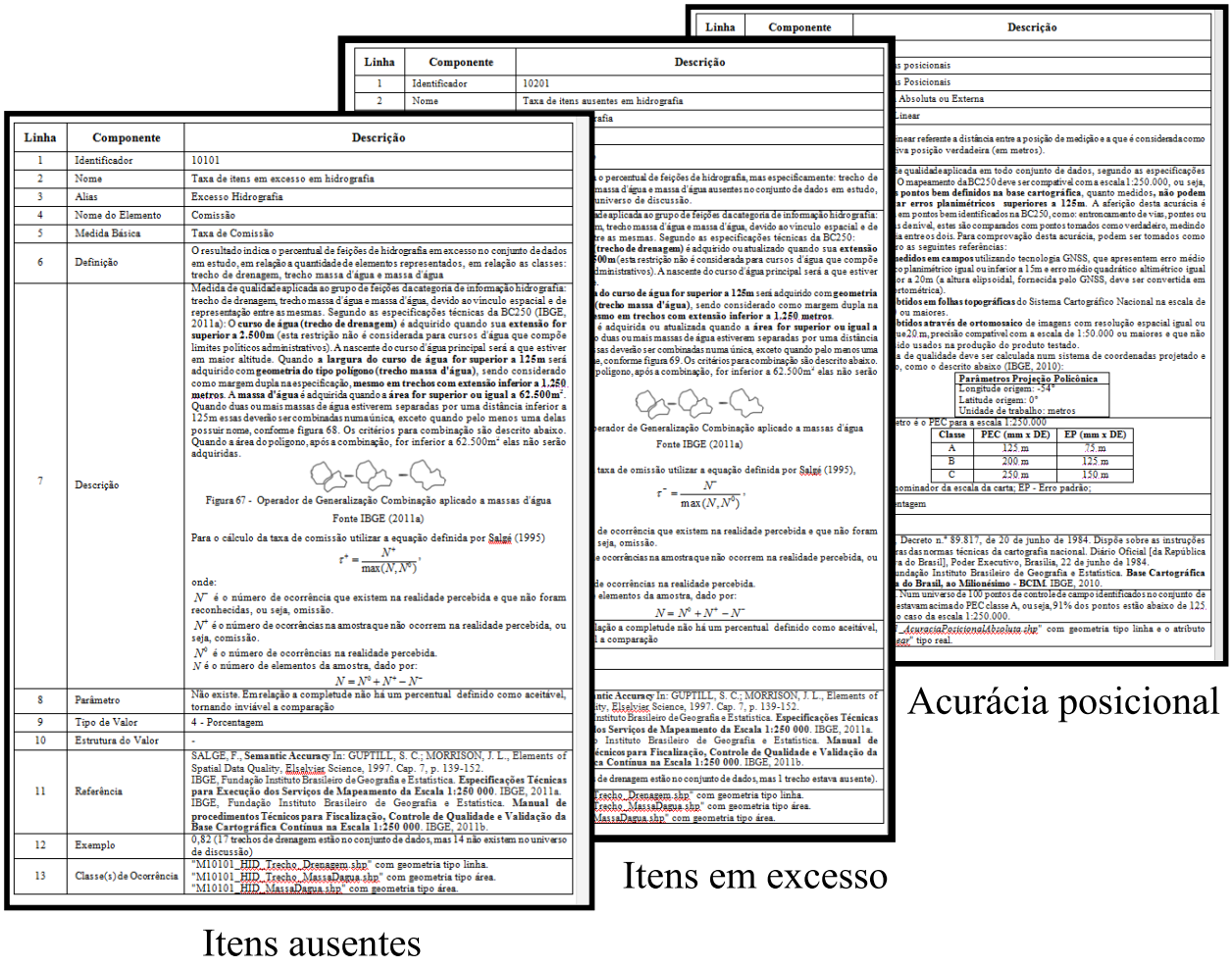
Na etapa de preparo da avaliação da qualidade, o objetivo principal é identificar o(s) elemento(s) de qualidade a ser(em) avaliado(s) e o âmbito da inspeção de qualidade. Nessa etapa é essencial identificar a(s) medida(s) de qualidade a ser(em) utilizadas. O ideal é que todas as medidas sejam documentadas e armazenadas. Dessa forma, cada produto cartográfico demandará um conjunto de medidas de qualidade, formando assim o seu catálogo de medidas de qualidade. A ordem de avaliação dos elementos de qualidade, a definição do método de inspeção e a elaboração do plano de amostragem, também são abordados nessa etapa.

Catálogo de medidas de qualidade

A medida de qualidade descreve o que e como deve ser inspecionado num conjunto de dados espaciais, assim como permite incluir um nível de aceitação desejável após a aferição de qualidade. As medidas de qualidade devem ser elaboradas com base nas especificações técnicas do conjunto de dados, junto com a equipe de produção e em demandas apontadas por usuários do produto cartográfico.

A documentação de medidas de qualidade proporciona a composição de catálogos de medidas de qualidade que poderão ser aplicadas em diferentes tipos de produtos cartográficos, conforme ilustra a Figura 13.

Figura 13 - Catálogo de medidas de qualidade



Santos (2013)

O desejável é que as medidas de qualidade estejam prontas, ou sejam elaboradas, antes do início das aferições de qualidade. As medidas podem surgir ou serem adaptadas, tanto por demanda do produtor quanto pela necessidade de adequação ao uso por parte do usuário.

A existência de medidas de qualidade de dados é fundamental para avaliar a confiabilidade e a incerteza dos resultados obtidos a partir das aferições de qualidade efetuadas sobre o conjunto de dados espaciais.

A Norma ISO 19157:2013 apresenta os seguintes componentes básicos para descrever uma medida de qualidade:

- Nome da medida de qualidade - Denominar a medida de qualidade;
- Elemento de qualidade - Elementos de qualidade de dados (domínio enumerado):
    1. Completude;
    2. Consistência lógica;
    3. Acurácia posicional;
    4. Acurácia temporal;
    5. Acurácia temática;
    6. Usabilidade.
- Escopo - Âmbito ao qual se aplica a informação da qualidade de dados. Exemplo: Todos os itens classificados como rios;
- Definição da medida de qualidade - Descrição geral da medida de qualidade (texto livre). Por exemplo: classificar a acurácia posicional absoluta planimétrica, do conjunto de dados espaciais, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC);
- Descrição do método de avaliação - Descrição do método de avaliação (texto livre). Exemplo: Comparar a contagem dos itens representados no conjunto de dados contra a contagem de itens na realidade percebida;
- Tipo do método de inspeção - Tipo de método usado para avaliar a qualidade do conjunto de dados (domínio enumerado):
    1. Interno;
    2. Externo;
    3. Indireto.
- Nível de conformidade - Valor (ou conjunto de valores) obtidos a partir da aplicação de uma medida de qualidade de dados ou do resultado da avaliação do valor obtido (ou conjunto de valores), contra um nível de aceitação de qualidade. Exemplo: Zero inconsistências topológicas no conjunto de dados.

O Quadro 10 apresenta os componentes descritores básicos de uma medida de qualidade. Ressalta-se que a estrutura apresentada facilita o relato das aferições de qualidade nos metadados do produto cartográfico, pois segue o padrão da Norma ISO 19115:2003.

Nos **Apêndices 1, 2 e 3** deste documento, como exemplo, são descritas medidas de qualidade, agrupadas em consistência lógica, completude e acurácias (temática, temporal e posicional), utilizadas na inspeção de produtos cartográficos do IBGE.

Quadro 10 - Componentes descritores básicos de uma medida de qualidade

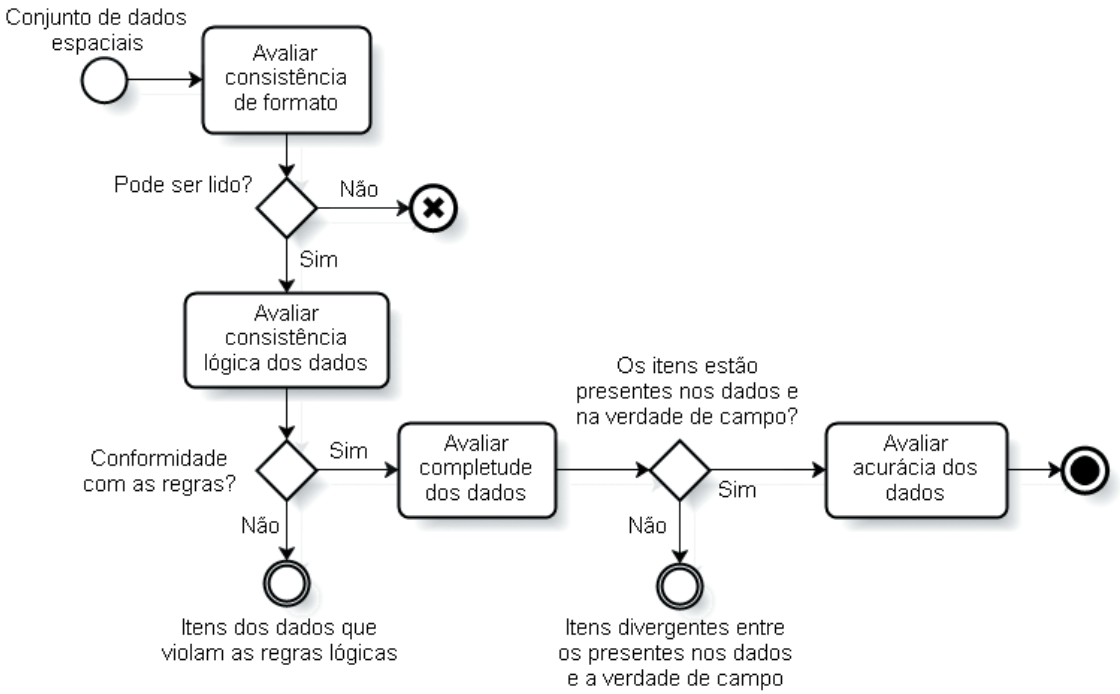
Componente DQ (*Data Quality*)	**Descrição / Exemplos**
Data Quality Scope (DQ_Scope)	Âmbito ao qual se aplica a informação da qualidade de dados. Exemplo: Todos os itens classificados como rios
Data Quality Element (DQ_Element)	Elementos de Qualidade de Dados (Domínio enumerado) 1 - Completude 2 - Consistência Lógica 3 - Acurácia Posicional 4 - Acurácia Temporal 5 - Acurácia Temática 6 - Usabilidade
Data Quality Subelement (DQ_Subelement)	(Completude) 1 - Comissão 2 - Omissão (Consistência Lógica) 1- Consistência Conceitual 2 - Consistência de Domínio 3 - Consistência de Formato 4 - Consistência Topológica (Acurácia Posicional) 1 - Acurácia Absoluta/ Externa 2 - Acurácia Relativa/ Interna 3 - Acurácia dos dados em grade (Acurácia Temporal) 1 - Acurácia do tempo medido 2 - Consistência Temporal 3 - Validade Temporal (Acurácia Temática) 1 - Classificação Correta 2 - Atributos não quantitativos corretos 3 - Acurácia dos atributos quantitativos
Data Quality Measure (DQ_Measure)	
Data Quality Measure Description (DQ_MeasureDesc)	Descrição do método de avaliação (texto livre) Exemplo: Aprovar / Reprovar
Data Quality Measure Identification (DQ_MeasureID)	Código identificando um procedimento padrão registrado (domínio enumerado) Exemplos: 10101, 10201
Data Quality Evaluation Method (DQ_EvalMethod)	
Data Quality Evaluation Method Type (DQ_EvalMethodType)	Tipo de método usado para avaliar a qualidade do conjunto de dados (domínio enumerado). 1 - Interno 2 - Externo 3 - Indireto
Data Quality Evaluation Method Description (DQ_EvalMethodDesc)	Descrição do método de avaliação Exemplo: Comparar a contagem de itens no conjunto de dados contra a contagem de itens no universo de discussão.
Data Quality Result (DQ_QualityResult)	
Data Quality Value Type (DQ_ValueType)	Tipo de valor (domínio enumerado) 1 - Variável Booleana 2 - Número 3 - Proporção (ratio) 4 - Porcentagem 5 - Amostra 6 - Tabela 7 - Imagem binária 8 - Matriz 9 – Citação 10 - Texto Livre 11 - Outro
Data Quality Value (DQ_Value)	Depende do tipo de valor Exemplo: Falso (Tipo de Valor = Variável Booleana)
Data Quality Value Unit (DQ_ValueUnit)	Unidade do valor (Depende do tipo de valor) Exemplo: NA
Data Quality Date (DQ_Date)	Data ou período de data em que a medida de qualidade foi aplicada. Exemplo: 2000-03-05
Data Quality Conformance Level (D Q_ConformanceLevel)	Valor (ou conjunto de valores) obtidos a partir da aplicação de uma medida de qualidade de dados ou do resultado da avaliação do valor obtido (ou conjunto de valores), contra um nível de qualidade aceitável conforme especificada. Exemplo: Zero comissões no conjunto de dados

Fonte: International Organization for Standardization. ISO 19114:2003: geographic information: quality evaluation procedures. Genebra: ISO, 2003.

Ordem de avaliação dos elementos de qualidade

Outro fator a considerar é a ordem de avaliação da qualidade de dados geoespaciais. A Norma ISO 19157:2013, conforme ilustra a Figura 14, recomenda a seguinte ordem de avaliação da qualidade:

Figura 14 - Ordenação da avaliação da qualidade dos dados



Adaptado de International Organization for Standardization (2013c)

- Avaliar a consistência de formato - o primeiro item a ser avaliado é a capacidade de leitura (ou interpretabilidade) dos dados para decidir se é possível decodificar/ler/entender os dados, ou não. Os dados não interpretáveis devem ser relatados e ignorados em etapas posteriores. O resultado da avaliação da consistência de formato deve descrever quais partes dos dados não são legíveis;
- Avaliar a consistência lógica - observar se as regras estabelecidas no modelo de dados para o produto cartográfico foram seguidas. Partes do conjunto de dados que não estejam em conformidade com as regras devem ser ignorados em etapas posteriores;
- Avaliar a completude - o próximo passo na avaliação é a presença de feições referentes ao aspecto de cobertura pela completude. Para avaliar este aspecto de qualidade, as feições do conjunto de dados são comparadas com os dados considerados como referência ou verdade de campo, e os casos de comissões e omissões devem ser relatados;

- Avaliar a acurácia (aspectos posicionais, temáticos e temporais) - o último passo na avaliação necessita abranger aspectos de acurácia, medindo o desvio entre as propriedades reais e as presentes na verdade de campo. Essas medidas podem se basear apenas em partes do conjunto de dados atuais, tanto no conjunto de dados real, quanto no universo da discussão.

Na prática, após a aprovação da consistência de formato, é possível iniciar as aferições de qualidade de consistência lógica, completude e acurácias de forma paralela.

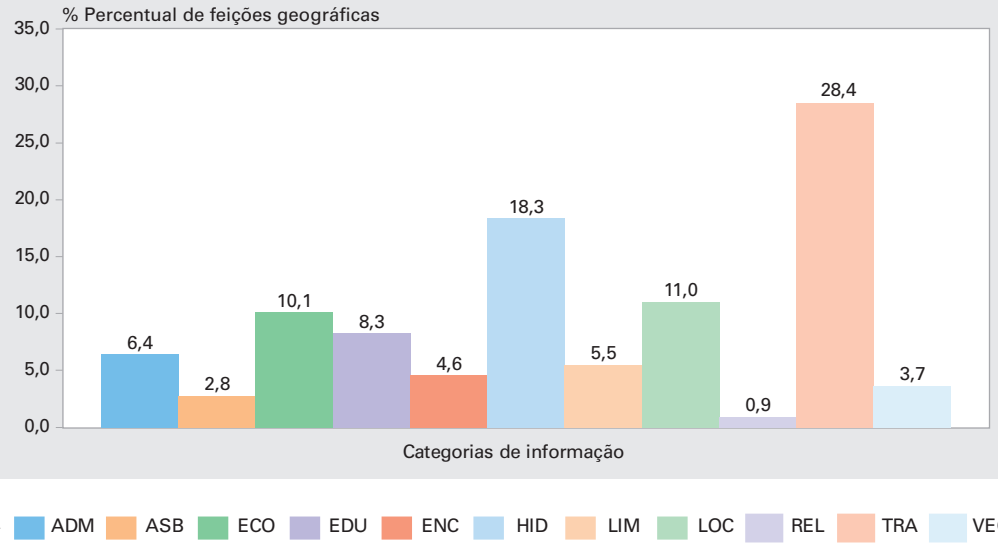
As inspeções de consistência lógica (conceitual, domínio e topológica) podem ser automatizadas. As inspeções de completude, acurácia temática e temporal demandam a elaboração do plano de amostragem, principalmente, para estabelecer um parâmetro de aprovação ou reprovação do produto cartográfico. A inspeção de acurácia posicional absoluta, altimétrica e planimétrica, deve ser baseada nos parâmetros definidos pelo PEC.

Ressalta-se que nos casos onde não for possível realizar a inspeção completa, deve-se adotar a inspeção amostral. O plano de amostragem viabiliza o parâmetro de aceitação de qualidade, tanto na inspeção orientada por feição como na orientada por área.

Outro fator a ser considerado no preparo da inspeção de qualidade é estabelecer uma hierarquia de prioridade de avaliação, segundo a relevância e/ou o quantitativo de feições geográficas das categorias de informação do produto cartográfico. Ressalta-se que, as inspeções de qualidade devem ser realizadas em todo o conjunto de dados espaciais.

O Gráfico 1 ilustra o percentual de classes de feições por categoria de informação, segundo o modelo de dados da ET-EDGV. Por meio do gráfico é possível identificar as categorias com maior quantidade de feições geográficas e que, logo, tendem a demandar mais tempo durante as inspeções de qualidade.

Gráfico 1 - Análise preliminar na fase de preparação da avaliação da qualidade



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Elaboração do plano de amostragem

O plano de amostragem do conjunto de dados a ser avaliado, na prática, pode ser definido logo após a inspeção e aprovação da consistência de formato. O plano de amostragem pode ser elaborado para inspeções de completude e/ou acurácia (temática, temporal e posicional). O número de aceitação, definido no plano de amostragem, pode ser utilizado como parâmetro para aprovar ou reprovar o conjunto de dados avaliado, em relação à completude, acurácia temática, temporal e posicional[3].

Ressalta-se que, no plano de amostragem, o nível de inspeção influencia no tamanho da amostra (n) e os níveis de aceitação de qualidade (LQA e/ou QL) influenciam no número de aceitação (Ac) e rejeição (Re) para aprovação ou reprovação do lote inspecionado.

Em inspeções intermediárias, durante o processo de produção cartográfica, o nível de inspeção pode ser alterado, assim como o LQA e/ou a QL. Por exemplo: pode-se adotar uma inspeção mais rigorosa durante a produção, para garantir a qualidade do produto final. Outra situação seria diminuir o nível de inspeção com o objetivo de realizar um primeiro retrato da qualidade do conjunto de dados espaciais, de forma que o resultado seja obtido em menos tempo, ou seja, uma análise mais rápida dos dados, para atender prazos curtos de inspeção.

Método de inspeção: amostral ou completo

O método de inspeção é escolhido de acordo com o elemento de qualidade e o tipo de conjunto de dados espaciais a avaliar. Nas inspeções de consistência lógica, geralmente, é possível realizar inspeções completas. Entretanto, nos casos em que não for possível automatizar a aferição de qualidade, recomenda-se a realização de inspeções amostrais, segundo um plano de amostragem.

Nas inspeções de completude e acurácias (posicional, temática e temporal), em função da complexidade do produto cartográfico, geralmente, é necessário realizar inspeções amostrais, seja orientada por área ou por feição geográfica, segundo um plano de amostragem bem definido.

Ambos os métodos de inspeção permitem a aprovação ou reprovação do conjunto de dados espaciais avaliado, segundo um determinado nível de conformidade, que deve ser explicitado nas especificações técnicas do produto cartográfico.

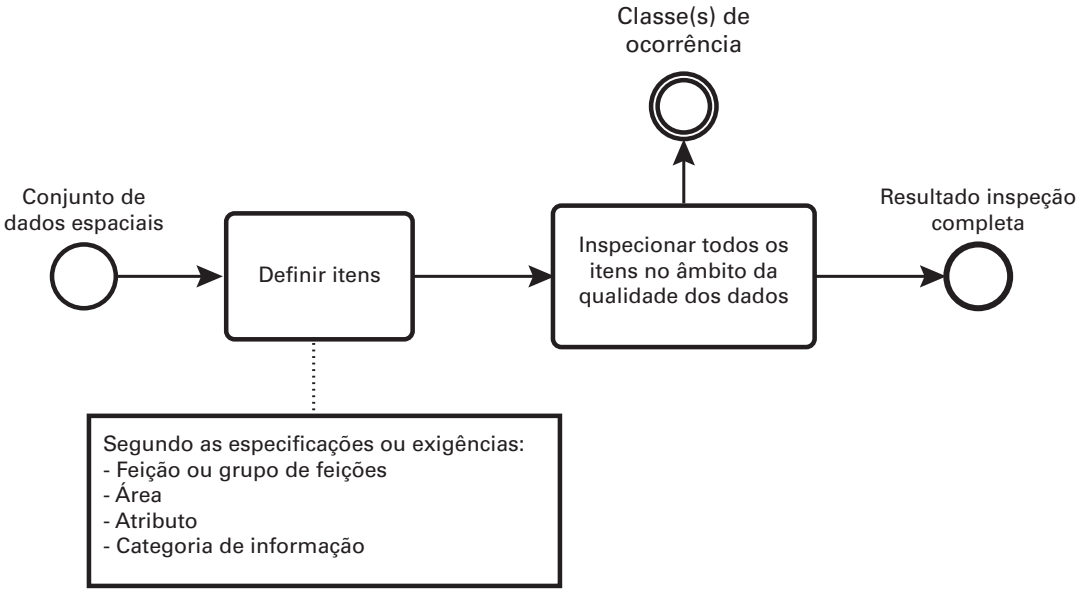
Inspeção completa

O método de inspeção completa, conforme ilustra a Figura 15, requer testar todos os itens da população especificada no âmbito de qualidade de dados.

---

[3] Para acurácia posicional absoluta, tanto planimétrica, quanto altimétrica, o parâmetro a ser utilizado é o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), regulado pelas normas técnicas da cartografia nacional por meio do Decreto n. 89.817, de 20.06.1984.

Figura 15 - Fluxograma da inspeção completa



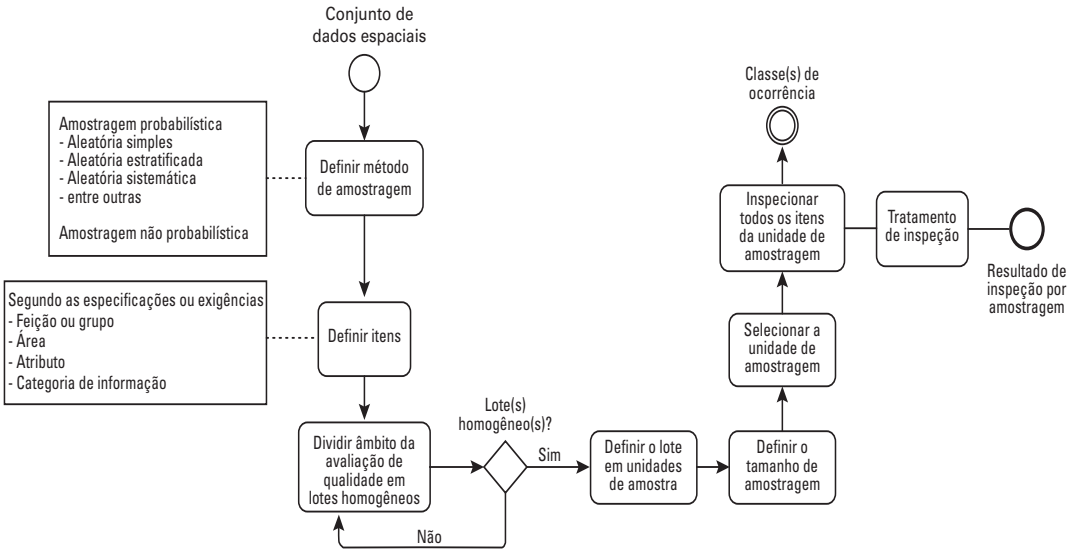
International Organization for Standardization (2013c)

Este método é usual em inspeções de consistência lógica, onde é possível automatizar algumas aferições de qualidade.

Inspeção amostral

O método de inspeção amostral, conforme ilustra a Figura 16, requer testar todos os itens da unidade de amostra especificada no âmbito de qualidade de dados.

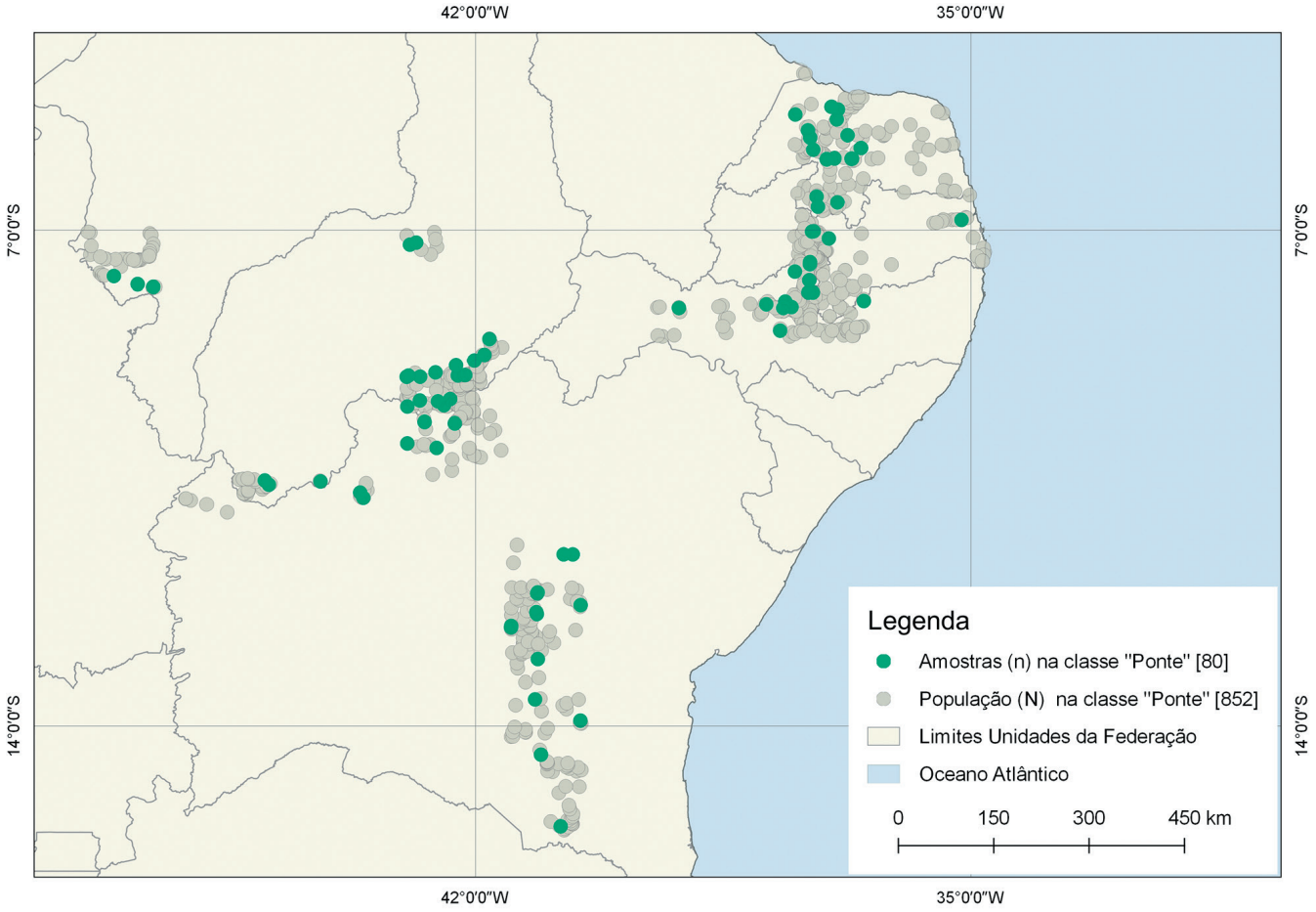
Figura 16 - Fluxograma da inspeção amostral



International Organization for Standardization (2013c)

O plano de amostragem pode ser utilizado, tanto na inspeção amostral orientada por área quanto na inspeção orientada por feição geográfica, para estabelecer um critério de aprovação ou reprovação do produto cartográfico avaliado. Por exemplo: na inspeção de qualidade orientada por feição geográfica, da classe pontes, foram observadas um total (N) de 852 feições geográficas presentes no produto cartográfico. O plano de amostragem, segundo um nível de inspeção II e um LQA de 4,0%, indica a letra-código J. O tamanho da amostra (n) deve ser 80, com um número de aceitação (Ac) de, no máximo, 7 registros inconsistentes para a aprovação desta classe.

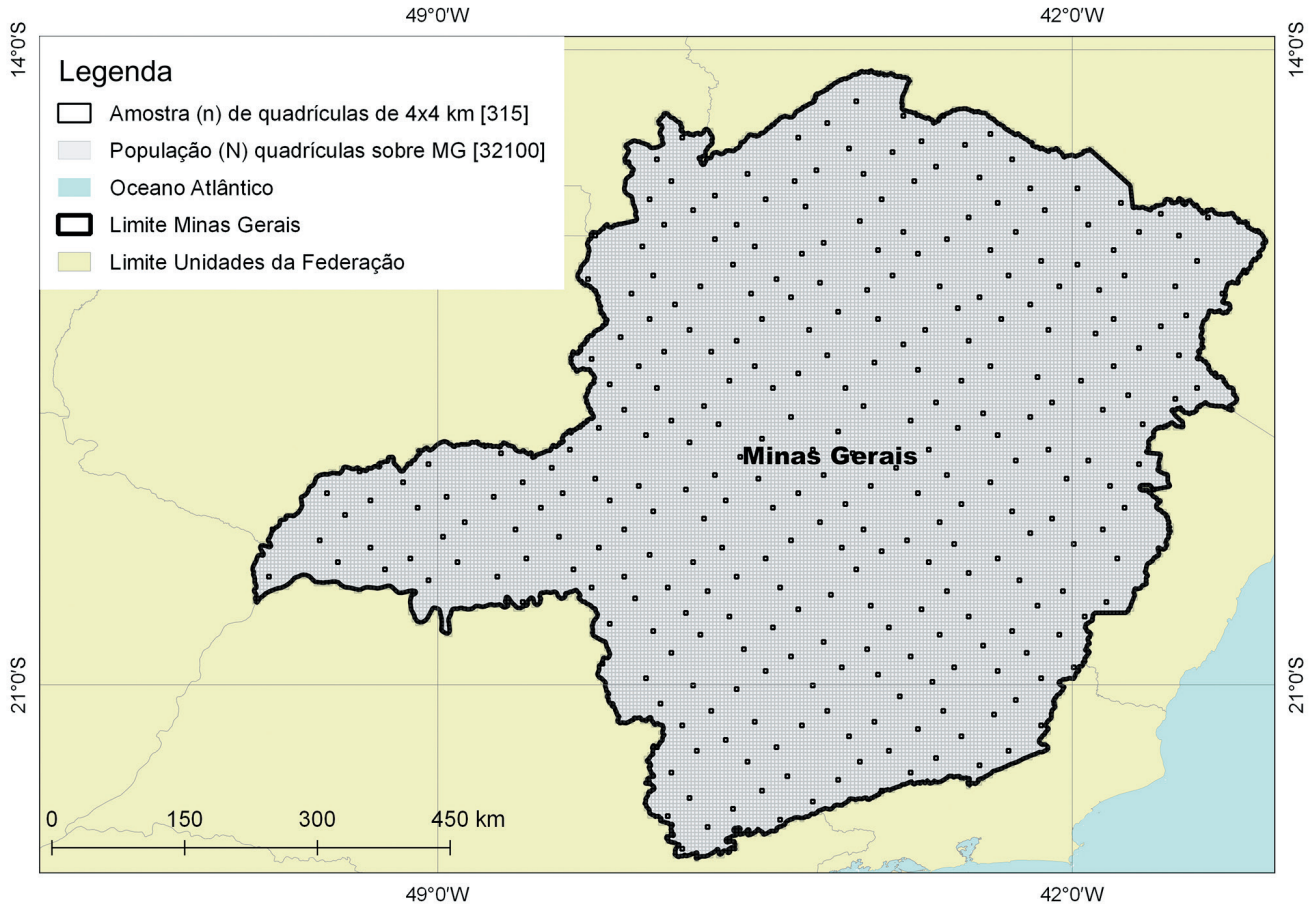
Figura 17 - Inspeção orientada por feição segundo um plano de amostragem



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Outro exemplo: na inspeção de qualidade orientada por área, no Estado de Minas Gerais, foi gerado um total (N) de 32 100 quadrículas, de 4x4cm na escala 1:100 000 do produto cartográfico, sobre a área do lote a ser avaliado, ou seja, unidades de amostragem de aproximadamente 16 km^2. Assim, o plano de amostragem, segundo um nível de inspeção II e um LQA de 4,0%, indica a letra-código M. O tamanho da amostra (n) deve ser 315 quadrículas, com um número de aceitação (Ac) de, no máximo, 21 unidades de amostragem inconsistentes para a aprovação das áreas avaliadas.

Figura 18 - Inspeção orientada por área segundo um plano de amostragem



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

A técnica de amostragem aleatória sistemática mostra-se eficiente, apresentando uma distribuição espacial apropriada à área de abrangência dos produtos cartográficos inspecionados.

Recomenda-se que, nas inspeções orientadas por área, taxas de conformidade sejam estabelecidas para aprovar ou reprovar a unidade de amostragem (célula da grade) inspecionada. Por exemplo: taxa de omissão e/ou comissão, segundo a equação 1 e 2 respectivamente, inferiores a 10% para produtos cartográficos entre as escalas 1:25 000 e 1:1 000 000. Os valores das taxas podem ser mais rigorosos, de acordo com as perspectivas do produtor e demandas do usuário, e revisados conforme um novo nível de conformidade a almejar no produto cartográfico.

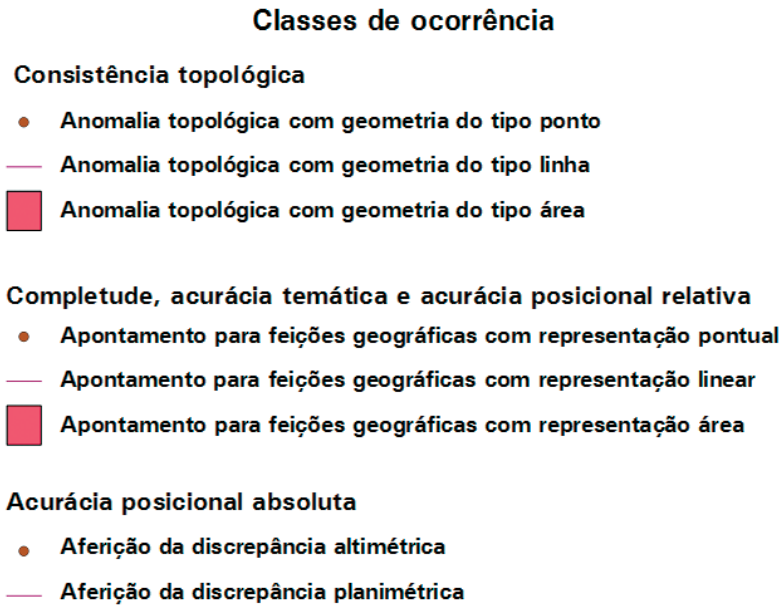
Classes de ocorrências

A classe de ocorrência é vinculada aos objetivos das medidas de qualidade, com a função de discriminar cada ocorrência identificada no conjunto de dados espaciais avaliado. Cada registro de ocorrência facilita a contagem do parâmetro de qualidade avaliado e sua posterior localização, auxiliando nas avaliações dos resultados das inspeções de qualidade.

A classe de ocorrência pode ser uma réplica, inicialmente sem registros, da classe de feições em aferição ou uma classe auxiliar onde é representada a ocorrência segundo uma determinada variável demandada pela medida de qualidade correspondente.

Como exemplo: em inspeções de consistência topológica, a classe de ocorrência pode ser representada por geometria do tipo ponto, linha ou área; nas inspeções de completude e acurácia temática pode herdar tanto a geometria, quanto os atributos da classe avaliada. Na inspeção de acurácia posicional absoluta pode ser representada pela geometria do tipo linha, retratando a discrepância planimétrica medida.

Figura 19 - Classes de ocorrência de consistência topológica, completude, acurácia temática e acurácia posicional



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Os atributos essenciais das classes de ocorrência são: o código do elemento de qualidade (conforme Quadro 2) e o detalhamento da inconsistência (texto livre). Esses atributos auxiliam na contagem e análise dos apontamentos. Recomenda-se que o operador contextualize as ocorrências mais relevantes ou frequentes no relatório de

qualidade. O objetivo é facilitar o entendimento do apontamento e propiciar a busca pela melhoria do conjunto de dados espaciais e/ou seu processo de produção. As classes de ocorrência também podem ser utilizadas durante o processo de produção, ou no uso do produto cartográfico, a fim de apontar inconsistências passíveis de correção pela área de produção.

Relatório de qualidade

O relatório de qualidade é fundamental para retratar as características boas e ruins do conjunto de dados inspecionado. Por meio desse documento é possível realizar a tomada de decisão para aprovação e/ou melhoria do conjunto de dados avaliado. Recomenda-se que os casos mais relevantes, recorrentes e/ou específicos, durante a execução das inspeções de qualidade sejam destacados. O objetivo é facilitar a sinalização de melhorias no conjunto de dados espaciais e/ou propor a elaboração de novas medidas de qualidade.

A Norma ISO 19157:2013 orienta sobre a elaboração de relatórios de qualidade independes e o preenchimento dos metadados a respeito das inspeções de qualidade. Em relação ao relatório de qualidade independente, a norma sugere que cada instituição adote uma estrutura de acordo com suas necessidades, práticas e procedimentos de avaliação. Ressalta-se a importância de um relato sucinto, de fácil entendimento e prontamente recuperável.

Um relatório independente e de qualidade deve conter um escopo para identificar facilmente até que ponto o relatório abrange o conjunto de dados sob avaliação.

Cada relatório deve conter informações suficientes para descrever de forma significativa os aspectos relevantes da qualidade dos dados e seus resultados. Esse relatório pode assumir a forma de referências à duplicação de suporte, tais como uma especificação de produto de dados ou um catálogo de medidas de qualidade.

A estrutura do relatório de qualidade, atualmente em uso, consiste das seguintes partes: título; resumo; introdução; quantitativo de ocorrências identificadas; avaliação da inspeção de qualidade; orientações e ações; considerações gerais; e apêndices: exemplos da inspeção de qualidade. Essa estrutura visa apresentar um relato sucinto, objetivo e padronizado, nos quais os exemplos relevantes sejam apresentados no apêndice do documento.

Metadados geoespaciais: informando a qualidade do produto cartográfico ao usuário

Segundo a Comissão Nacional de Cartografia (2010, p. 22), conforme definido no Art. 2º do Decreto n. 6.666, 27.11.2008, referente à instituição da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, os metadados de informações geoespaciais são:

> um conjunto de informações descritivas sobre os dados, incluindo as características de seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, integração e disponibilização, bem como possibilitar sua busca e exploração.

Portanto, é no metadado do produto que são informados os resultados obtidos para os elementos de qualidade.

Como padrão para elaboração de metadados no Brasil, adota-se o *Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB)*, elaborado pelo Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais - CEMG, da Comissão Nacional de Cartografia - Concar, com base na Norma ISO 19115:2003. Outras importantes Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) também utilizam perfis de metadados baseados nessa norma, como o Infrastructure for Spacial Information in Europe - Inspire (Europa), o Natural Resources Canada - NRCAN (Canadá) e o Federal Geographic Data Committee - NSDI (Estados Unidos).

Recomenda-se, após as aferições de qualidade, incorporar o resultado das avaliações de qualidade aos metadados do produto cartográfico. As orientações para o preenchimento dos metadados estão presentes no *Perfil MGB*, ilustrado na Figura 20.

Figura 20 - Perfil MGB

Comissão Nacional de Cartografia (2011)

O documento prevê 10 elementos para a descrição da qualidade, assim distribuídos: nível hierárquico; linhagem: declaração, fonte de dados, denominador da escala, etapas do processo; relatório: completude, consistência lógica, acurácia posicional, acurácia temporal e acurácia temática.

O elemento de qualidade usabilidade, previsto na ISO 19157:2013, ainda não foi abrangido pelo *Perfil MGB,* pois esse documento data de 2011.

O elemento nível hierárquico (*data quality scope*) informa a categoria do dado de acordo com a lista controlada *MD_ScopeCode*. Os valores dessa lista indicam se o dado corresponde a um conjunto de dados geográficos, uma série, um atlas, ou outras categorias de produtos.

Em linhagem, o elemento declaração corresponde a uma descrição geral do histórico de produção do dado. Fonte de dados é o campo onde relaciona-se os insumos. O campo denominador da escala informa a escala do insumo utilizado. Toda a metodologia e os processamentos utilizados na produção do dado podem ser relatados em etapas do processo.

Os resultados da inspeção de qualidade são relatados nos campos de completude, consistência lógica, acurácia posicional, acurácia temporal e acurácia temática (*data quality element*), que são obtidos através das medidas de qualidade. Para cada um dos cinco elementos de qualidade, é previsto a informação dos seguintes itens nos metadados: designação da medida, identificação da medida, descrição da medida, tipo de método de avaliação, procedimento de avaliação, data e hora da medição e resultado da medição. Esta estrutura está presente nos componentes básicos para descrição das medidas de qualidade.

O resultado da medição de qualidade pode ser do tipo resultado de conformidade ou resultado quantitativo. Para o resultado de conformidade, os elementos de metadados são: especificação de conformidade, explicação da conformidade e aprovação de conformidade. O resultado quantitativo é composto de tipo do valor, unidade do valor, estatística de erro e valor.

Considerações finais

A Diretoria de Geociências do IBGE espera que o presente documento auxilie a sociedade, junto com as demais normas e especificações técnicas da cartografia nacional, na elaboração de inspeções de qualidade de produtos geoespaciais, atendendo a expectativas de produtores e usuários de dados geocientíficos.

Para retratar a qualidade dos dados geoespaciais, tanto nas inspeções completas, quanto nas inspeções elaboradas segundo um plano de amostragem, é essencial a existência de suas especificações técnicas, assim como a definição de níveis de conformidade desejados. A ausência de parâmetros, explicitados na documentação técnica, dificultam e inviabilizam as inspeções de qualidade.

A avaliação da qualidade de dados espaciais, com base nas orientações da Norma ISO 19157:2013, mostra-se eficiente tanto nas inspeções completas, quanto nas inspeções amostrais. A normatização das aferições de qualidade permite a comparabilidade entre distintos conjuntos de dados geoespaciais, em relação aos aspectos de qualidade abordados neste documento.

A análise das inspeções de qualidade revela aspectos bons e ruins de um produto cartográfico, permitindo ao produtor e ao usuário conhecer sua incerteza e sua aplicabilidade no seu universo de discussão.

A elaboração de medidas de qualidade deve ser realizada junto com as áreas/órgãos/instituições produtoras de informação geoespacial, para a construção de um catálogo mínimo de indicadores de qualidade a serem avaliados. Em relação ao nível de conformidade,

atualmente, o único parâmetro oficial é o Decreto n. 89.817, de 20.06.1984, relativo a acurácia posicional absoluta. Para os demais elementos de qualidade é necessário que os níveis de aceitação de qualidade estejam explicitados na documentação técnica. Os níveis de conformidade das medidas de qualidade devem atender, tanto as expectativas do produtor, quanto as demandas dos usuários.

As classes de ocorrências utilizadas durante as inspeções de qualidade permitem avaliações individualizadas para cada apontamento sobre o conjunto de dados avaliado. O uso de classes de ocorrência visa facilitar a contagem e a mensuração da variável em avaliação, facilitar sua localização e sua correção ou adequação posteriormente.

Recomenda-se o preenchimento dos metadados de qualidade, segundo a Norma ISO 19115:2003. O preenchimento dos metadados está presente no *Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB)*, elaborado pelo Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais - CEMG, da Comissão Nacional de Cartografia - CONCAR. Os componentes básicos das medidas de qualidade auxiliam e podem ser utilizados na descrição das aferições de qualidade.

Ressalta-se que a metodologia de inspeção de qualidade, proposta neste documento, pode ser utilizada tanto na avaliação de um produto geoespacial final, em meio digital ou analógico, como no estudo preliminar para identificação de áreas de interesse de atualização ou na melhoria da qualidade de um conjunto de dados espaciais específico.

A expectativa futura é a construção de um catálogo de medidas de qualidade para outros produtos de geociências do IBGE.

Referências

ARAÚJO, V. O. H. de. *Usabilidade de geoportais*: o caso do visualizador da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Defesa)-Instituto Militar de Engenharia - IME, Rio de Janeiro, 2016.

ARIZA LÓPEZ, F. J. (Ed.). *Fundamentos de evaluación de la calidad de la información geográfica*. Jaén: Universidad de Jaén - UJA, Servicio de Publicaciones, 2013. 782 p.

ARIZA LÓPEZ, F. J. *Calidad en la producción cartográfica*. Madrid: Ra–Ma, c2002. 389 p.

ARIZA LÓPEZ, F. J.; GARCÍA BALBOA, J. L.; AMOR PULIDO, R. *Casos prácticos de calidad en la producción cartográfica*. Jaén: Universidad de Jaén - UJA, Servicio de Publicaciones, 2004. 388 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5425*: guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1985a. 30 p.

_____. *NBR 5426*: planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro: ABNT, 1985b. 63 p.

_____. *NBR 5427*: guia para utilização da norma 5426 - planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro: ABNT, 1985c. 26 p.

BARBETTA, P. A. *Estatística aplicada às ciências sociais*. 8. ed. rev. Florianópolis: Ed. UFSC, 2012. 315 p. (Didática).

BRASIL. Decreto n. 89. 817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.

Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, ano 122, n. 120, 22 jun. 1984. Seção 1, p. 8884-8886. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm>. Acesso em: ago. 2017.

_____. Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. *Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG)*. 1. ed. Brasília, DF, 2016. [94] p. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

BURITY, E. F.; SILVEIRA, J. C. Requisitos de qualidade no contexto da série de normas ISO 9000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Belo Horizonte. *Anais*... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia - SBC, 2003.

CASANOVA, M. A. et al. (Org.). *Banco de dados geográficos*. Curitiba: MundoGEO, 2005. 504 p. Disponível em: <http://www-di.inf.puc-rio.br/~casanova//Publications/Books/2005-BDG.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

CEBALLOS, J. A. R.; GATICA, G. L. R. *Implementation of a management and quality control system under ISO standards 9001:2000, 19113, 19114, 19138 and 19115 in cartographic production*. In: INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE, 24., 2009, Santiago de Chile. *Proceedings...* [S.l.]: International Cartographic Association - ICA, 2009. 14 p. Disponível em: <http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2009/html/refer/3_2.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (Brasil). *Perfil de metadados geoespaciais do Brasil (Perfil MGB)*. 2.ed. Brasília, DF: Concar, 2011. 195 p. Versão homologada em novembro de 2009. Disponível em: <http://www.concar.gov.br/pdf/111@Perfil_MGB_homologado_nov2009_v1.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

_____. *Plano de ação para implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais*. Rio de Janeiro: Concar, 2010. 203 p. Disponível em: <http://www.concar.gov.br/pdf/PlanoDeAcaoINDE.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

DALMOLIN, Q.; LEAL, E. da M. Análise da qualidade posicional em bases cartográficas geradas em CAD. *Boletim de Ciências Geodésicas*, Curitiba: Universidade Federal do Paraná - UFPR, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - PPGCG, v. 7, n. 1, p. 21-40, 2001. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/bcg/article/view/1374>. Acesso em: ago. 2017.

DEVILLERS, R.; JEANSOULIN, R. (Ed.). *Fundamentals of spatial data quality*. London: ISTE, c2006. 309 p. (Geographical information systems series).

DOMINGUES, C. V.; SIMÕES, L. L. *O SIG na gestão pública*: análise crítica de um caso bem-sucedido: desafios e perspectivas. *Exacta*,

São Paulo: Universidade Nove de Julho - Uninove, v. 5, n. 2, p. 353-360, jul./dez. 2007. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81050218>. Acesso em: ago. 2017.

EGENHOFER, M. J.; FRANK, A. U. Prospective views of GIS technologies and applications. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1990, São Paulo. *Anais*... São Paulo: Universidade de São Paulo - USP, Escola Politécnica, 1990. p. 95-102. Disponível em: <ftp://ftp.geoinfo.tuwien.ac.at/frank/meafprospecv.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

FREITAS, A. L. B. de. *Catálogo de metadados de dados cartográficos como suporte para a implementação de clearinghouse nacional*. 2005. 282 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica)-Instituto Militar de Engenharia - IME, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.cartografia.ime.eb.br/trabalhos/MESTRADO/2005_ANNA_LUCIA_BARRETO_DE_FREITAS/disserta_Anna_DE6_IME_2005.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

GOODCHILD, M. F.; KEMP, K. K. (Ed.). *The NCGIA core curriculum in GISystems*. Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis - NCGIA, 1990. Disponível em: <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/core.html>. Acesso em: ago. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 2859-1:1999*: sampling procedures for inspection by attributes: part 1: sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection. 2nd ed. Geneva: ISO, 1999. 87 p.

_____. *ISO 2859-2:1985*: sampling procedures for inspection by attributes: part 2: sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection. Geneva: ISO, 1985. 21 p.

_____. *ISO 3951-1:2013*: sampling procedures for inspection by variables: part 1: specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic an a single AQL. 2nd ed. Geneva: ISO, 2013a. 92 p.

_____. *ISO 3951-2:2013*: sampling procedures for inspection by variables: part 2: general specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics. 2nd ed. Geneva: ISO, 2013b. 86 p.

_____. *ISO 19113:2002*: geographic information: quality principles. Geneva: ISO, 2002. 36 p.

_____. *ISO 19114:2003*: geographic information: quality evaluation procedures. Geneva: ISO, 2003.

_____. *ISO 19157:2013*: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. 146 p.

JURAN, J. M. *A qualidade desde o projeto*: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. Tradução de Nivaldo Montingelli Jr. 3. ed. São Paulo: Pioneira, c1997. 551 p. (Novos umbrais).

KAINZ, W. Logical consistency. In: GUPTILL, S. C.; MORRISON, J. L. (Ed.). *Elements of spatial data quality.* Oxford: Elsevier Science, 1995. p. 109-138.

KEMP, Z.; THEARLE, R. Modelling relationships in spatial databases. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING, 5., 1992, Charleston. *Proceedings...* Charleston: IGU Commissiono on Geographic Information Systems, 1992. v. 1, p. 303-312.

LONGLEY, P. A. et al. *Sistemas e ciência da informação geográfica*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

LUNARDI, O. A. *Controle de qualidade de dados geoespaciais na INDE*. 2012. Trabalho apresentado no MundoGeo#Connect LatinAmerica, realizado em São Paulo, 2012.

MANUAL de procedimentos técnicos para fiscalização, controle de qualidade e validação da base cartográfica contínua na escala 1:250 000. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 31 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 12). Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv96663.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

MOSTAFAVI, M. A.; EDWARDS, G.; JEANSOULIN, R. An ontology-based method for quality assessment of spatial data bases. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA QUALITY, 3., 2004, Bruck an der Leitha. *Proceedings of the ISSDQ'04*. Vienna: University ofTechnology, Institute for Geoinformation and Cartography - Geoinfo, 2004. v. 1, p. 49–66. (Geoinfo, 28a). Disponível em: <https://hal.inria.fr/inria-00000447/document>. Acesso em: ago. 2017.

MELLO, C. H. P. (Org.). *Gestão da qualidade*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011. 173 p.

NOGUEIRA JÚNIOR, J. B. *Controle de qualidade de produtos cartográficos*: uma proposta metodológica. 2003. 131 p. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Presidente Prudente, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88556/nogueira-junior_jb_me_prud.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: ago. 2017.

REIS, R. B. et al. Mapeamento da base contínua do Brasil na escala 1:250.000 com auxílio de sensores orbitais: projeto BC250. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. *Anais...* São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2011. p. 2452-2459. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/06.27.14.31.55/doc/p0518.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. *Métodos estatísticos aplicados ao controle da qualidade*. 23. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2013. 274 p.

RODRÍGUEZ PASCUAL, A. F. *Normas de calidad*: ISO 19113/ISO 19114, 2012.

RUMBAUGH, J. et al. *Modelagem e projetos baseados em objetos*. Tradução de Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 652 p.

SALGÉ, F. Semantic accuracy. In: GUPTILL, S. C.; MORRISON, J. L. (Ed.). *Elements of spatial data quality*. 1st ed. Oxford: Elsevier Science, 1995. p. 139-152.

SANTOS, A. da S. *Geoestatística aplicada na avaliação da qualidade de dados geoespaciais*. 2013. 148 p. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2013. Disponível em: <http://locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3816/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: ago. 2017.

SERVIGNE, S.; LESAGE, N.; LIBOUREL, T. Quality components, standards and metadata. In: DEVILLERS, R.; JEANSOULIN, R. (Ed.). *Fundamentals of spatial data quality.* London: ISTE, c2006. p. 179-210. (Geographical information systems).

Apêndices

1 Medidas de qualidade de consistência lógica

2 Medidas de qualidade de completude

3 Medidas de qualidade de acurácias

1 Medidas de qualidade de consistência lógica

Inspeção da consistência topológica na mesma classe (geometria) aplicada a bases cartográficas contínuas.

Nome da medida de qualidade: Validação topológica na mesma classe (geometria).

Elemento de qualidade: Consistência topológica.

Código de qualidade: 24.

Escopo: Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais.

Definição da medida de qualidade: Validação topológica para identificar inconsistências na geometria da classe. A correção dos erros topológicos identificados pode ser automática e/ou manual.

Descrição do método de avaliação: A inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG) capaz de identificar, e se possível, corrigir as inconsistências topológicas detectadas.

O Quadro 11 mostras as anomalias de geometria a serem observadas nas validações topológicas de bases cartográficas contínuas.

Quadro 11 - Validação topológica na mesma classe: anomalias de geometria

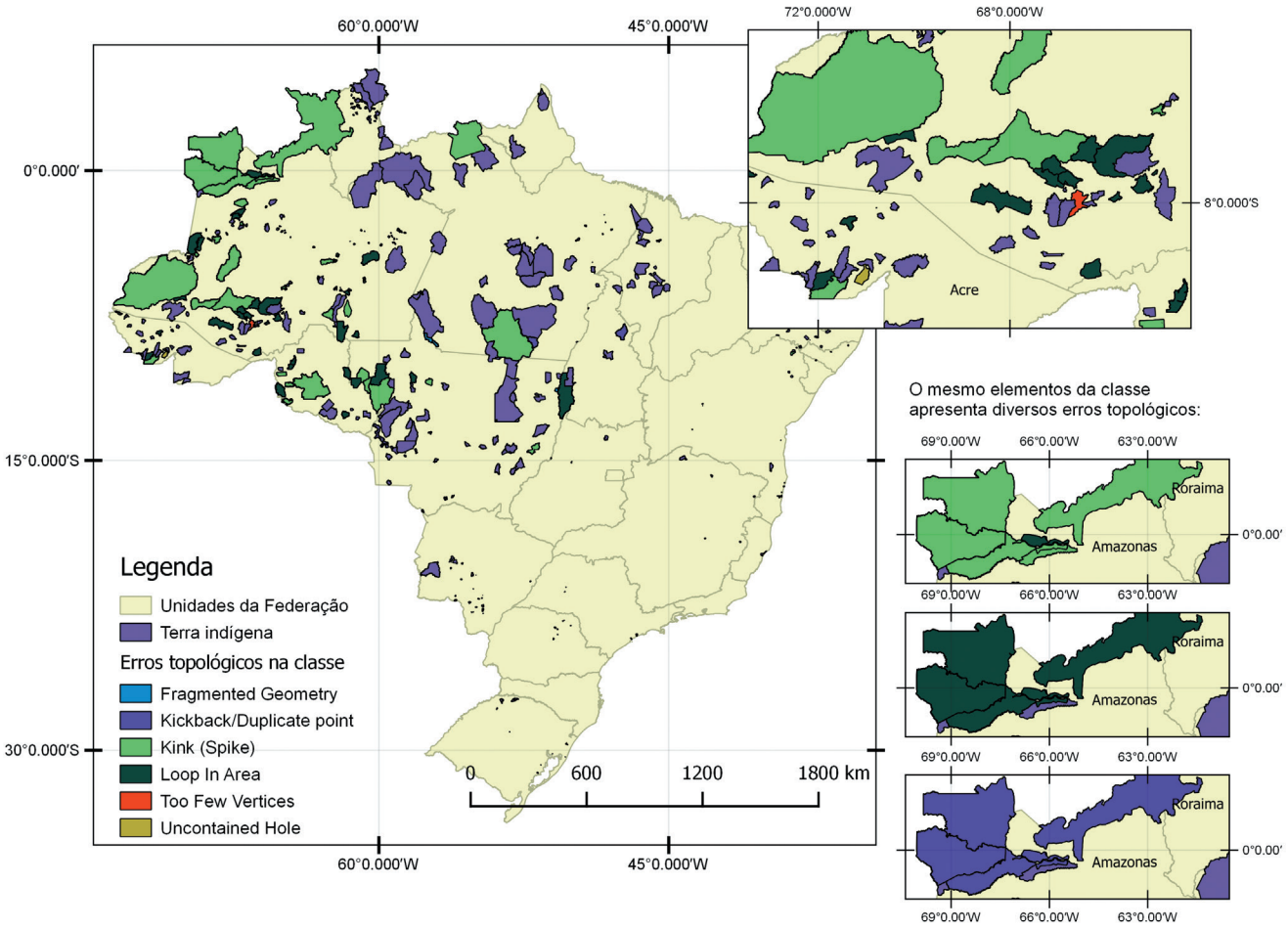
Anomalia	Descrição	Correção
Geometria vazia (*Empty geometry*)	Feições com a geometria nula ou vazias.	Automática
Geometria desconhecida (*Unknown geometry*)	Feições cuja geometria não é reconhecida no ambiente SIG.	
Geometria inválida (*Invalid geometry*)	O tipo de geometria não corresponde a geometria vetorizada.	
Poucos vértices (*Too few vertices*)	O tipo de geometria possui poucos vértices para representar sua geometria primitiva (ponto, linha ou área).	Automática
Buracos não contidos (*Uncontained holes*)	Área de feição com limites internos, buracos, que não estão contidos total ou parcialmente dentro do limite externo.	Manual
Áreas não fechadas (*Unclosed areas*)	Área de feição cujo limite não está fechado, isto é, o primeiro e o último vértice não tem o mesmo valor de coordenada.	Automática
Sobreposição de buracos (*Overlapping holes*)	Área de feição com limites internos, buracos, se sobrepõem um ao outro.	Manual
Linhas com comprimento zero (*Zero-length lines*)	Comprimento de feição que não possui nenhuma extensão, isto é, os vértices estão sobre um mesmo ponto.	Automática
Areas com cobertura zero (*Zero-coverage areas*)	Cobertura de feição que não possui nenhuma área, isto é, os vértices são todos colineares.	Automática
Coordenadas inválidas (*Invalid coordinates*)	Feições cujo um valor de coordenadas (X, Y ou Z) é superior a um determinado valor absoluto.	
Laço em area (*Area loop*)	Áreas de feição com um laço em qualquer um dos limites exteriores ou interiores.	Automática
Pontos (vértices) duplicados (*Kickback/Duplicate point*)	Área de feição ou feição linear cuja geometria possuí pontos duplicados num mesmo vértice.	Automática
Componente de geometria inválido (*Invalid geometry component*)	Feições onde a geometria é sintaticamente correta, mas cuja especificação não define um componente de geometria válida. Por exemplo: arco inválido, raio inválido, limite inválido, descontinuidade.	
Ponta repentina (*Kink / Spike*)	Feições lineares ou área onde há divergência repentina na vetorização dos vértices.	Automática
Laço em linha (*Loop in line*)	Feições lineares cuja geometria cria um laço e a área é maior do que uma determinada tolerância especificada.	Automática
Vetor curto (*Short vector*)	Feições lineares ou área com dois vértices sequenciais com a distância inferior a uma determinada tolerância especificada. A tolerância a ser considerada pode ser o erro gráfico na escala do projeto (0.2 mm na escala do projeto).	Automática
Geometria nula (*Null geometry*)	Feições com geometria nula.	Automática
Componente de geometria desnecessário (*Superfluous geometry component*)	Feições onde a geometria contém um componente que não é necessária para descrever a sua propriedade geométrica.	Automática
Geometria fragmentada (*Fragmented geometry*)	Feições onde o tipo de geometria é uma coleção e as partes desta feição não precisam ser contíguas.	Automática / Manual
Feição duplicada (*Duplicate feature*)	Feições cujos atributos combinam e as geometrias são idênticas, ou com tamanho, forma e localização semelhantes, dentro de uma tolerância especificada.	Automática

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Nível de conformidade: É desejável zero inconsistência no formato dos dados e no ambiente SIG utilizado na validação topológica da base cartográfica. Ressalta-se que, caso sejam executadas validações topológicas em outro ambiente SIG, em função da diferença de tolerância de casas decimais das coordenadas entre os softwares, os quantitativos podem variar.

Exemplo de inspeção de qualidade: Consistência topológica na mesma classe, identificação de anomalias de geometria, na Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:250 000 - BC250. A Figura 21 mostra situações de inconsistência detectadas na classe de feições geográficas de terras indígenas.

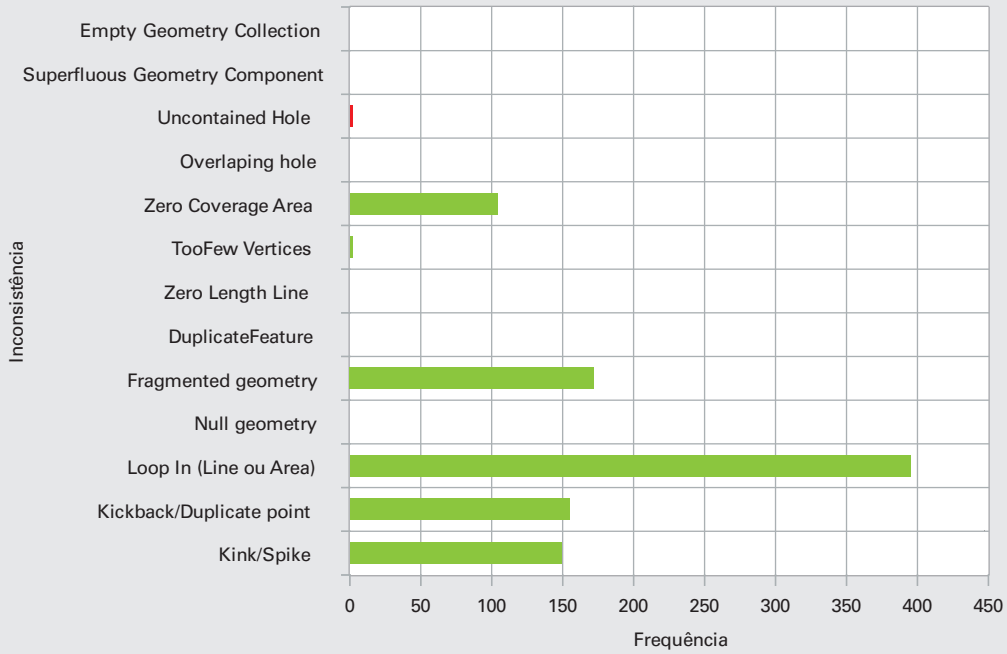
Figura 21 - Inspeção de consistência topológica (geometria) na classe de feições geográficas de terras indígenas



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

O Gráfico 2 mostra a frequência de inconsistências topológicas detectadas na base cartográfica contínua. Aqui, adotou-se a cor verde para as inconsistências topológicas passíveis de correção automática, pelo ambiente SIG, e a cor vermelha para os casos onde há necessidade de intervenção manual para correção do erro topológico.

Gráfico 2 - Frequência de inconsistências topológicas de geometria



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

As correções automáticas das anomalias de geometria podem ser realizadas no ambiente SIG em uso. As correções manuais devem ser carregadas na classe de ocorrência, com o Código 24 (consistência topológica) e o tipo de anomalia deve ser preenchido no campo de detalhamento da inconsistência.

Inspeção da consistência topológica na mesma classe (conectividade) aplicada a bases cartográficas contínuas.

Nome da medida de qualidade: Validação topológica na mesma classe (conectividade).

Elemento de qualidade: Consistência topológica.

Código de qualidade: 24.

Escopo: Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais.

Definição da medida de qualidade: Validação topológica para identificar inconsistências de conectividade nas classes de feições geográficas de uma base cartográfica contínua.

Descrição do método de avaliação: A inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente SIG capaz de identificar, e se possível, corrigir as inconsistências topológicas de conectividade detectadas. A correção dos erros topológicos identificados pode ser automática e/ou manual.

O Quadro 12 mostra as anomalias de conectividade a serem observadas na validação topológica de bases cartográficas contínuas.

Quadro 12 - Validação topológica na mesma classe: anomalias de conectividade

Anomalia	Descrição	Correção
Sobreposição (*Overshoot*)	Uma linha de uma feição se estende, passando uma outra linha ou uma área de fronteira.	Automática
Abaixo do alcance (*Undershoot*)	Uma linha da feição não se estende completamente a uma linha ou área de fronteira.	Automática
Geometria não interrompida na interseção (*Unbroken intersecting geometry*)	Linhas de feições que se cruzam ou se sobrepõem, em vez de se cruzarem somente em seus vértices extremos (terminais).	Automática / Manual
Geometria sem vértices coincidentes (*Non-coincident intersecting geometry*)	Uma linha ou áreas de feição que se cruzam uns sobre os outros, sem vértices coincidentes nos pontos de interseção.	Manual
Nó incompatível (*Node mismatch*)	As extremidades das linhas e/ou vértices de feição estão dentro de uma distância especificada de uma outra.	Manual
Borda compartilhada (*Shared edge*)	Uma linha ou área de contorno que compartilham a fronteira ou uma linha que coincidente com outra linha ou área.	Manual
Face compartilhada (*Shared face*)	Área de feição que se sobrepõem (compartilham uma face comum), onde esta situação é considerada inválida para seus tipos de feições.	Manual
Pedaço sobreposto (*Sliver*)	Espaço fechado bidimensional existente entre a linha e/ou os limites da área. A feição é considerada uma anomalia, quando sua dimensão é inferior a uma tolerância.	Manual
Lacuna (*Gap*)	Espaço fechado bidimensional existente entre a linha e/ou os limites da área. A feição não atravessa a área e a diferença é considerada uma anomalia, quando a sua dimensão é inferior a uma tolerância.	Manual
Linha Curta (*Dead end*)	Uma linha de feição que não foi concluída, início e fim, em outra feição. A feição é considerada uma anomalia, quando o comprimento da linha é inferior ao da tolerância especificada.	Automática
Multiparte (*Multipart*)	Feição composta por distintas partes, que podem não ser contíguas.	Automática / Manual
Interrupção de linha (*Free end point / Dangle*)	Local onde há interrupção na representação da continuidade de feições lineares, dentro de uma tolerância especificada.	Automática / Manual
Deve ser maior que tolerância mínima (*Must be larger than cluster tolerance*)	Feições com dimensões inferiores a tolerância mínima especificada no ambiente SIG. Por exemplo: 0,1 mm.	Automática / Manual
Não deve cruzar (*Must not intersect*)	As feições da mesma classe não podem se interceptar nem se sobrepor	Automática / Manual
Não deve se sobrepor (*Must not overlap*)	As feições da mesma classe podem se interceptar, mas não podem se sobrepor	Automática / Manual
Não deve se auto interceptar (*Must not self-intersect*)	As feições da mesma classe não podem se auto interceptar ou se auto sobrepor	Automática / Manual
Não deve se auto sobrepor (*Must not self-overlap*)	As feições da mesma classe podem se auto interceptar, mas não se auto sobrepor	Automática / Manual

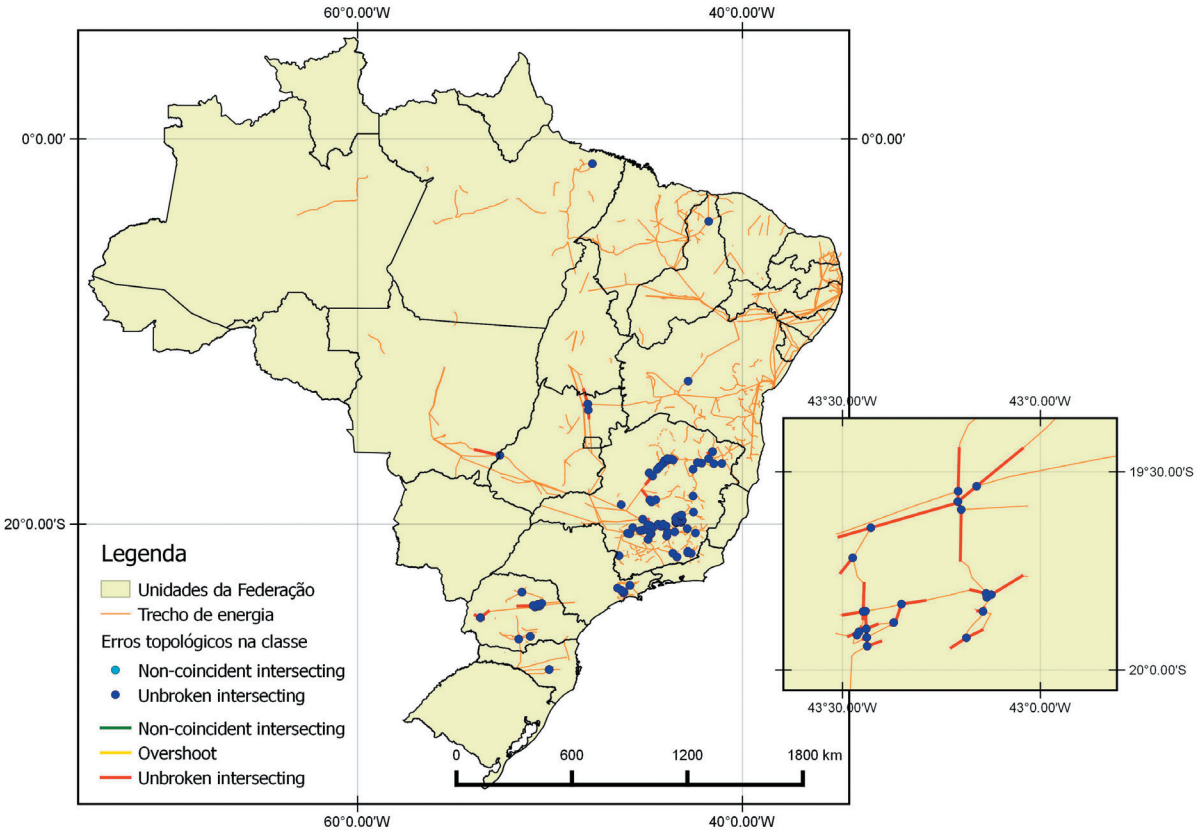
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Nível de conformidade: É desejável zero inconsistência no formato dos dados e no ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado na validação topológica da base cartográfica. Ressalta-se que, caso sejam executadas validações topológicas em outro ambiente SIG, em função da diferença de tolerância de casas decimais das coordenadas entre os softwares, os quantitativos podem variar.

Exemplo de inspeção de qualidade: Consistência topológica na mesma classe, identificação de anomalias de conectividade, na Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:250 000 - BC250.

A Figura 22 mostra situações de inconsistência detectadas na classe de feições geográficas de trecho energia elétrica.

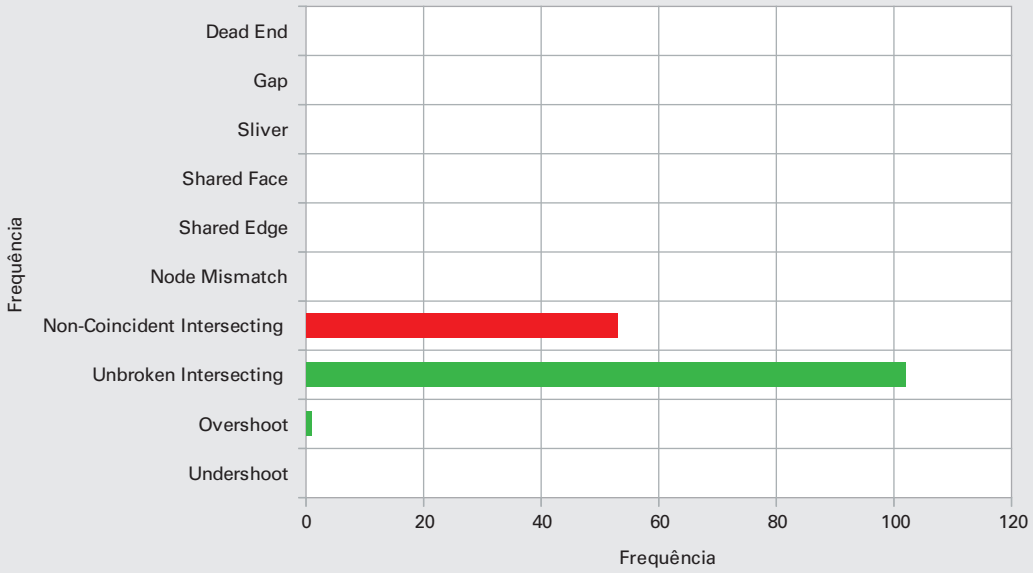
Figura 22 - Inspeção de consistência topológica (conectividade) na classe de feições geográficas de trecho energia elétrica



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

O Gráfico 3 mostra a frequências de inconsistências detectadas na base cartográfica contínua.

Gráfico 3 - Frequência de inconsistências topológicas de conectividade



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Recomenda-se que, as correções manuais das anomalias de conectividade sejam realizadas antes das correções automáticas do ambiente SIG em uso, para garantir a integridade lógica dos dados. As correções manuais devem ser carregadas na classe de ocorrência, com o Código 24 (consistência topológica) e o tipo de anomalia deve ser preenchido no campo de detalhamento da inconsistência.

Inspeção da consistência topológica entre classes (conectividade) aplicada a bases cartográficas contínuas.

Nome da medida de qualidade: Validação topológica entre classes (conectividade).

Elemento de qualidade: Consistência topológica.

Código de qualidade: 24.

Escopo: Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais.

Definição da medida de qualidade: Validação topológica para identificar inconsistências de conectividade entre classes de feições geográficas, com base nas especificações técnicas do modelo de dados da Especificação Técnica da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV).

Descrição do método de avaliação: A inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG) capaz de identificar, e se possível, corrigir as inconsistências topológicas de conectividade entre classes detectadas. A correção dos erros topológicos identificados pode ser automática e/ou manual.

Os Quadros 13, 14, 15 e 16 mostram as validações topológicas entre classes, agrupadas por categorias de informação, a serem observadas nas bases cartográficas.

Quadro 13 - Validação topológica entre classes de hidrografia

Classe A	Relacionamento	Classe B
Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A*)	Não deve sobrepor com (*Must Not Overlap With*)	Trecho Massa D'água (*HID_Trecho_Massa_Dagua_A*)
Trecho de Drenagem (*HID_Trecho_Drenagem_L : represa/acude*)	Deve estar dentro (*Must Be Inside*)	Trecho Massa D'água (*HID_Trecho_Massa_Dagua_A*)
Ilha (*HID_Ilha_A*)	Não deve sobrepor com (*Must Not Overlap With*)	Trecho Massa D'água (*HID_Trecho_Massa_Dagua_A*)
Ilha (*HID_Ilha_A*)	Não deve sobrepor com (*Must Not Overlap With*)	Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A*)
Ilha (*HID_Ilha_A*)	Não deve sobrepor com (*Must Not Overlap With*)	Recife (*HID_Recife_A*)
Ilha (*HID_Ilha_A*)	Limite de Área deve estar coberto limite de (*Area Boundary Must Be Covered By Boundary Of*)	Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A*)
Ilha (*HID_Ilha_A*)	Limite de Área deve estar coberto limite de (*Area Boundary Must Be Covered By Boundary Of*)	Trecho Massa D'água (*HID_Trecho_Massa_Dagua_A*)
Banco de Areia (*HID_Banco_Areia_A*)	Não deve sobrepor com (*Must Not Overlap With*)	Trecho Massa D'água (*HID_Trecho_Massa_Dagua_A*)
Banco de Areia (*HID_Banco_Areia_A*)	Não deve sobrepor com (*Must Not Overlap With*)	Recife (*HID_Recife_A*)
Banco de Areia (*HID_Banco_Areia_A*)	Não deve sobrepor com (*Must Not Overlap With*)	Ilha (*HID_Ilha_A*)
Banco de Areia (*HID_Banco_Areia_A*)	Não deve sobrepor com (*Must Not Overlap With*)	Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A*)
Banco de Areia (*HID_Banco_Areia_L*)	Deve estar coberto (*Must Be Covered By Boundary Of*)	Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A*)
Banco de Areia (*HID_Banco_Areia_L*)	Deve estar coberto (*Must Be Covered By Boundary Of*)	Trecho Massa D'água (*HID_Trecho_Massa_Dagua_A*)
Banco de Areia (*HID_Banco_Areia_A*)	Limite de Área deve estar coberto limite de (*Area Boundary Must Be Covered By Boundary Of*)	Trecho Massa D'água (*HID_Trecho_Massa_Dagua_A*)
Banco de Areia (*HID_Banco_Areia_A*)	Limite de Área deve estar coberto limite de (*Area Boundary Must Be Covered By Boundary Of*)	Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A*)
Barragem (*HID_Barragem_L*)	Deve estar coberto por limite de (*Must Be Covered By Boundary Of*)	Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A*)
Barragem (*HID_Barragem_L*)	Deve estar coberto por limite de (*Must Be Covered By Boundary Of*)	Trecho Massa D'água (*HID_Trecho_Massa_Dagua_A*)
Recife (*HID_Recife_P*)	Deve estar adequadamente dentro (*Must Be Properly Inside*)	Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A : oceano*)
Recife (*HID_Recife_A*)	Limite de Área deve estar coberto limite de (*Area Boundary Must Be Covered By Boundary Of*)	Massa D'água (*HID_Massa_Dagua_A : oceano*)

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Quadro 14 - Validação topológica entre classes de transporte

Classe A	Relacionamento	Classe B
Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Trecho Rodoviário (TRA_Trecho_Rodoviario_L)
Ponte (TRA_Ponte_P)	Ponto deve estar coberto por Linha (Point Must Be Covered By Line)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Ponte (TRA_Ponte_P)	Ponto deve estar coberto por Linha (Point Must Be Covered By Line)	Trecho Rodoviário (TRA_Trecho_Rodoviario_L)
Ponte (TRA_Ponte_L)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By Feature Class Of)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Ponte (TRA_Ponte_L)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By Feature Class Of)	Trecho Rodoviário (TRA_Trecho_Rodoviario_L)

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Quadro 15 - Validação topológica entre classes de hidrografia e transporte

Classe A	Relacionamento	Classe B
Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Trecho Rodoviário (TRA_Trecho_Rodoviario_L)
Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)	Ponto deve estar coberto por Linha (Point Must Be Covered By Line)	Ponte (TRA_Ponte_P)
Ponte (TRA_Ponte_L)	Deve estar coberto por limite de (Must Be Covered By Boundary Of)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Ponte (TRA_Ponte_L)	Deve estar coberto por limite de (Must Be Covered By Boundary Of)	Trecho Massa D'água (HID_Trecho_Massa_Dagua_A)
Trecho Rodoviário (TRA_Trecho_Rodoviario_L)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Quadro 16 - Validação topológica entre classes de hidrografia, localidade e relevo

Classe A	Relacionamento	Classe B
Sumidouro ou Vertedouro (HID_Sumidouro_Vertedouro_P)	Deve estar coberto por ponto final de (Must Be Covered By Endpoint Of)	Trecho de drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Área edificada (LOC_Area_Edificada_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa d'água (HID_Massa_Dagua_A)
Área edificada (LOC_Area_Edificada_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Trecho Massa D'água (HID_Trecho_Massa_Dagua_A)
Curva de nível (REL_Curva_Nivel_L)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa d'água (HID_Massa_Dagua_A)

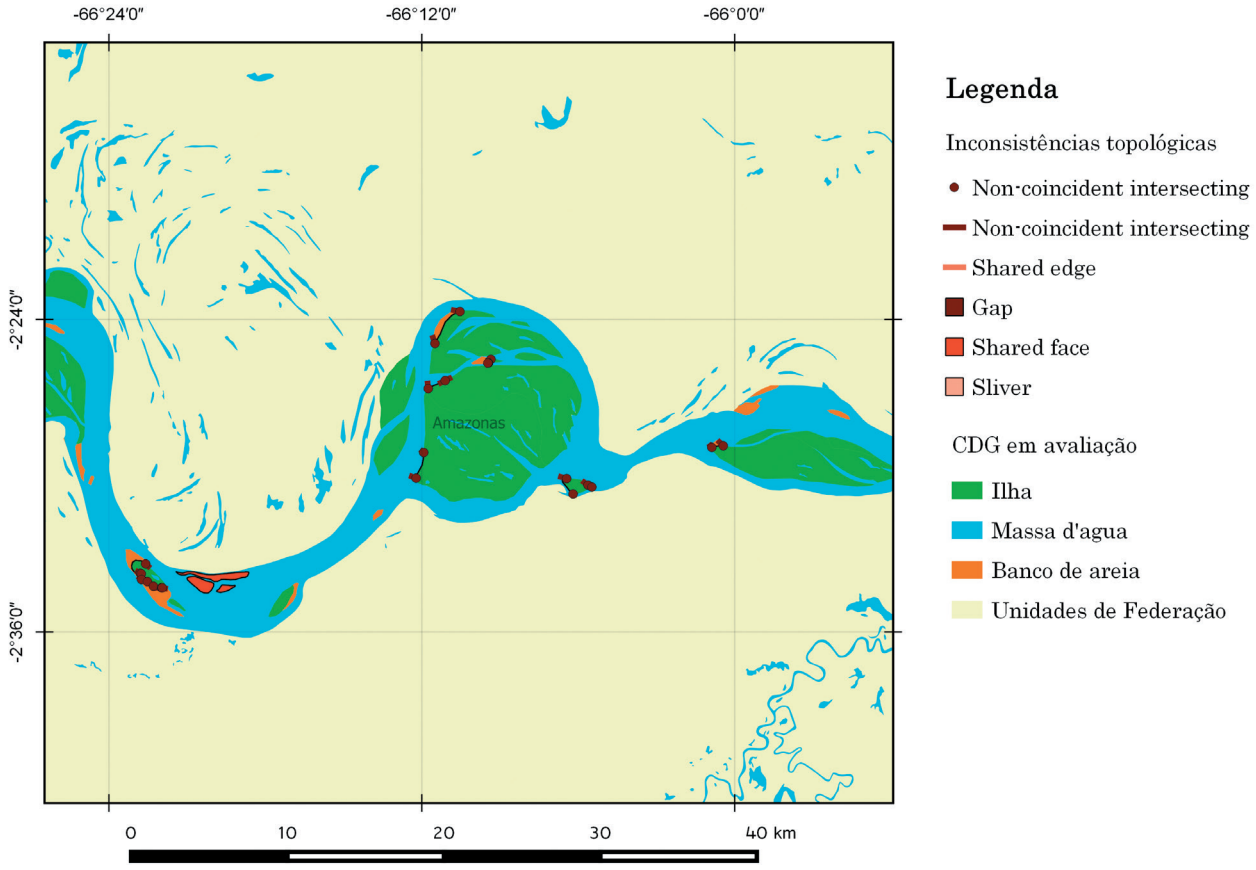
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Tipo do método de inspeção: Interno.

Nível de conformidade: É desejável zero inconsistência no formato dos dados e no ambiente SIG utilizado na validação topológica da base cartográfica. Ressalta-se que, caso sejam executadas validações topológicas em outro ambiente SIG, em função da diferença de tolerância de casas decimais das coordenadas entre os softwares, os quantitativos podem variar.

Exemplo de inspeção de qualidade: Consistência topológica entre classes, na Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:250 000 - BC250. A Figura 23 mostra situações de inconsistência detectadas entre as classes de feições geográficas banco de areia e ilha.

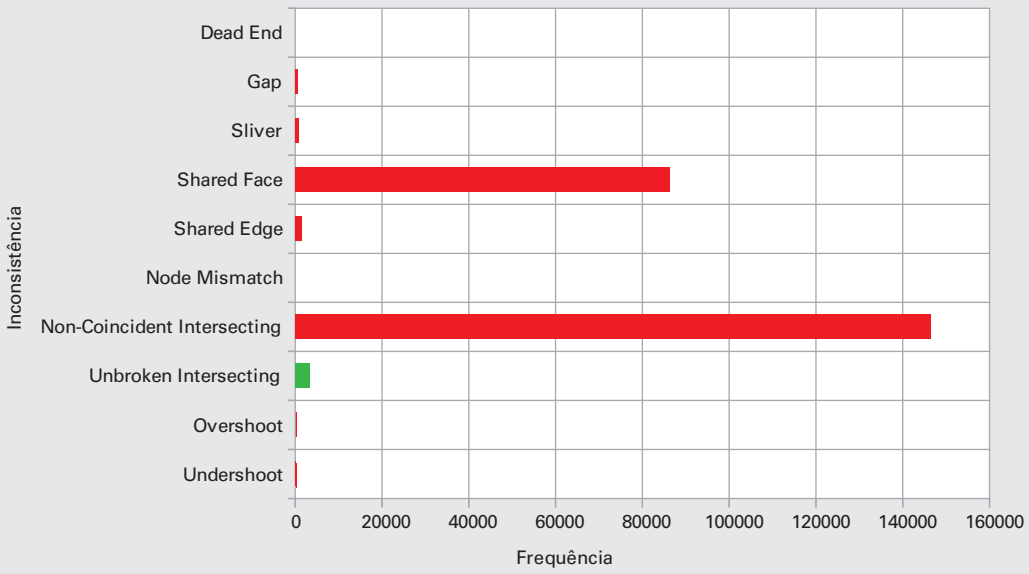
Figura 23 - Inspeção de consistência topológica entre as classes de feições geográficas de ilha e banco de areia



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

O Gráfico 4 mostra frequências de inconsistências detectadas na BC250. A descrição as anomalias de conectividade entre classes estão no Quadro 12 deste documento.

Gráfico 4 - Frequência de inconsistências topológicas entre classes



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Recomenda-se que, as correções manuais das anomalias de conectividade entre classes sejam realizadas antes das correções automáticas do ambiente SIG em uso, para garantir a integridade lógica dos dados. As correções manuais devem ser carregadas na classe de ocorrência, com o Código 24 (consistência topológica) e o tipo de anomalia deve ser preenchido no campo de detalhamento da inconsistência.

Inspeção da consistência topológica específica aplicada a bases cartográficas contínuas.

Nome da medida de qualidade: Validações topológicas específicas.

Elemento de qualidade: Consistência topológica.

Código de qualidade: 24.

Escopo: todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais.

Definição da medida de qualidade: Validação topológica para identificar características desejáveis e específicas no conjunto de dados.

Descrição do método de avaliação: A inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG) capaz de identificar, e se possível, corrigir as inconsistências topológicas detectadas. A correção das inconsistências topológicas pode ser automática e/ou manual.

As validações topológicas específicas, identificadas até o presente momento, são citadas a seguir:

- continuidade de áreas e áreas de pequenos tamanhos: área edificada, massa de água, vegetação, etc;
- o trecho de drenagem deve ser vetorizado (sentido de vetorização) da montante (ponto mais alto) para a jusante (ponto mais baixo). Nos casos onde ocorrer a ligação de fluxos, deve prevalecer o sentido de vetorização do fluxo de água da maior bacia hidrográfica. Inverter o sentido de drenagem nos casos inconsistentes;
- no trecho de drenagem deve ser verificado as interrupções a jusante (*free end points* ou *dangles*);
- o terreno sujeito a inundação deve ser adjacente ao trecho de drenagem, massa de água e/ou trecho de drenagem, com geometria aproximada "não";
- inspecionar a continuidade das corredeiras representadas no conjunto de dados;
- o ponto cotado (ponto_hipsometrico) deve possuir valores de cota coerentes com a cota das curvas de níveis (isolinha_hipsométrica);
- as curvas de níveis (isolinha_hipsométrica) classificadas como dolina devem possuir valores de cota coerentes; e
- as curvas de níveis (isolinha_hipsométrica) não devem se interceptar. As inconsistências devem ser ajustadas.

Tipo do método de inspeção: Interno.

Nível de conformidade: É desejável zero inconsistência no formato dos dados e no ambiente SIG utilizado na validação topológica da base cartográfica. Ressalta-se que, caso sejam executadas validações topológicas em outro ambiente SIG, em função da diferença de tolerância de casas decimais das coordenadas entre os softwares, os quantitativos podem variar.

2 Medidas de qualidade de completude

Inspeção de completude, orientada por área, para feições geográficas contínuas da categoria de informação hidrografia.

Nome da medida de qualidade: Taxa de completude (omissão e comissão) em hidrografia.

Elemento de qualidade: Completude.

Código de qualidade: 11 (comissão) e 12 (omissão).

Escopo: Todos os itens classificados como curso de água (trecho de drenagem e trecho massa de água) e massas de água.

Definição da medida de qualidade: O resultado indica o percentual de feições de hidrografia em excesso e ausentes no conjunto de dados em estudo, em relação a quantidade de elementos representados nas classes de trecho de drenagem, trecho massa de água e massa de água.

Descrição do método de avaliação: A inspeção de qualidade deve ser orientada por área para identificar os casos de ausência e excesso de feições geográficas dentro das unidades de amostras inspecionadas.

Segundo as especificações técnicas do produto cartográfico, o curso de água (trecho de drenagem) é adquirido quando sua extensão for superior a:

- 500 m na escala 1:100 000; e
- 2 500 m na escala 1:250 000.

Exceto para cursos de água que compõe limites políticos administrativos, onde todos os trechos de drenagem devem ser representados. A nascente do curso de água principal será a que estiver em maior altitude.

Quando a largura do curso de água for superior a:

- 80 m na escala 1:100 000; e
- 125 m na escala 1:250 000;

Este será adquirido com geometria do tipo polígono (trecho massa de água), sendo considerado como margem dupla na especificação, mesmo em trechos com extensão inferior a:

- 800 m na escala 1:100 000; e
- 1 250 m na escala 1:250 000.

A massa de água é adquirida quando a área for superior ou igual a:

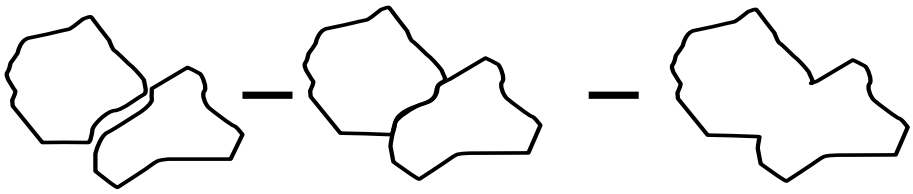
- 10 000 m^2 na escala 1:100 000; e
- 62 500 m^2 na escala 1:250 000.

Quando duas ou mais massas de água estiverem separadas por uma distância inferior a:

- 80 m na escala 1:100 000; e
- 125 m na escala 1:250 000.

A generalização cartográfica deve ser utilizada para combinar as massas de água em uma única feição geográfica, conforme Figura 24. Exceto quando pelo menos uma delas possuir nome. Quando a área do polígono, após a combinação, for inferior a área mínima especificada para a escala, não serão adquiridas.

Figura 24 - Operador de generalização combinação



Manual de procedimentos técnicos para fiscalização, controle de qualidade e validação da base cartográfica contínua na escala 1:250 000 (2011)

Nas inspeções por área utilizar a taxa de comissão (π^+) e taxa de omissão (π^-) dos dados, proposta por Salgé (1995), fornecidas pelas equações 1 e 2:

$$\pi^+ = \frac{N^+}{max\left(N, N^0\right)} \quad (1)$$

$$\pi^- = \frac{N^-}{max\left(N, N^0\right)} \quad (2)$$

N^- número de ocorrências existentes na realidade, mas ausentes (omissão)

N^+ número de ocorrências na amostra além da realidade percebida (comissão)

N^0 número de ocorrências na realidade percebida

N número de elementos da amostra, dado por:

$$N = N^0 + N^+ + N^-$$

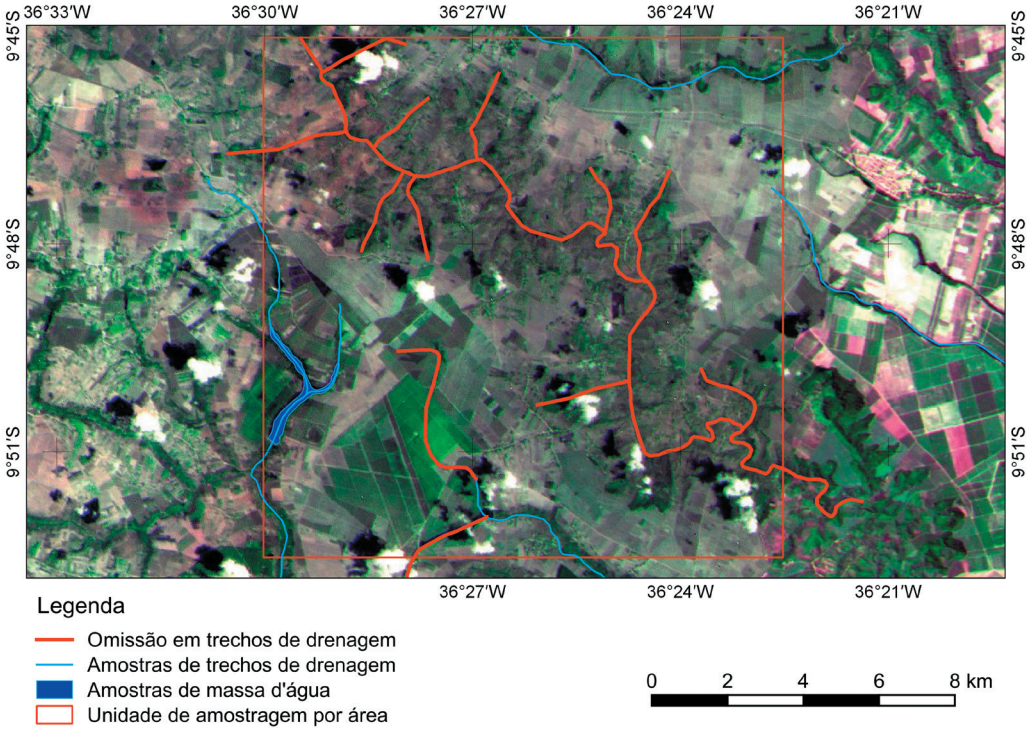
As ocorrências devem ser apontadas na classe de ocorrência com os Códigos: 11 para os casos de comissão (excesso) e 12 para os casos de omissão (ausência).

Tipo do método de inspeção: Externo.

Nível de conformidade: A taxa de omissão e comissão deve ser inferior a 10% no conjunto de dados espaciais. Recomenda-se o estabelecer um plano de amostragem, nas inspeções por área, com o objetivo de obter o número de aceitação do produto cartográfico, segundo o nível de inspeção 2 e o Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4%.

Exemplo de inspeção de qualidade: Completude (omissão e comissão) da categoria de informação hidrografia da Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:250 000 -BC250. A Figura 25 mostra casos de omissão (ausência) detectadas em uma unidade de amostra.

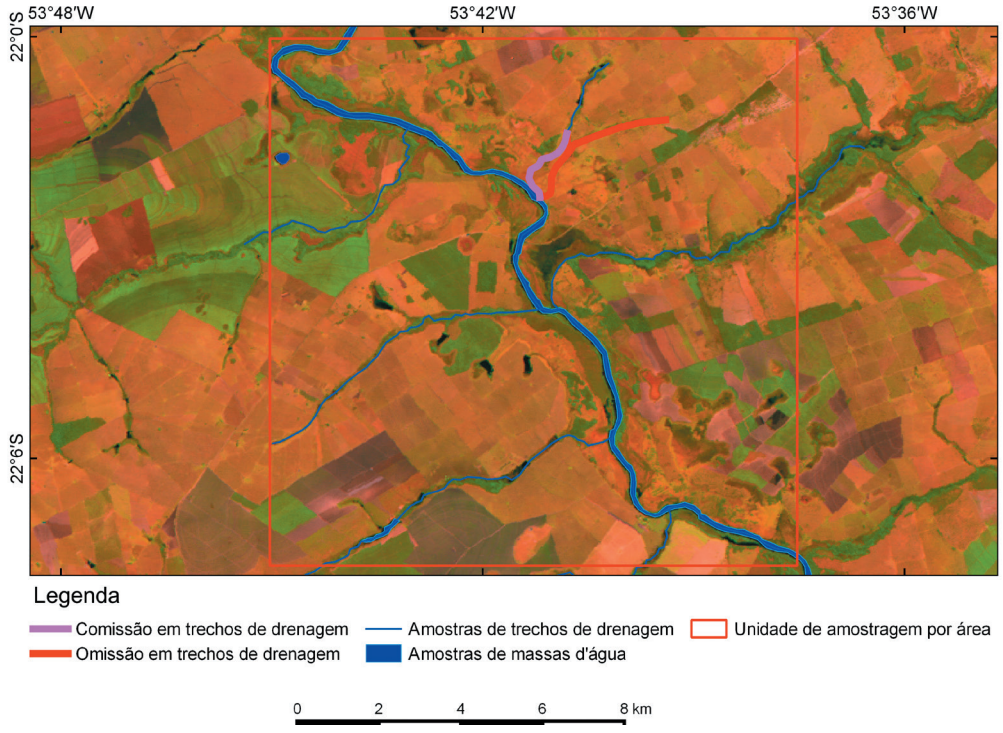
Figura 25 - Inspeção de completude (omissão)



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

A Figura 26 mostra casos de omissão (ausência) e comissão (excesso) detectadas em uma unidade de amostra.

Figura 26 - Inspeção de completude (comissão)



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

O resultado geral das inspeções de qualidade de completude, da categoria de informação de hidrografia da BC250 são mostradas nas taxas de comissão e omissão:

$$r^{+} = \frac{N+}{max\left(N.N^{0}\right)} = \frac{3146}{24706} = 12{,}73\%$$

$$r^{-} = \frac{N-}{max\left(N.N^{0}\right)} = \frac{614}{24706} = 2{,}48\%$$

O nível de conformidade para taxas de comissão e omissão considerado é que seja inferior à 10%. Desta forma, os casos de comissão foram reprovados e os casos de omissão aprovados no conjunto de dados avaliado.

Inspeção de completude, orientada por feições geográficas, no conjunto de dados espaciais

Nome da medida de qualidade: Completude de feições geográficas.

Elemento de qualidade: Completude.

Código de qualidade: 11 (comissão) e 12 (omissão).

Escopo: Todas as feições geográficas do produto cartográfico, selecionadas segundo o plano de amostragem. Exceto as que formam fenômenos contínuos.

Definição da medida de qualidade: O objetivo é observar a coerência entre as feições geográficas presentes no conjunto de dados com a realidade de terreno, ou seja, com as especificações técnicas do produto cartográfico e sua escala de representação.

Descrição do método de avaliação: A taxa de omissão e comissão deve ser inferior a 10% no conjunto de dados espaciais. Durante a afeição de qualidade todas as inconsistências devem ser computadas e apontadas em classes de ocorrência. Após a aferição de qualidade deve ser observado se o quantitativo de inconsistências está dentro do nível de aceitação de qualidade do plano de amostragem. Recomenda-se realizar esta aferição por categoria de informação e ao final indicar quais foram as classes de feições aprovadas e reprovadas no conjunto de dados espaciais.

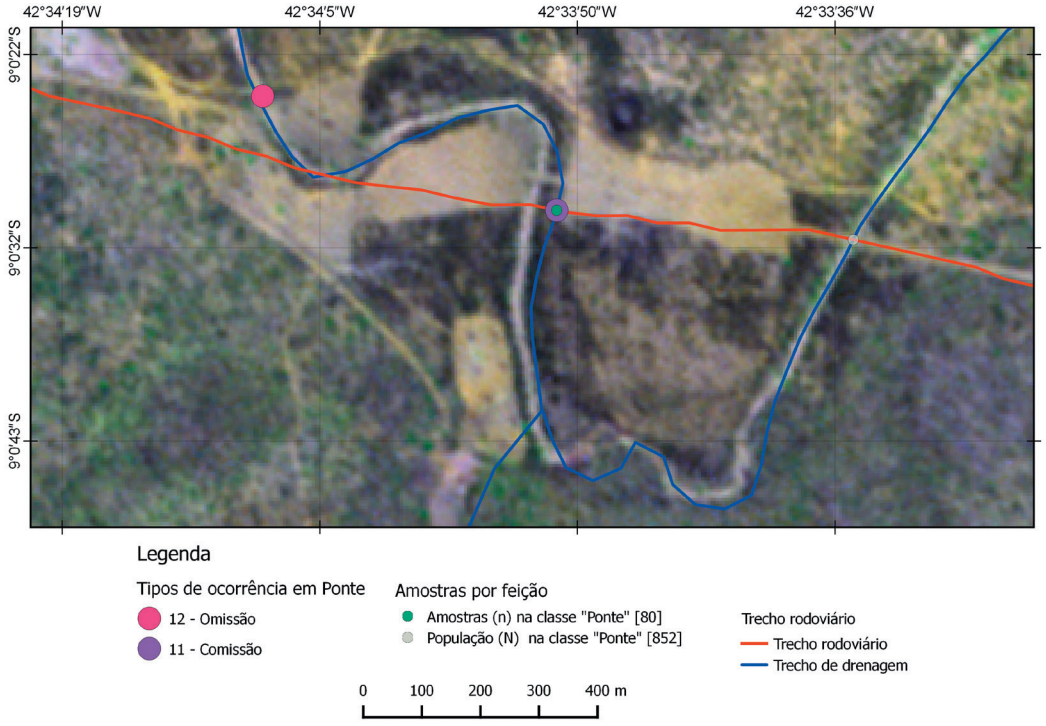
Tipo do método de inspeção: Externo.

Nível de conformidade: A taxa de omissão e comissão deve ser inferior a 10% no conjunto de dados espaciais. Recomenda-se estabelecer um plano de amostragem, nas inspeções por feição, com o objetivo de obter o número de aceitação do produto cartográfico, segundo o nível de inspeção 2 e o Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4%.

Exemplo de inspeção de qualidade: A Figura 27 mostra a inspeção da completude da classe de feições geográficas de pontes. Houve uma ausência na representação de uma ponte, ocasionada por sua localização equivocada.

Nota-se que esta ocorrência também poderia ser classificada como a acurácia posicional relativa. Certos casos de comissão podem causar a omissão do dado geoespacial, em função da sua localização equivocada. A escala do produto cartográfico é 1:100 000, seu erro gráfico tolerável é de 20 m (0,2 mm na escala nominal do produto cartográfico). Representações geoespaciais, com deslocamento acima do erro gráfico tolerável da escala, conforme é observado no trecho rodoviário, devem ser sinalizadas como acurácia posicional relativa (Código 32).

Figura 27 - Inspeção de completude orientada por feição



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

3 Medidas de qualidade de acurácias

Inspeção da acurácia temática de nomes geográficos, orientada por feições geográficas.

Nome da medida de qualidade: Aferição de nomes geográficos.

Elemento de qualidade: Correção dos atributos não quantitativos.

Código de qualidade: 42.

Escopo: todas as classes de feições com nome geográfico no conjunto de dados espaciais, segundo o plano de inspeção amostral.

Definição da medida de qualidade: Observar os nomes geográficos presentes no conjunto de dados e compará-los com a realidade de campo. A comparação deve ser feita através de mapeamento existente e/ou dados de reambulação.

Descrição do método de avaliação: A inspeção de qualidade é realizada através da comparação entre o nome existente no conjunto de dados e o insumo usado como referência. Todas as divergências de nome geográfico, inclusive as ausências em feições geográficas com preenchimento obrigatório, devem ser indicadas nesta aferição de qualidade. As divergências de nome geográfico entre escalas devem ser encaminhadas a unidade responsável por esta camada de informação.

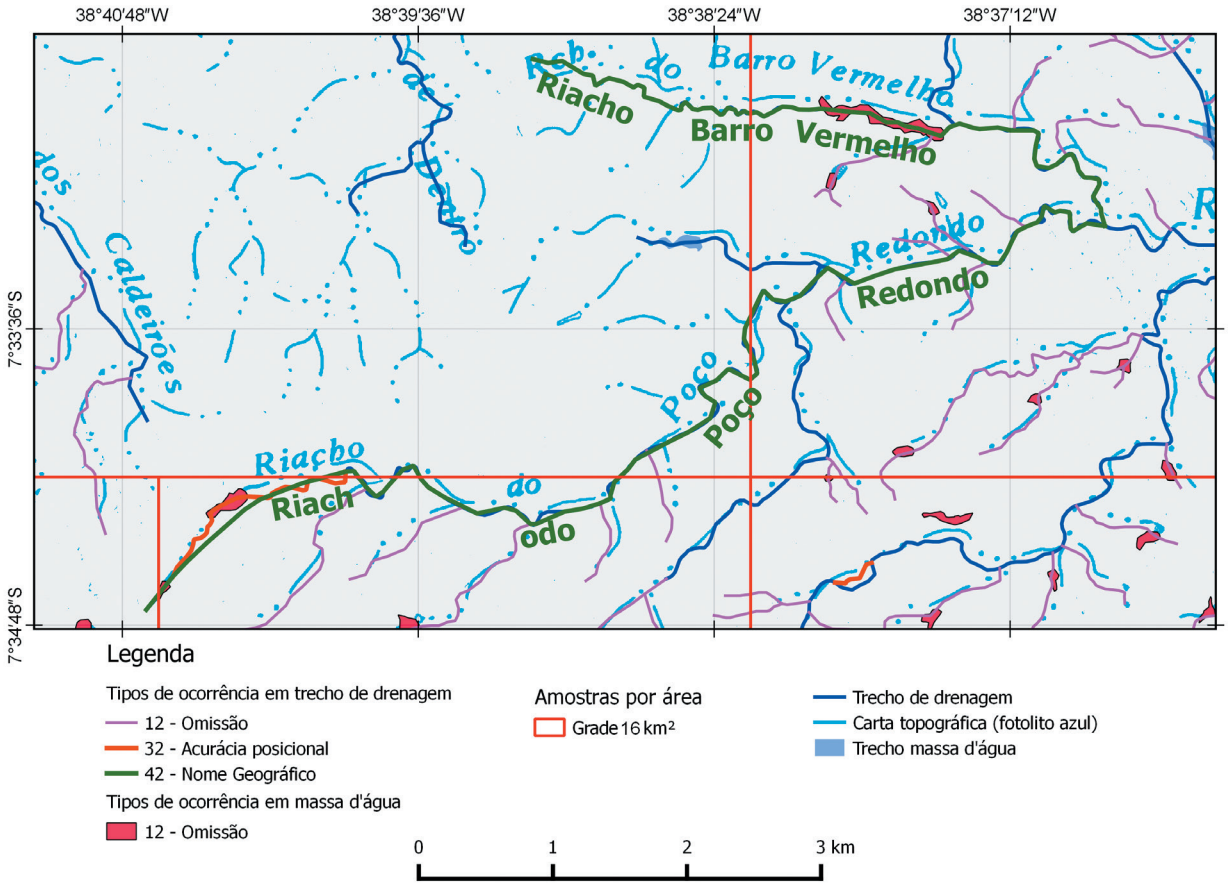
As ocorrências devem ser apontadas na classe de ocorrência com o Código 42. Na prática, o elemento de qualidade grau de correção dos atributos não quantitativos está sendo aplicado na avaliação do nome geográfico (toponímia).

Tipo do método de inspeção: Externo.

Nível de conformidade: É baseado no número de aceitação, definido no plano de amostragem do produto cartográfico para cada classe de feições geográficas, segundo o nível de inspeção 2 e o Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4%.

Exemplo de inspeção de qualidade: Acurácia temática do nome geográfico da Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:100 000 - BC100. A Figura 28 mostra casos de inconsistências no nome geográfico Riacho do Barro Vermelho e Riacho do Poço Redondo.

Figura 28 - Exemplo de inspeção de acurácia temática de nomes geográficos.



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Inspeção da acurácia temática, orientada por feições geográficas, da correta classificação de trechos rodoviários.

Nome da medida de qualidade: Aferição da correta classificação de trechos rodoviários.

Elemento de qualidade: Correção da classificação.

Código de qualidade: 41.

Escopo: Todas as classes de feições de trecho rodoviário no conjunto de dados espaciais, segundo o plano de inspeção amostral.

Definição da medida de qualidade: Observar a classificação das vias, em relação às siglas, ao tipo de pavimentação e a jurisdição das feições geográficas presentes no conjunto de dados, e comparar estes atributos com a realidade de campo. A comparação deve ser feita através do mapeamento existente e/ou dados de reambulação.

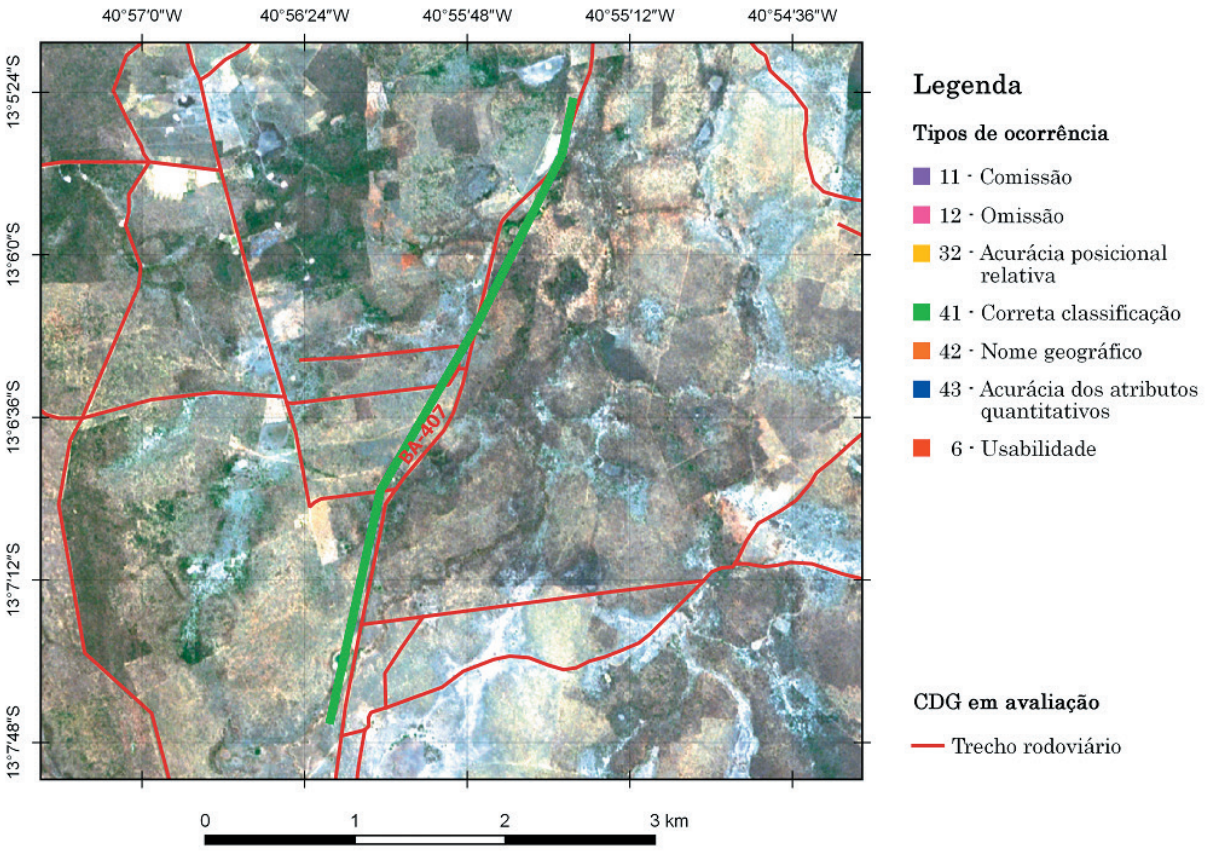
Descrição do método de avaliação: A inspeção de qualidade é realizada através da comparação entre o atributo presente no conjunto de dados e o insumo usado como referência. Todas as divergências de classificação (sigla, pavimentação, jurisdição), inclusive as ausências, devem ser indicadas nesta aferição de qualidade. As divergências de classificação entre escalas devem ser encaminhadas as áreas de produção dos produtos cartográficos.

Tipo do método de inspeção: Externo.

Nível de conformidade: É baseado no número de aceitação, definido no plano de amostragem do produto cartográfico para cada classe de feições geográficas, segundo o nível de inspeção 2 e o Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4%.

Exemplo de inspeção de qualidade: Avaliação da acurácia temática, correta classificação, na Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:100 000 - BC100. A Figura 29 mostra um caso de inconsistência de classificação de revestimento de trecho rodoviário. No caso apontado, o trecho da BA-407 está classificado como desconhecido, porém o correto seria pavimentado.

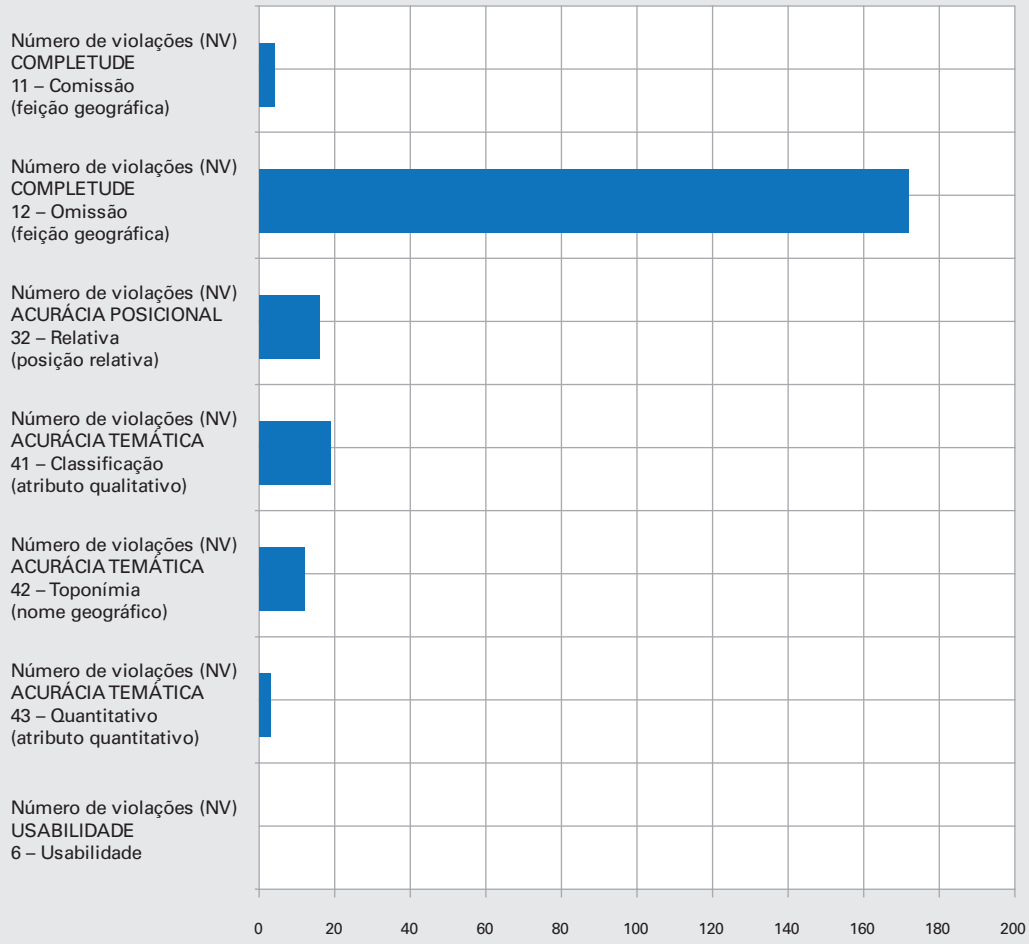
Figura 29 - Inspeção da correta classificação de trechos rodoviários.



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

O Gráfico 5 mostra a frequência de ocorrências detectadas na BC100. Estes números de ocorrências são referentes à: comissão (Código 11), omissão (Código 12), acurácia posicional relativa (Código 32), acurácia temática da correta classificação (Código 41), acurácia temática do nome geográfico (Código 42), acurácia dos atributos quantitativos (Código 43) e usabilidade (Código 6).

Gráfico 5 - Frequência de ocorrências por elemento de qualidade



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

De acordo com o plano de amostragem do produto cartográfico e o nível de conformidade desejado, são definidos números de aceitação e rejeição para cada classe e/ou cada elemento de qualidade avaliado.

Inspeção da acurácia posicional planimétrica de um produto ortomosaico.

Nome da medida de qualidade: Acurácia posicional planimétrica de um produto ortomosaico.

Elemento de qualidade: Acurácia posicional dos dados em grade.

Código de qualidade: 33.

Escopo: Todo o conjunto de dados espaciais.

Definição da medida de qualidade: Inspeção da acurácia posicional absoluta planimétrica, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC), de acordo com a escala nominal do produto avaliado.

Descrição do método de avaliação: É determinada uma amostra representativa de pontos perfeitamente identificáveis, tanto no terreno quanto no ortomosaico e cujas coordenadas planimétricas consideradas como verdadeiras são provenientes, ou de medições no terreno, utilizando equipamentos de Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), ou extraídas de outras imagens ortorretificadas, cuja acurácia posicional seja maior do que a acurácia esperada para o produto a ser avaliado.

A discrepância planimétrica resultante, em cada ponto de verificação da amostra, é obtida pela diferença entre as coordenadas consideradas verdadeiras e as coordenadas do ponto homólogo lidas no ortomosaico.

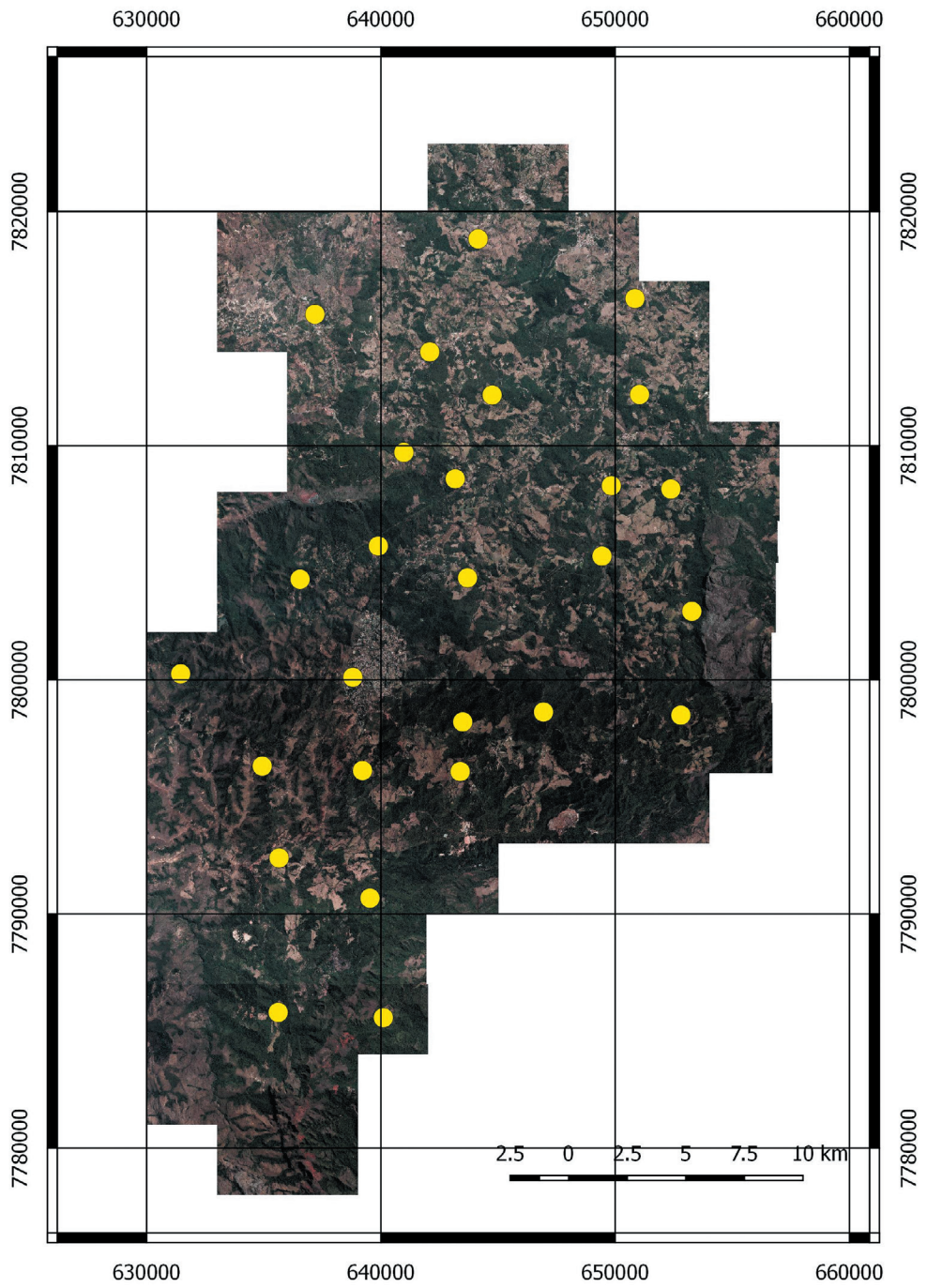
As discrepâncias planimétricas são então tabuladas e analisadas através de cálculos estatísticos e gráficos. Da inspeção visual dos resultados e da comparação numérica com o PEC, se conclui acerca de sua conformidade cartográfica.

Tipo do método de inspeção: Externo.

Nível de conformidade: É desejado que o produto cartográfico atenda as exigências do PEC Classe A para a escala.

Exemplo de inspeção de qualidade: Inspeção da acurácia posicional absoluta de ortomosaico de fotografias aéreas do Município de Caetés (MG), utilizando 27 pontos cujas coordenadas foram medidas no terreno através de sistema GNSS. As coordenadas E (leste) e N (norte), processadas na projeção Universal Transversa de Mercator - UTM, foram comparadas com sua posição homóloga medida sobre o ortomosaico. A Figura 30 mostra a distribuição espacial dos pontos de verificação.

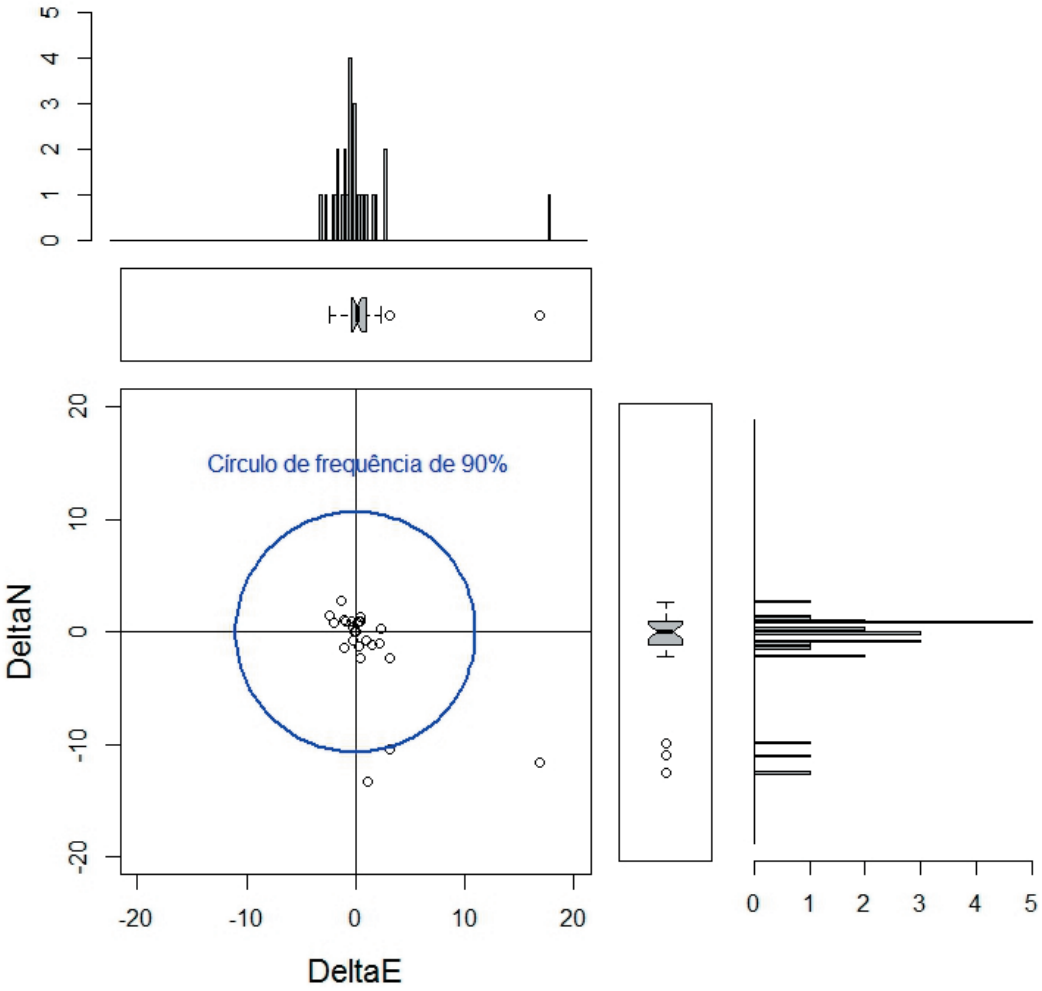
Figura 30 - Ortomosaico e pontos de verificação de Caetés/MG



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

A Figura 31 apresenta o resultado das estatísticas calculadas e mostra a ausência de tendência no conjunto de dados.

Figura 31 - Diagrama de dispersão com círculo de frequência de 90%, boxplot e histogramas por componente planimétrica (em metros)



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Analisando o erro circular em 90% da amostra e o erro quadrático médio, concluiu-se que nível de conformidade do ortomosaico atende ao PEC Classe A para a escala 1:50 000.

Inspeção da acurácia posicional absoluta planimétrica de cartas e mapas.

Nome da medida de qualidade: Acurácia posicional absoluta planimétrica de um produto cartográfico, na estrutura vetorial.

Elemento de qualidade: Acurácia posicional absoluta.

Código de qualidade: 31.

Escopo: Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais.

Definição da medida de qualidade: Inspeção da acurácia posicional absoluta, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC), de acordo com a escala nominal do produto cartográfico avaliado.

Descrição do método de avaliação: É determinada uma amostra representativa de pontos perfeitamente identificáveis, tanto no terreno quanto no produto cartográfico e cujas coordenadas planimétricas consideradas como verdadeiras são provenientes, ou de medições no terreno, utilizando equipamentos GNSS, ou extraídas de imagens ortorretificadas, cuja acurácia posicional seja maior do que a acurácia esperada para o produto a ser avaliado.

A discrepância planimétrica resultante, em cada ponto de verificação da amostra, é obtida pela diferença entre as coordenadas consideradas verdadeiras e as coordenadas do ponto homólogo lidas no produto cartográfico.

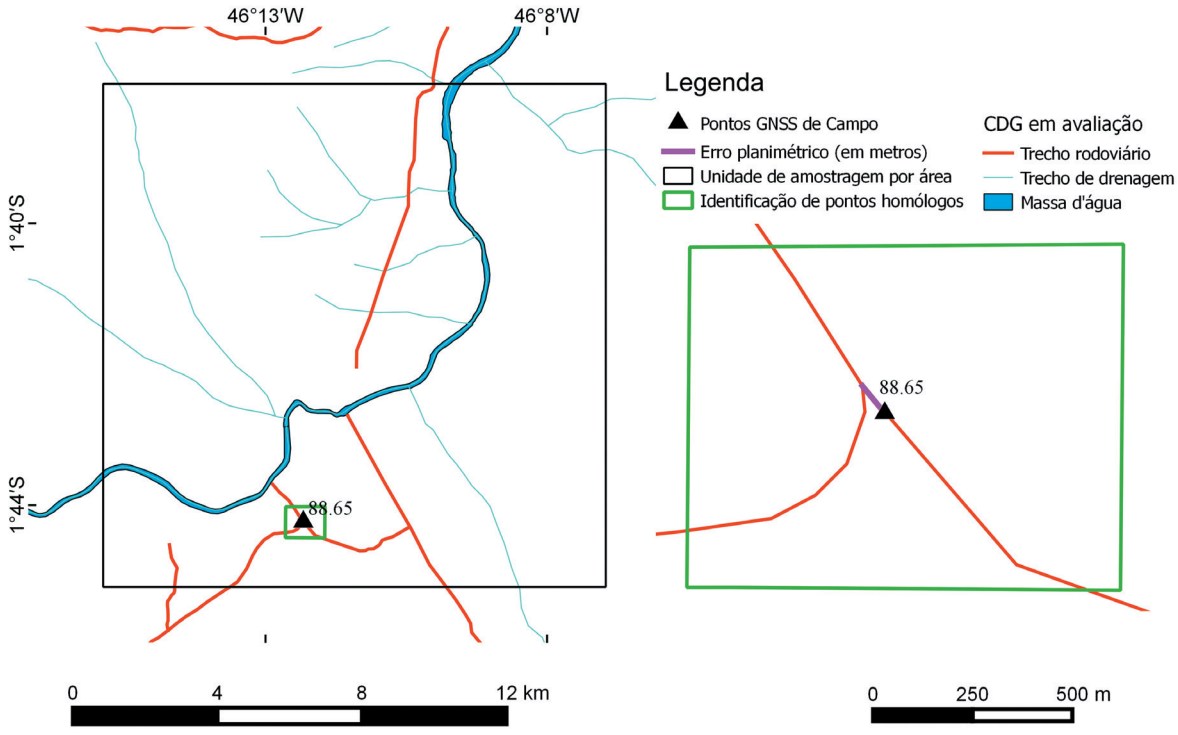
As discrepâncias planimétricas são então tabuladas e analisadas através de cálculos estatísticos e gráficos. Da inspeção visual dos resultados e da comparação numérica com o PEC, se conclui acerca de sua conformidade cartográfica.

Tipo do método de inspeção: Externo.

Nível de conformidade: É desejado que o produto cartográfico atenda as exigências do PEC Classe A para a escala.

Exemplo de inspeção de qualidade: Acurácia posicional absoluta da Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala 1:250 000 - BC250. A Figura 32 mostra um caso de identificação de um ponto de controle de qualidade posicional e seu homólogo no produto cartográfico avaliado.

Figura 32 - Inspeção de acurácia posicional absoluta



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

O Quadro 17 mostra os valores do PEC esperados para a escala 1:250 000.

Quadro 17 - Padrão de exatidão cartográfica para a escala 1:250 000

Classe	PEC (mm x DE)	EP (mm x DE)
A	125 m	75 m
B	200 m	125 m
C	250 m	150 m

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.
Nota: DE: denominador da escala da carta e EP: erro padrão.

Para melhor distribuição da seleção dos pontos de controle foi utilização a amostragem por área. Foram identificados 204 pontos, ou seja, um erro amostral (E_0) calculado de 7,01%, conforme a Equação 4 deste manual técnico.

- 32 pontos estavam acima do PEC Classe A (84,31% dos pontos estão com erro abaixo de 125 m de erro);
- 12 pontos estavam acima do PEC Classe B (94,12% dos pontos medidos estão com erro abaixo de 200 m de erro); e
- 9 pontos estão acima do PEC Classe C (95,59% dos pontos medidos estão com erro abaixo de 250 m).

O Erro Padrão (EP) calculado foi de 6,41 m, ou seja, esta é a variação entorno da média de 82,84 m, para mais ou para menos.

O nível de conformidade desejado é Classe A, entretanto a BC250 foi classificada como Classe B nesta inspeção de qualidade.

Inspeção da acurácia temporal consistência temporal de um conjunto de dados geoespacial com a malha municipal vigente.

Nome da medida de qualidade: Acurácia temporal da malha municipal.

Elemento de qualidade: Acurácia de uma medida temporal.

Código de qualidade: 51.

Escopo: Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais, vinculadas a malha municipal vigente.

Definição da medida de qualidade: Inspeção da acurácia temporal, segundo a malha municipal vigente, representada no produto cartográfico avaliado.

Descrição do método de avaliação: A malha municipal representado no conjunto de dados espaciais deve ser compatível com a malha municipal vigente, na data de lançamento do produto cartográfico.

Tipo do método de inspeção: Externo.

Nível de conformidade: É desejado que o produto cartográfico esteja compatível com a malha municipal vigente.

Exemplo de inspeção de qualidade: A Base Cartográfica Contínua do Brasil na Escala 1:250 000 - BC250, lançada em 2010, deve estar compatível com a malha municipal de 2010.

Os casos de incoerência no conjunto de dados geoespaciais com a malha municipal vigente devem ser sinalizados como acurácia de uma medida temporal (Código 51).

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Cartografia

Patrícia do Amorim Vida Costa

Organização e elaboração

Alex da Silva Santos

Renata Curi de Moura Estevão Nagatomi

Karen Cazon Arraya

Tais Virginia Gottardo

Equipe responsável

Alex da Silva Santos

Renata Curi de Moura Estevão Nagatomi

Karen Cazon Arraya

Odair Gonçalves Martins Júnior

Tais Virginia Gottardo

Estagiários

André Herzog de Almeida

Cristiene Nascimento Ribeiro

Daniella Castilho Pacheco

Graziela Martins Genovez

Gustavo Mendes Ferreira

Joyce Amancio Teixeira

Priscila Almeida de Oliveira

Raphael Testai de Souza

Simone Silveira Rodrigues

Taynara Faria Targine Ribeiro

Victor Lima Cury da Silva

Elaboração de ilustrações

Alex da Silva Santos

Daniella Castilho Pacheco

Graziela Martins Genovez

Simone Silveira Rodrigues

Colaboradores

Aline Lopes Coelho

Claudia Maria Luiza Ramos Teixeira

Darlan Miranda Nunes

Ericka Delania Veírissimo de Andrade

Evaldo Pires

Fernando Bezerra Barroso

Francisco Cristiano Orlando

Juliane Christine Silveira

Leila Freitas de Oliveira

Leonardo Scharth Loureiro Silva

Luiz Antônio Xavier

Marcelo Rodrigues de Albuquerque Maranhão

Patrícia do Amorim Vida Costa

Paulo Trezena Christino

Rafael Balbi Reis

Renato José Furigo Lelis

Valéria Oliveira Henrique de Araújo

Valmir Bosio

Viviane Barbosa Diniz

Walter Humberto Subiza Pina

Agradecimentos

Afonso de Paula dos Santos (Universidade Federal de Viçosa - UFV)

Fábio Fernandes da Silva (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF)

Gérson Rodrigues dos Santos (Universidade Federal de Viçosa - UFV)

Jugurta Lisboa Filho (Universidade Federal de Viçosa - UFV)

Marcia Vaz Barbosa (Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ)

Nilcilene das Graças Medeiros (Universidade Federal de Viçosa - UFV)

Priscilla May Delany Masson (Empresa Paulista de Planejamento Metrololitano - EMPLASA)

Homenagem

Anna Lucia Barreto de Freitas

Célia Regina Fernandes Vianna

Cláudio João Barreto de Freitas

Teresa Cristina Veiga

Projeto Editorial

Centro de Documentação e Disseminação de Informações

Coordenação de Produção

Marise Maria Ferreira

Gerência de Editoração

Estruturação textual, tabular e de gráficos

Fernanda Maciel Jardim

Katia Vaz Cavalcanti

Marisa Sigolo

Diagramação tabular e de gráficos

Aline Carneiro Damacena

Solange Maria Mello de Oliveira

Diagramação textual

Aline Carneiro Damacena

Solange Maria Mello de Oliveira

Programação visual da publicação

Fernanda Jardim

Luiz Carlos Chagas Teixeira

Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro

Produção do *e-book*

Roberto Cavararo

Gerência de Documentação

Pesquisa e normalização bibliográfica

Ana Raquel Gomes da Silva

Juliana da Silva Gomes

Kleiton Moura Silva (Estagiário)

Lioara Mandoju

Nadia Bernuci dos Santos

Solange de Oliveira Santos

Vera Lúcia Punzi Barcelos Capone

Normalização textual e padronização de glossários

Ana Raquel Gomes da Silva

Elaboração de quartas capas

Ana Raquel Gomes da Silva

Gerência de Gráfica

Ednalva Maia do Monte

Impressão e acabamento

Newton Malta de Souza Marques

Ronaldo Soares de Aguiar

Manuais Técnicos em Geociências

ISSN 0103-9598

Números Divulgados

Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico - Inventário das formações florestais e campestres - Técnicas e manejo de coleções botânicas - Procedimentos para mapeamentos, n.1, 2a edição revista e ampliada, 2012.

Manual de Normas, Especificações e Procedimentos Técnicos para a Carta Internacional do Mundo, ao Milionésimo - CIM 1:1 000 000, n.2, 1993.

Introdução à Interpretação Radargeológica, n.3, 1995

Manual Técnico de Pedologia, n.4, 3a edição, 2015.

Manual Técnico de Geomorfologia, n.5, 2a edição, 2009.

Manual Técnico de Geologia, n.6, 1998.

Manual Técnico de Uso da Terra, n.7, 3a edição, 2013.

Noções Básicas de Cartografia, n.8, 1999.

Introdução ao Processamento Digital de Imagens, n.9, 2001.

Orientações para Instalação de Estações de Monitoramento Contínuo GNSS Compatíveis com a RBMC, n.10, 2010.

Instruções técnicas para Controle Geodésico de Estações Maregráficas - CGEM e sua Vinculação Vertical ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, n.11 , 2010.

Manual de Procedimentos Técnicos para Fiscalização, Controle de Qualidade e Validação da Base Cartográfica Contínua na Escala 1:250 000, n.12, 2011.

Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais, n.13, 2017.

Se o assunto é **Brasil**,
procure o **IBGE**.

/ibgecomunica /ibgeoficial /ibgeoficial /ibgeoficial

www.ibge.gov.br 0800-721-8181

Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais

O manual técnico em Geociências de *Avaliação da qualidade de dados geoespaciais* visa orientar as inspeções de qualidade de produtos geocientíficos, retratar a qualidade dos dados geoespaciais e proporcionar o controle e alcance de níveis de conformidade demandados, tanto pelo produtor, quanto por seus usuários. Para tal, utiliza-se das orientações de normas internacionais, de especificações técnicas nacionais e da literatura sobre o tema.

A presente publicação enfatiza a necessidade de adoção de padrões para avaliação da qualidade de um conjunto de dados espaciais. Tendo isto em vista, é apresentada inicialmente uma visão geral do conceito, das normas e padrões e dos elementos de qualidade de dados geoespaciais. Em seguida são abordados conceitos e métodos de amostragem aplicados na avaliação de dados espaciais, assim como a elaboração de planos de inspeção amostral para estabelecer critérios de aprovação e reprovação do produto geoespacial inspecionado. Posteriormente é delineada uma diretriz para a avaliação de qualidade de um produto geoespacial, com orientações acerca da elaboração de catálogos de medidas de qualidade, do método de inspeção amostral e completo e de relatórios de qualidade independentes. Por fim, é evidenciada a importância de relatar as aferições de qualidade nos metadados do produto e são oferecidas instruções para fazê-lo. Ademais, são apresentados exemplos de medidas de qualidade para alguns produtos geocientíficos do IBGE, agrupadas em consistência lógica, completude e acurácias (temática, posicional e temporal), sob a forma de apêndices.

Espera-se que o conjunto das informações ora divulgadas, também disponíveis no portal do IBGE na Internet, auxilie a sociedade, junto com as demais normas e especificações técnicas da cartografia nacional, na elaboração de inspeções de qualidade de produtos geoespaciais, atendendo a expectativas de produtores e usuários de dados geocientíficos.

ISBN 978-85-240-4423-6
9 788524 044236