

número

13

AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE
DE DADOS
GEOESPACIAIS

2ª EDIÇÃO

Presidente da República
Jair Messias Bolsonaro

Ministro da Economia
Paulo Roberto Nunes Guedes

Secretário Especial de Fazenda
Waldery Rodrigues Junior

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Susana Cordeiro Guerra

Diretor-Executivo
Fernando José de Araújo Abrantes

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Eduardo Luiz G. Rios Neto

Diretoria de Geociências
João Bosco de Azevedo

Diretoria de Informática
David Wu Tai

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
Marise Maria Ferreira

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Maysa Sacramento de Magalhães

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências
Coordenação de Cartografia
Leila Freitas de Oliveira

Ministério da Economia
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Cartografia

Manuais Técnicos em Geociências
número 13

Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais

2ª edição



Rio de Janeiro
2019

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISBN 978-85-240-4500-4

© IBGE. 2019

Capa

Ubiratã O. dos Santos/Eduardo Sidney - Coordenação de *Marketing*/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Ilustração

Aline Pedro Carneiro Damacena - Gerência de Editoração/ Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Ficha catalográfica elaborada pela Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais do IBGE

Avaliação da qualidade de dados geoespaciais / IBGE, Coordenação de Cartografia. - 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2019.
112p. : il. - (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n.13).

ISBN 978-85-240-4500-4

1. Controle de qualidade. 2. Cartografia. 3. Manuais, guias, etc. 4. Modelo de dados geoespaciais. I. IBGE. Coordenação de Cartografia. II. Série.

CDU 658.562
CART

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

Sumário

Apresentação	11
Introdução	13
Qualidade de dados: uma abordagem geoespacial	15
Conceitos de qualidade	16
Qualidade do produto versus qualidade do processo	17
Visão do produtor versus visão do usuário	17
Normas para dados geoespaciais	18
Normas internacionais para dados geoespaciais	18
Normas nacionais para dados geoespaciais	20
Elementos de qualidade de dados espaciais	21
Consistência lógica	21
Compleitude	23
Acurácia posicional	24
Acurácia temática	26
Acurácia temporal	27
Usabilidade	28
Amostragem aplicada a dados geoespaciais	29
Erro amostral tolerável e tamanho da amostra	29
Aspectos principais na coleta de amostras	30

Métodos de amostragem: por julgamento ou probabilística	31
Inspeção amostral orientada por área	32
Inspeção amostral orientada por feição	34
Plano de amostragem	34
Tamanho da amostra (n), segundo o nível de inspeção e o LQA	35
Números de aceitação (Ac), segundo o tamanho da amostra (n) e o LQA	37
Tamanho da amostra (n), segundo o nível de inspeção e a QL	38
Números de aceitação (Ac), segundo o tamanho do lote (N) e a QL	39
Metodologia de avaliação da qualidade	41
Etapa de produção ou conjunto de dados espaciais finalizado.	42
Preparo da avaliação da qualidade	42
Catálogo de medidas de qualidade.	42
Ordem de avaliação dos elementos de qualidade.	45
Elaboração do plano de amostragem.	47
Método de inspeção: amostral ou completo.	47
Inspeção completa	48
Inspeção amostral	48
Classes de ocorrências.	51
Relatório de qualidade	52
Metadados geoespaciais: informando a qualidade do produto cartográfico ao usuário	53
Considerações finais	55
Referências	57
Apêndices	
Apêndice 1 - Medidas de qualidade de consistência lógica	65
Apêndice 2 - Medidas de qualidade de completude	83
Apêndice 3 - Medidas de qualidade de acurácias (temática, temporal e posicional).	91
Apêndice 4 - Medidas de qualidade de usabilidade	107

Lista de figuras

Figura 1 - Qualidade de um produto cartográfico	15
Figura 2 - Níveis de abstração	16
Figura 3 - Visão do produtor versus visão do usuário	18
Figura 4 - Pirâmide de implementação de normas ISO	19
Figura 5 - Inspeção de consistência topológica em limites municipais	22
Figura 6 - Inspeção de completude em hidrografia	24
Figura 7 - Inspeção de acurácia posicional relativa	26
Figura 8 - Inspeção de acurácia temática de nomes geográficos	27
Figura 9 - Estratégias de amostragem	31
Figura 10 - Distribuição espacial de unidades de amostragem	33
Figura 11 - Curva Característica de Operação (CCO) de um plano de amostragem	35
Figura 12 - Metodologia de avaliação de qualidade	41
Figura 13 - Catálogo de medidas de qualidade	43
Figura 14 - Ordenação da avaliação da qualidade dos dados	45
Figura 15 - Fluxograma da inspeção completa	48
Figura 16 - Fluxograma da inspeção amostral	49
Figura 17 - Inspeção orientada por feição, segundo um plano de amostragem	49
Figura 18 - Inspeção orientada por área, segundo um plano de amostragem	50
Figura 19 - Classes de ocorrência utilizadas nas inspeções de qualidade	51
Figura 20 - Perfil MGB	54

Lista de quadros

Quadro 1 - Normas, padrões e especificações para mapeamento da INDE	20
Quadro 2 - Categorias e elementos de qualidade de dados espaciais	21
Quadro 3 - PEC planimétrico	25

Quadro 4 - PEC altimétrico	25
Quadro 5 - Letra-código de acordo com o tamanho do lote e o nível de inspeção	36
Quadro 6 - Tamanho da amostra (n) e número de aceitação (Ac), segundo a letra-código e o LQA	37
Quadro 7 - Percentual de Qualidade limite (QL), segundo o tamanho do lote (N) e o nível de inspeção	38
Quadro 8 - Tamanho da amostra (n) e número de aceitação (Ac), segundo o tamanho do lote e a QL	39
Quadro 9 - Plano de amostragem de um lote da BC100	40
Quadro 10 - Medida básica e tipo de valor	44
Quadro 11 - Lista de elementos de qualidade agrupados por categoria	44
Quadro 12 - Lista de estruturas de valor	45

Lista de gráficos

Gráfico 1 - Classes de feições por categoria de informação, segundo o modelo de dados da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-EDGV	47
--	----

Apêndices

Lista de figuras

Figura 1 - Inspeção de consistência topológica de geometria na classe de terras indígenas	69
Figura 2 - Inspeção de consistência topológica de conectividade na classe trecho rodoviário	72
Figura 3 - Inspeção de consistência topológica entre as feições geográficas de ilha e banco de areia	78
Figura 4 - Sentido de vetorização na classe trecho de drenagem	80
Figura 5 - Interrupção de linha na vetorização de trechos rodoviários	81
Figura 6 - Inspeção de completude (omissão)	85
Figura 7 - Inspeção de completude (comissão)	85
Figura 8 - Distribuição espacial do plano de amostragem aplicado na inspeção de completude da categoria sistema de transporte	87

Figura 9 - Exemplo de ocorrências de completude dentro uma área de inspeção	88
Figura 10 - Distribuição espacial do plano de amostragem aplicado na inspeção de nomes geográficos	92
Figura 11 - Exemplo de inspeção de nomes geográficos	93
Figura 12 - Inspeção da correta classificação de trechos rodoviários	94
Figura 13 - Distribuição espacial das áreas para inspeção da acurácia posicional absoluta	96
Figura 14 - Coleta e medição do erro planimétrico sobre uma imagem de maior acurácia posicional.	97
Figura 15 - Diagrama de dispersão com círculo de frequência de 90%, boxplot e histogramas por componente planimétrica (em metros) referentes à BC250	98
Figura 16 - Ortomosaico e pontos de verificação na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Minas Gerais)	100
Figura 17 - Localização de um ponto de controle coletado em campo.	101
Figura 18 - Diagrama de dispersão com círculo de frequência de 90%, boxplot e histogramas por componente planimétrica (em metros) referentes ao ortomosaico	102
Figura 19 - Distribuição espacial das áreas para inspeção da posição relativa de feições de hidrografia.	104
Figura 20 - Distribuição espacial das áreas para inspeção da posição relativa de feições da categoria transporte.	104
Figura 21 - Exemplo de ocorrências de acurácia posicional relativa	105
Figura 22 - Exemplo de ocorrências de comparação de nomes geográficos.	108
Figura 23 - Exemplo de área de inspeção de interpretabilidade sobre a imagem do território RapidEye.	110
Lista de quadros	
Quadro 1 - Lista de medidas de qualidade	62
Quadro 2 - Validação topológica na mesma classe: anomalias de geometria	68
Quadro 3 - Validação topológica na mesma classe: anomalias de conectividade	71

Quadro 4 - Tipos de relacionamentos espaciais entre classes.	74
Quadro 5 - Relacionamento espacial entre classes de hidrografia	75
Quadro 6 - Relacionamento espacial entre classes de transporte.	76
Quadro 7 - Relacionamento espacial entre classes de transporte, hidrografia, localidade e relevo	77
Quadro 8 – Padrão de exatidão cartográfica para a escala 1:250 000.	97

Lista de gráficos

Gráfico 1 - Frequência de inconsistências topológicas de geometria	70
Gráfico 2 - Frequência de inconsistências topológicas de conectividade	73
Gráfico 3 - Frequência de inconsistências topológicas entre classes	78
Gráfico 4 - Completude de classes e categorias de informação	89

Lista de tabelas

Tabela 1 - Quantidade de anomalias de geometria	69
Tabela 2 - Quantidade de anomalias de conectividade	72
Tabela 3 - Taxa de omissão e comissão na BC250	84
Tabela 4 - Completude das classes presentes no CDG em relação às previstas na especificação técnica do produto	89

Lista de siglas e abreviaturas

α_0 - Risco do produtor

β_0 - 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

BCIM - Base Cartográfica Contínua do Brasil ao Milionésimo

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*, em sua 2ª edição, com atualizações, melhorias de abordagem e ajustes ao longo de todo o conteúdo. 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 e, além disso, retratar a qualidade dos dados geoespaciais e facilitar o alcance de níveis de conformidade desejados, tanto pelo produtor, quanto por seus usuários.

Na **Introdução** enfatiza-se a necessidade de adoção de padrões numa Infraestrutura de Dados Espaciais. No Capítulo **Qualidade de dados: uma abordagem geoespacial**, é apresentada uma visão geral do conceito de qualidade, a visão do produtor e a visão do usuário, a qualidade de um produto com representação geoespacial, normas e padrões para dados geoespaciais, bem como os elementos de qualidade de dados espaciais. O Capítulo **Amostragem aplicada a dados geoespaciais** aborda conceitos e métodos de amostragem utilizados 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, tratando, ainda, da 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, acurácias (posicional, temática, temporal) e usabilidade, para alguns produtos geocientíficos 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.

João Bosco de Azevedo

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 essa evolução sem perder a qualificação dos dados espaciais, é necessária a adoção de padrões (DALMOLIN; LEAL, 2001; NOGUEIRA JÚNIOR, 2003; FREITAS, 2005).

As Infraestruturas de Dados Espaciais, por meio dos metadados geoespaciais, facilitam o acesso aos conjuntos de dados espaciais produzidos e em produção. A literatura sobre o tema cita determinados aspectos de qualidade a serem avaliados em conjuntos de dados espaciais, como a consistência lógica, a completude, as acurácias (posicional, temática e temporal) e a usabilidade. Nesse sentido, uma Infraestrutura de Dados Espaciais 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).

Segundo Rodríguez Pascual (2012, página 1, tradução nossa), “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”

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, em substituição às Normas ISO 19113:2002, ISO 19114:2003 e ISO/TS 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 e especificações técnicas nacionais. Seus 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.

Concluindo, cabe ressaltar, nesta oportunidade, a importância de *Anna Lucia Barreto de Freitas, Célia Regina Fernandes Vianna, Cláudio João Barreto de Freitas, Teresa Cristina Veiga e Claudia Maria Luiza Ramos Teixeira (In memoriam)* e agradecer-lhes por suas iniciativas e contribuições quando ainda servidores do IBGE. Este Manual constitui, também, uma homenagem a eles e a muitos outros técnicos e pesquisadores que passaram pela Coordenação de Cartografia, ou colaboraram de alguma forma, ao longo do tempo, para o avanço metodológico na Instituição.

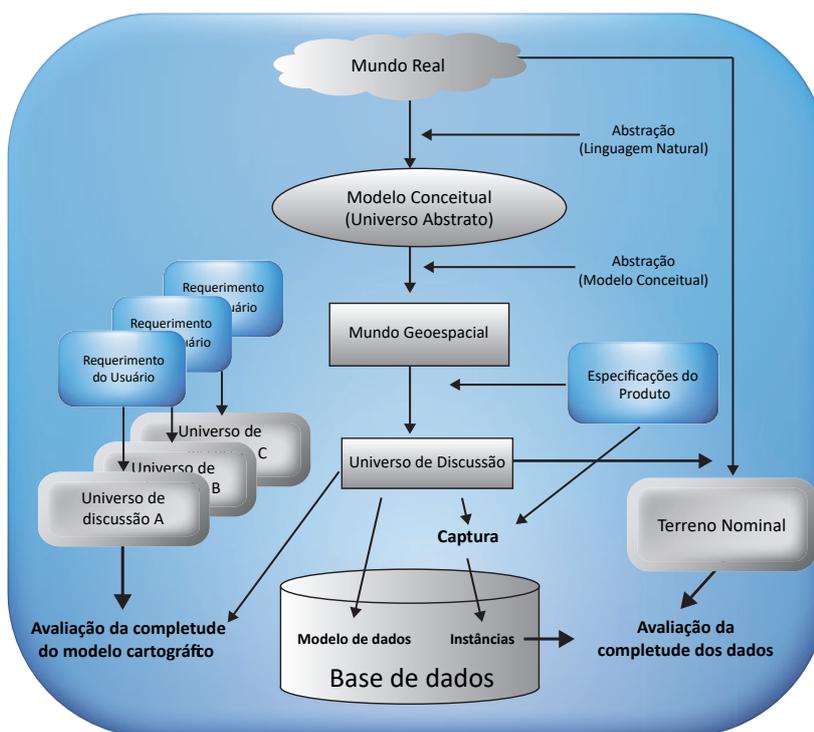
Agradecimentos especiais

Agradecemos aos professores *Afonso de Paula dos Santos, Gérson Rodrigues dos Santos, Jugurta Lisboa Filho e Nilcilene das Graças Medeiros*, da Universidade Federal de Viçosa - UFV; e aos profissionais *Fábio Fernandes da Silva*, da Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF, *Marcia Vaz Barbosa*, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, e *Priscilla May Delany Masson*, da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A. - EMPLASA.

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 Geoespaciais (CDG), conforme ilustram as Figuras 1 e 2 (LONGLEY et al, 2013).

Figura 1 - Qualidade de um produto cartográfico

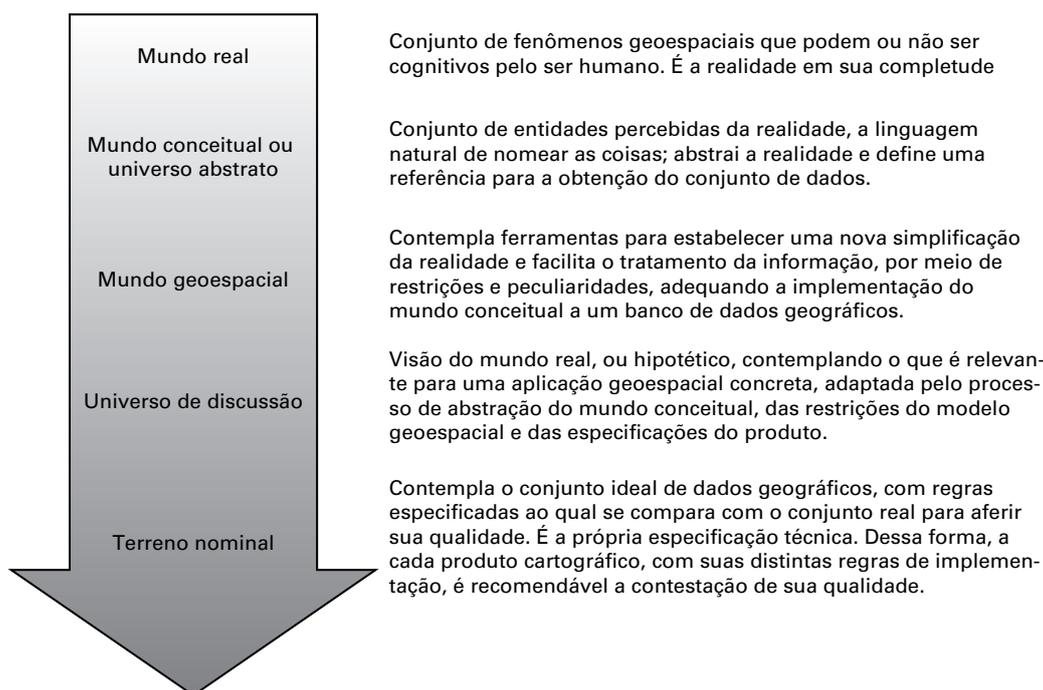


Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19113:2002: geographic information: quality principles. Geneva: ISO, 2002. Adaptado.

Conforme destaca Rumbaugh (c1994, página 23), “um modelo é uma abstração de alguma coisa, cujo propósito é permitir que se conheça-a antes de construí-la.”

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 intervalo de tempo. Para efeitos deste documento, os termos geoespacial e espacial são utilizados como sinônimos.

Figura 2 - Níveis de abstração



Fonte: 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. Adaptado.

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 a 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, bem como 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 no Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, elaborado pela Comissão Nacional de Cartografia (2010), qual seja: a totalidade

de características de um produto ou serviço que lhe conferem aptidões para satisfazer necessidades implícitas ou explícitas.

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 e a qualidade do processo.

O primeiro aspecto, que considera a qualidade do produto finalizado, 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.

O segundo aspecto, que considera a qualidade do processo, visa a maior ou menor adequação do processo de produção e fornecimento de um bem ou de um serviço e, num sentido mais geral, a qualidade da organização produtora. Assim, por consequência, se o processo de produção for correto e adequado, logicamente o resultado também o será. Além disso, 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.

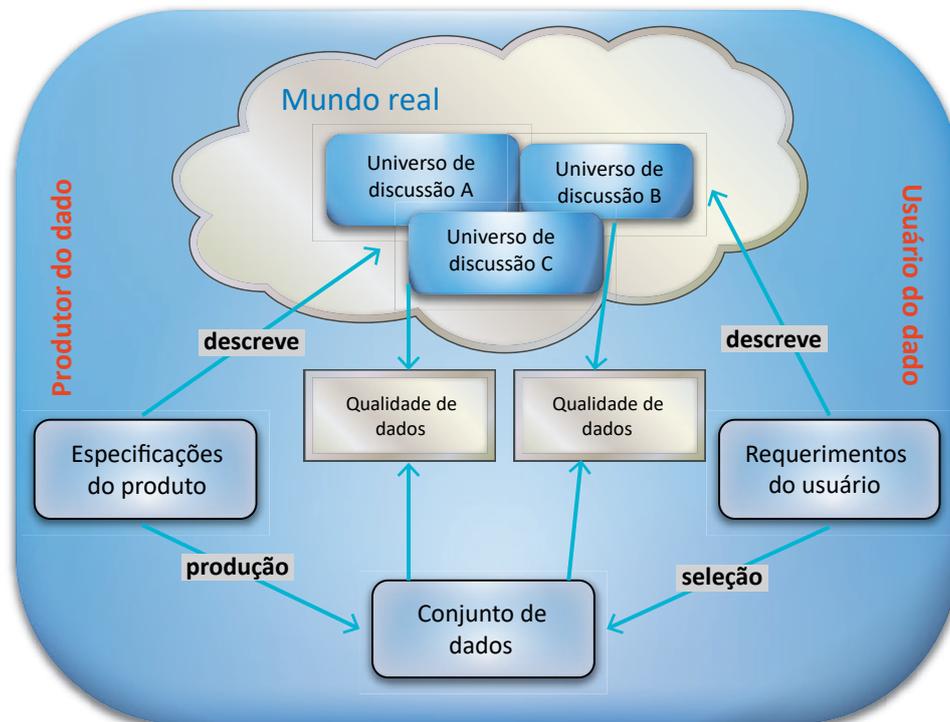
Na avaliação de JURAN (c1997), a ideia de controlar um processo para conseguir melhorias é totalmente diferente daquela de inspecionar produtos para identificar os não conformes, embora os dois procedimentos utilizem em parte as mesmas ferramentas estatísticas.

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 desses dois pontos de vista.

Figura 3 - Visão do produtor versus visão do usuário



Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19157:2013: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. Adaptado.

Normas para dados geospaciais

Neste tópico, são apresentadas as normas, os padrões e as demais referências a serem consideradas na avaliação da qualidade de dados geospaciais, segundo a literatura internacional e nacional.

Normas internacionais para dados geospaciais

A série de normas ISO 19100 é relativa a dados espaciais, e as citadas a seguir 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; e
- ISO 19157 - Qualidade de dados de informação geográfica¹.

¹ A norma ISO 19157, homologada em dezembro de 2013, substituiu as seguintes normas: ISO 19113:2002 - Princípios de qualidade; ISO 19114:2003 - Procedimentos para avaliação da qualidade; e ISO/TS 19138:2006 - Medidas de qualidade de dados.

A norma ISO 19157:2013, específica sobre qualidade de dados espaciais, apresenta 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 (LQA) ou *Acceptance Quality Limit* (AQL) 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 (QL) ou *Limiting Quality* (LQ) 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; e
- 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 19157:2013 e ISO 19115, sobre qualidade de dados espaciais e metadados, respectivamente.

Figura 4 - Pirâmide de implementação de normas ISO



Fonte: 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. Disponível em: http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2009/html/refer/3_2.pdf. Acesso em: jul. 2019.

Normas nacionais para dados geoespaciais

A Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, do Brasil, apresenta uma série de normas já 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. Disponível em: <http://www.concar.gov.br/pdf/PlanoDeAcaoINDE.pdf>. Acesso em: jul. 2019.

Em relação aos procedimentos de inspeção amostral, as seguintes normas nacionais, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, podem ser consideradas²:

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

² Essas normas são traduções vinculadas à série de Normas ISO 2859.

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 categorias de elementos de qualidade de dados espaciais: completude; consistência lógica; acurácia posicional; acurácia temática; acurácia temporal; e usabilidade, conforme apresenta o Quadro 2.

Quadro 2 - Categorias e elementos de qualidade de dados espaciais

Categoria	Elemento	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. Adaptado.

Consistência lógica

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

- Segundo a Norma ISO 19157:2013, a categoria de qualidade de consistência lógica subdivide-se em quatro elementos:
- 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*; e

- 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. Essas aferições podem ser realizadas de forma automática, quando possível, ou por meio de inspeções visuais no conjunto de dados.

A Figura 5 ilustra uma inspeção de consistência topológica, na mesma classe, realizada sobre a classe de limites municipais. 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



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

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. Neste documento, a ausência ou excesso de classes de feições geográficas, previstas na especificação técnica do produto, é avaliada durante as inspeções de qualidade de completude.

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 a taxa de omissão (π^-) dos dados são fornecidas pelas seguintes equações:

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

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

Onde:

N^- = número de ocorrências existentes na realidade, mas ausentes no conjunto de dados espaciais (omissão);

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

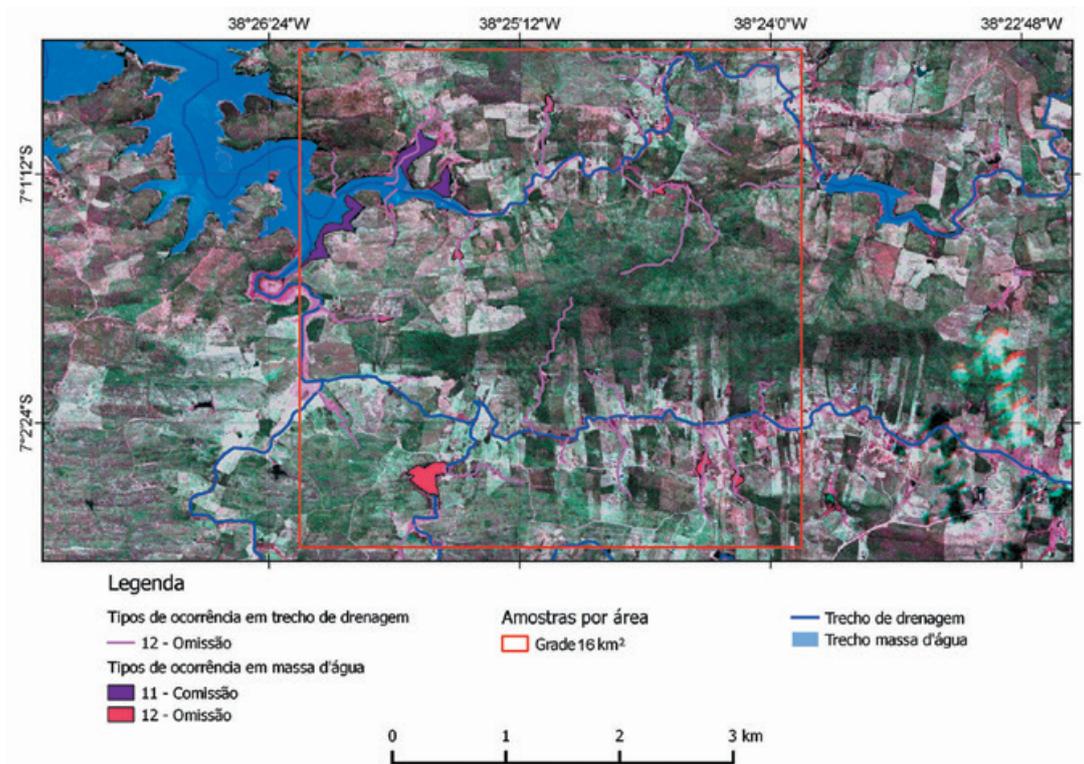
N^0 = número de ocorrências na realidade percebida; e

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



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

Acurácia posicional

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

Segundo a Norma ISO 19157:2013, a acurácia posicional é composta de três elementos:

- 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 20.06.1994, pode ser adotado como parâmetro que estabelece um nível de conformidade do produto cartográfico avaliado, de acordo com os Quadros 3 e 4, onde: DE é o denominador da escala da carta; EP é o erro padrão; e eq* é a equidistância entre as curvas de níveis.

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*: seção 1, Brasília, DF, ano 122, n. 120, p. 8884-8886, 22 jun. 1984. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm. Acesso em: jul. 2019.

Nota: DE = Denominador da escala da carta; EP = Erro padrão.

Quadro 4 - PEC altimétrico

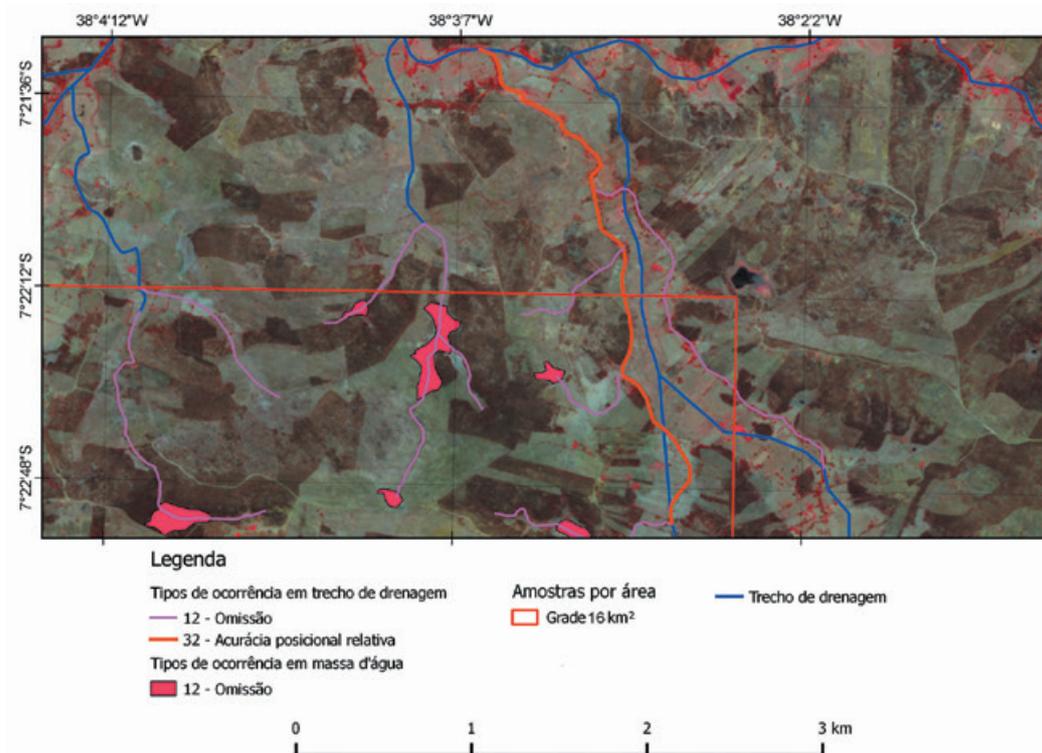
Classe	PEC	EP
A	1/2 eq*	1/3 eq*
B	3/5 eq*	2/5 eq*
C	3/4 eq*	1/2 eq*

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*: seção 1, Brasília, DF, ano 122, n. 120, p. 8884-8886, 22 jun. 1984. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm. Acesso em: jul. 2019.

Nota: EP = Erro padrão; eq* = Equidistância entre as curvas de níveis.

A Figura 7 mostra uma inspeção de acurácia posicional relativa, orientada por área, para a classe trecho de drenagem. Foram identificadas inconsistências no resultado da 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. Esse tipo de violação é classificado como acurácia posicional relativa (código 32). Nesta inspeção de qualidade também foram apontados casos de omissão (código 12).

Figura 7 - Inspeção de acurácia posicional relativa



Fonte: 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, com dois tipos de atributos: quantitativos e não quantitativos. A norma define três elementos:

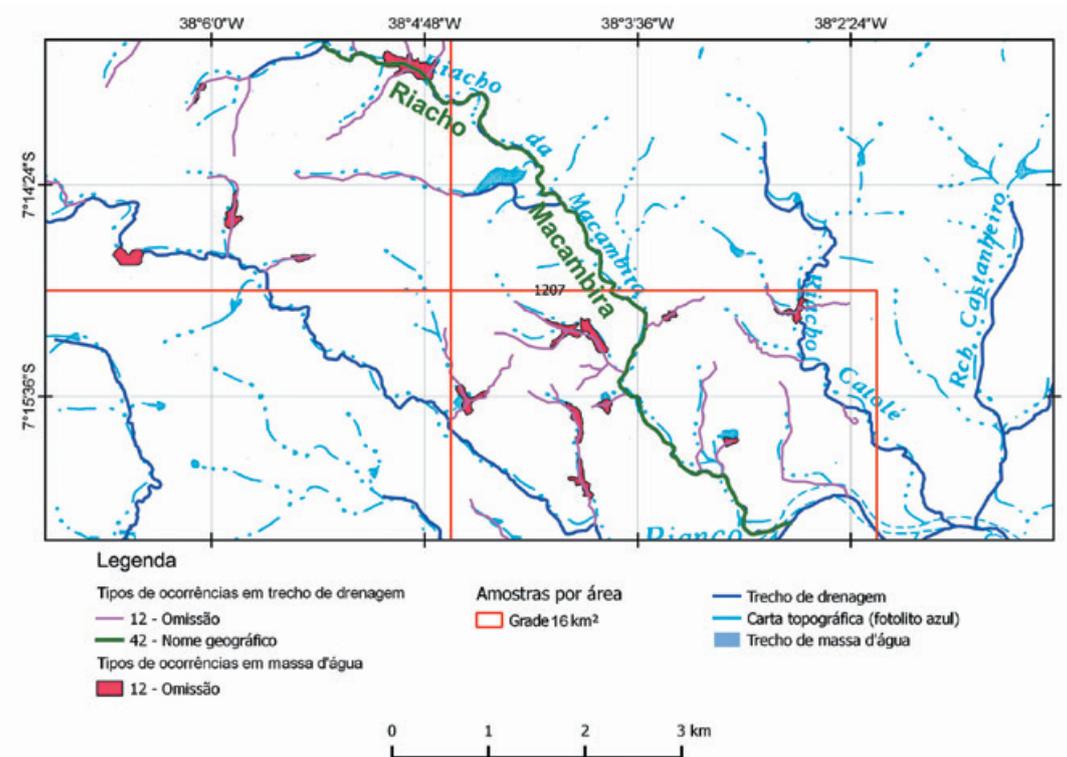
- Correção da classificação - comparação da representação da classe de feições e/ou seus atributos, no universo de discussão, com a realidade de terreno. Exemplos: o revestimento (tipo de pavimentação) de um trecho rodoviário é pavimentado, mas foi classificado como leito natural (sem revestimento); o código de trecho rodoviário (sigla) de uma rodovia é BR-116, mas foi classificado como MG-116; a jurisdição da rodovia BR-101 é federal, mas foi classificado como municipal etc.;
- Correção dos atributos não quantitativos - avaliação da correção ou não de um atributo não quantitativo. 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; e
- Acurácia dos atributos quantitativos - proximidade do valor de um atributo quantitativo com um valor conhecido ou aceito como verdadeiro. Exemplos: 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 - DECEA, subordinado ao Comando da Aeronáutica etc..

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 se submeter a um estudo sobre sua classificação correta ou não (ARIZA LÓPEZ, c2002).

A Figura 8 mostra uma inspeção de acurácia temática de nomes geográficos da classe trecho de drenagem. O nome correto é Riacho da Macambira, conforme consta no fotolito³ azul da folha topográfica, e não Riacho Macambira, como está na base cartográfica contínua, na estrutura vetorial.

Figura 8 - Inspeção de acurácia temática de nomes geográficos



Fonte: 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 essa informação, deve-se considerar a que tempo se refere:

³ No processo de produção cartográfica analógica, as folhas topográficas eram enviadas para a impressão nas cores azul, preto e sépia, por meio de fotoplásticos, *peelcoats* e negativos, chamados de fotolitos (NOÇÕES..., 1999).

- 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).

Dessa forma, para a Norma ISO 19157:2013, a acurácia temporal é composta de três elementos:

- Acurácia de uma medida temporal - correta referência temporal do item avaliado. Por exemplo: a data do insumo utilizado na aquisição do dado geoespacial é 2011, entretanto a data de lançamento no produto cartográfico foi 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; e
- Validade temporal - 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 intervalo de tempo ou a uma sazonalidade (periodicidade).

Usabilidade

A usabilidade é o aspecto de qualidade baseado nos requisitos específicos de usuários e/ou no(s) universo(s) de discussão. Todos os elementos de qualidade de dados espaciais, citados nas demais categorias de qualidade, podem ser utilizados na sua avaliação. O elemento usabilidade descreve informações específicas de qualidade sobre a adequação de um conjunto de dados a uma determinada aplicação ou à sua conformidade com um conjunto de requisitos, segundo a Norma ISO 19157:2013.

A usabilidade 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).

O elemento usabilidade pode ser aplicado, por exemplo, na comparação da representação de feições geográficas e/ou seus atributos em produtos geoespaciais de diferentes escalas, ou na avaliação da conformidade de um conjunto de dados em relação a um determinado uso, entre outros aspectos.

Amostragem aplicada a dados geoespaciais

Na maioria das vezes, ao lidar com um conjunto de dados espaciais, nota-se sua complexidade devido às dimensões territoriais e à 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.

Segundo Ariza López, García Balboa e Amor Pulido (2004, p. 63, tradução nossa), “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.”

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, conseqüentemente, no cálculo do erro amostral tolerável (E_0) pretendido são as restrições financeiras (BARBETTA, 2012).

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2}$$

(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):

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0} \quad (\text{equação 5})$$

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 amostragem⁴, segundo níveis de aceitação de qualidade desejados, 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.

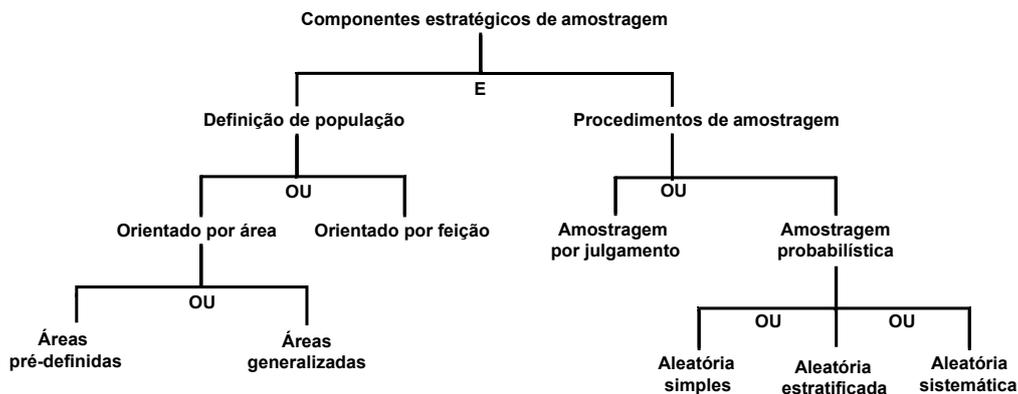
A Especificação Técnica para o Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG) cita três tipos de amostragem espacial (BRASIL, 2016):

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

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

⁴ Para informações mais detalhadas, consultar o tópico **Plano de amostragem** desta publicação.

Figura 9 - Estratégias de amostragem



Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19157:2013: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. Adaptado.

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, atenção deve ser dada às omissões e comissões aos itens cruzando o limite desses 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, por sua vez, pode ser aplicada em fenômenos isolados (portos, pontes, aeroportos, entre outros), e na avaliação de atributos das feições geográficas (nome geográfico, tipo de pavimentação das vias, 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 isso não ocorrer, a amostragem é dita não probabilística ou por julgamento (FERREIRA, 2009; BARBETTA, 2012; YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

Amostragem probabilística (aleatória)

A amostragem aleatória consiste na seleção casual de n unidades sorteadas sem reposição de uma população constituída de unidades N 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:

- 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 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) de cada classe; e
- Amostragem estratificada - a população é dividida em subgrupos, denominados estratos, por meio de uma variável-critério, em que cada um é submetido a uma amostragem aleatória simples. Pode ser aplicada em inspeções de qualidade de arruamentos, extraídas de feições geográficas do sistema rodoviário, que contempla autoestradas, rodovias, arruamentos, vias de acesso, entre outros.

Amostragem por julgamento (não aleatória)

Na prática, uma amostragem não aleatória pode ser mais adequada do que uma amostragem aleatória, em virtude da dificuldade ou impossibilidade da seleção da amostra, procurando, de forma geral, criar amostras que representem, significativamente, a população da qual 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, como, por exemplo, o foco em regiões metropolitanas, por apresentarem maior complexidade na aquisição e representação das feições geoespaciais.

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):

- 4x4 cm na escala do produto cartográfico para aferição de fenômenos contínuos de hidrografia; e
- 10x10 cm 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, utilizou-se a grade de articulação da escala 1:100 000 (aproximadamente 10x10 cm na escala 1:250 000) e selecionou-se 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 4x4 cm na escala 1:250 000 que tocavam esses pontos aleatórios. A Figura 10 mostra a distribuição espacial das grades de inspeção de 4x4 cm na escala 1:250 000 para a categoria de informação da BC250.

Figura 10 - Distribuição espacial de unidades de amostragem



Fonte: SANTOS, A. da S. *Geoestatística aplicada na avaliação da qualidade de dados geoespaciais*. 2013. Dissertação (Mestrado 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: jul. 2019.

Foram inspecionadas 571 unidades de amostragem, com aproximadamente 100 km², 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. Este exemplo mostra o cálculo do erro amostral tolerável (E_o) a partir do quantitativo de áreas inspecionadas (n_o). Entretanto, recomenda-se a elaboração de planos de amostragem para a realização das inspeções de qualidade.

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 de determinada característica, entre os quais podem ser exemplificados portos, aeroportos, pontes, usinas hidrelétricas, bem como determinado(s) atributo(s).

Plano de amostragem

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 inspeção por atributos para aprovação ou reprovação do conjunto de dados espaciais avaliado, tanto na inspeção orientada por feição, quanto na inspeção orientada por área (RIBEIRO JÚNIOR, 2013).

Na inspeção por atributos, “a unidade de produto é classificada simplesmente como defeituosa ou não (ou o número de defeitos é contado) em relação a um dado requisito ou conjunto de requisitos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985b, p. 2).

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). O Quadro 5 apresenta três níveis gerais de inspeção: I, II e III. Segundo Ribeiro Júnior (2013), em geral, adota-se, inicialmente, o nível de inspeção II. Posteriormente, é recomendado que o nível de aceitação, baseado no LQA ou na QL, se torne 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. Por exemplo: a categoria de informação hidrografia pode ser considerada como um lote, e cada feição geográfica representada na classe trecho de drenagem pode ser considerada como um item.

O LQA está associado ao risco do produtor (α_p), 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).

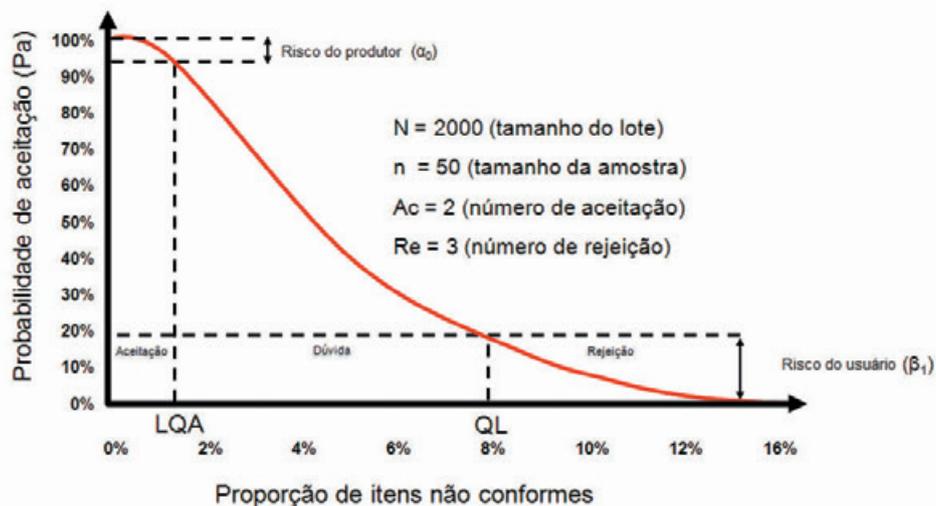
A QL está associada ao risco do usuário (β_1), ou seja, é a probabilidade de aceitação de um lote de má qualidade, onde a proporção de itens defeituosos (p) no lote (N) é maior que a QL estabelecida, ao ser inspecionado por uma amostra de tamanho (n) e um número de rejeição (Re).

Geralmente, o risco do produtor (α_0) e o risco do consumidor (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 ou 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 à 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 NORMASTÉCNICAS, 1985b).

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



Fonte: RIBEIRO JÚNIOR, J. I. *Métodos estatísticos aplicados ao controle da qualidade*. 23. ed. Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2013. Adaptado.

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

O Quadro 5 auxilia na seleção da letra-código⁵, de acordo com o nível de inspeção desejado e o tamanho do lote (N), sendo utilizado para produtos cartográficos nos quais há uma quantidade significativa de lotes (maior que 10) a inspecionar.

⁵ 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).

Quadro 5 - Letra-código de acordo com o tamanho do lote e o 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)*. Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acesso em: jul. 2019. Adaptado.

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) (%)									
		0,4	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	15,0	25,0
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)*. Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acesso em: jul. 2019. Adaptado. 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. Adaptado.

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. Esse 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 - Percentual de Qualidade limite (QL), segundo o tamanho do lote (N) e o nível de inspeção

Tamanho do lote	Percentual de QL, por nível de inspeção (%)		
	I	II	III
16 a 25	12,5	32,0	32,0
26 a 50	12,5	20,0	32,0
51 a 150	8,0	20,0	32,0
151 a 1200	5,0	20,0	32,0
1201 a 10 000	3,2	12,5	32,0
10 001 a 150 000	3,2	8,0	20,0
150 001 e maiores	2,0	8,0	20,0

Fonte: BRASIL. Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. *Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG)*. Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acesso em: jul. 2019. Adaptado.

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) (%)								
		0,8	1,25	2,0	3,15	5,0	8,0	12,5	20,0	32,0
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)*. Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acesso em: jul. 2019. Adaptado. 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. Adaptado.

Nos casos em que 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. O Quadro 9 exemplifica o plano de amostragem definido para um lote da Base Cartográfica Contínua do Brasil 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	6 483	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	71 238	N	21	500	Inspeção Amostral
hid_trecho_massa_dagua_a	8 073	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	1 270	K	10	125	Inspeção Amostral
rel_curva_nivel_l	38 631	N	21	500	Inspeção Amostral
rel_elemento_fisiografico_natural_l	1 531	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	41 901	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_ferrovuario_l	31	D	1	8	Inspeção Amostral
tra_trecho_rodoviario_l	85 425	N	21	500	Inspeção Amostral

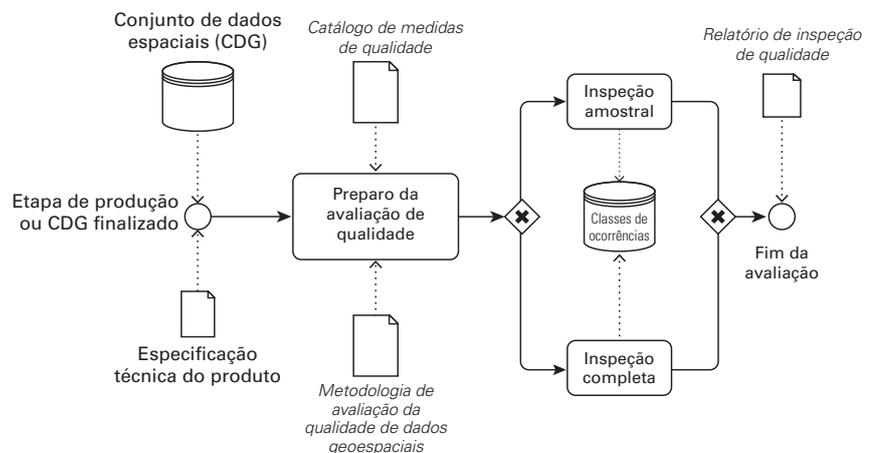
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 a uma determinada aplicação.

Figura 12 - Metodologia de avaliação de qualidade



Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19157:2013: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. Adaptado.

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):QGIS.

Os tópicos a seguir descrevem os itens presentes na metodologia de avaliação da qualidade, ilustrada na Figura 12, 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 do qual se deseja avaliar a qualidade, que 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. Assim, 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 os 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 (escopo). Nessa etapa, é essencial identificar a(s) medida(s) de qualidade a ser(em) utilizada(s). O ideal é que toda medida de qualidade seja documentada e armazenada. Dessa forma, cada produto cartográfico demandará um conjunto de medidas de qualidade, formando, assim, o seu catálogo de medidas de qualidade. A identificação do escopo da inspeção e a ordem de avaliação dos elementos de qualidade, bem como 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 quê 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

Linha	Componente	Descrição
1	Identificador	10101
2	Nome	Taxa de erros em uma hidrografia
3	Aliás	Erros Hidrografia
4	Nome do Elemento	Unidade
5	Medida Básica	Taxa de Errores
6	Definição	Observação indica o percentual de falhas de hidrografia em um conjunto de dados em relação ao número de elementos representativos, em relação ao elemento taxa de erros, sendo taxa de erro a soma de erros.
7	Definição	Medida de qualidade baseada no grupo de falhas de elementos de informação hidrográfica (verbo de erro), sendo taxa de erro a soma de erros, devendo ser variável espacial e de representação sobre o terreno. Segundo as especificações técnicas da ISO 15925 (ISO, 2011a) O erro de linha (verbo de erro) é a soma de erros quando se o elemento for maior e 0,500m taxa de erro não é considerada para curvas de nível com curvas fechadas (linhas poligonais fechadas). A soma de erros de uma parcela será a que ocorrer no menor ângulo. Quando a largura de curso de água for superior a 120m são adotadas as seguintes regras de tipo poligonal (verbo de erro), sendo considerada como comprimento na perpendicular, mesmo em trechos com extensão inferior a 1.200 metros. A soma de erros é adotada quando a área for superior ou igual a 0,500m². Quando duas curvas de nível de uma mesma rede de pontos estiverem separadas por uma distância inferior a 170m, as curvas de nível são consideradas como uma única curva de nível, conforme figura 61. Os pontos para determinação dos erros são aqueles quando a soma de pontos que compõem o fechamento for inferior a 0,500m², caso não seja adotada.
8	Parâmetros	Nº a o número de acurácias que existem na realidade parâmetro a que não foram alcançadas, em sua amostra. Nº a o número de acurácias na amostragem não ocorreu na realidade parâmetro, ou seja, ocorrência. Nº a o número de acurácias na realidade parâmetro. Nº a o número de amostras da amostra, dado por: $N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$
9	Tipos de Valor	+
10	Estrutura de Valor	+
11	Referência	SILVE, F. Semântica. Accuracy In: GUTILL, S. C. MOSEBROOK, J. L. Elements of Spatial Data Quality. <i>Springer Science</i> , 1997. Cap. 7, p. 119-122. Associação Brasileira de Geodesta e Cartografia. Especificações Técnicas para Elaboração dos Serviços de Mapeamento da Escala 1:250 000. IBGE, 2011a. IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual de procedimentos técnicos para a Realização, Controle de Qualidade e Validação de Boas Cartográficas. Curitiba em Junho 1.928.868. IBGE, 2011b.
12	Exemplo	0,17 (17 falhas de hidrografia em um conjunto de dados, mas 14 não ocorreram no terreno de terreno)
13	Classe(s) de Qualidade	M01001_100 Erros_Hidrografia_não com geometria tipo linha. M01001_100 Erros_Hidrografia_não com geometria tipo área. M01001_200 Erros_Hidrografia_não com geometria tipo área.

Fonte: SANTOS, A. da S. *Geoestatística aplicada na avaliação da qualidade de dados geoespaciais*. 2013. Dissertação (Mestrado 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: jul. 2019.

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 ou a incerteza dos resultados obtidos a partir das aferições de qualidade, além de permitir a comparabilidade da qualidade de diferentes conjuntos de dados espaciais.

A Norma ISO 19157:2013 e a Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-CQDG) apresentam os seguintes componentes básicos obrigatórios, condicionais e opcionais de uma medida de qualidade:

- Identificador - código que identifica a medida de qualidade;
- Nome da medida de qualidade - denominação da medida de qualidade;
- Nome alternativo - outro nome reconhecido da medida de qualidade, geralmente um nome mais usual, abreviado ou mais curto;
- Medida básica - nome da medida básica da qual deriva a medida de qualidade, se aplicável, conforme exemplifica o Quadro 10;

Acurácia Posicional

Itens em Excesso

Linha	Componente	Descrição
1	Identificador	10201
2	Nome	Taxa de erros em uma hidrografia
3	Aliás	Erros Hidrografia
4	Nome do Elemento	Unidade
5	Medida Básica	Taxa de Errores
6	Definição	Observação indica o percentual de falhas de hidrografia em um conjunto de dados em relação ao número de elementos representativos, em relação ao elemento taxa de erros, sendo taxa de erro a soma de erros.
7	Definição	Medida de qualidade baseada no grupo de falhas de elementos de informação hidrográfica (verbo de erro), sendo taxa de erro a soma de erros, devendo ser variável espacial e de representação sobre o terreno. Segundo as especificações técnicas da ISO 15925 (ISO, 2011a) O erro de linha (verbo de erro) é a soma de erros quando se o elemento for maior e 0,500m taxa de erro não é considerada para curvas de nível com curvas fechadas (linhas poligonais fechadas). A soma de erros de uma parcela será a que ocorrer no menor ângulo. Quando a largura de curso de água for superior a 120m são adotadas as seguintes regras de tipo poligonal (verbo de erro), sendo considerada como comprimento na perpendicular, mesmo em trechos com extensão inferior a 1.200 metros. A soma de erros é adotada quando a área for superior ou igual a 0,500m². Quando duas curvas de nível de uma mesma rede de pontos estiverem separadas por uma distância inferior a 170m, as curvas de nível são consideradas como uma única curva de nível, conforme figura 61. Os pontos para determinação dos erros são aqueles quando a soma de pontos que compõem o fechamento for inferior a 0,500m², caso não seja adotada.
8	Parâmetros	Nº a o número de acurácias que existem na realidade parâmetro a que não foram alcançadas, em sua amostra. Nº a o número de acurácias na amostragem não ocorreu na realidade parâmetro, ou seja, ocorrência. Nº a o número de acurácias na realidade parâmetro. Nº a o número de amostras da amostra, dado por: $N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$
9	Tipos de Valor	+
10	Estrutura de Valor	+
11	Referência	SILVE, F. Semântica. Accuracy In: GUTILL, S. C. MOSEBROOK, J. L. Elements of Spatial Data Quality. <i>Springer Science</i> , 1997. Cap. 7, p. 119-122. Associação Brasileira de Geodesta e Cartografia. Especificações Técnicas para Elaboração dos Serviços de Mapeamento da Escala 1:250 000. IBGE, 2011a. IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual de procedimentos técnicos para a Realização, Controle de Qualidade e Validação de Boas Cartográficas. Curitiba em Junho 1.928.868. IBGE, 2011b.
12	Exemplo	0,17 (17 falhas de hidrografia em um conjunto de dados, mas 14 não ocorreram no terreno de terreno)
13	Classe(s) de Qualidade	M01001_100 Erros_Hidrografia_não com geometria tipo linha. M01001_100 Erros_Hidrografia_não com geometria tipo área. M01001_200 Erros_Hidrografia_não com geometria tipo área.

Quadro 10 - Medida básica e tipo de valor

Medida básica	Definição da medida básica	Tipo de valor
Indicador de erro	Indica que o item está com erro	Booleano
Indicador de acerto	Indica que o item está correto	Booleano
Contagem de erro	Número total de itens com um tipo de erro especificado	Inteiro
Contagem de acerto	Número total de itens isentos de um tipo de erro especificado	Inteiro
Taxa de erro	Relação entre o número total de itens errados em relação ao número total de itens que deveriam estar presentes	Real
Taxa de acerto	Relação entre o número total de itens corretos em relação ao número total de itens que deveriam estar presentes	Real

Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 19157:2013*: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. Adaptado.

- Elemento de qualidade - nome do elemento de qualidade vinculado à medida de qualidade, conforme mostra o Quadro 11;

Quadro 11 - Lista de elementos de qualidade agrupados por categoria

Completeness	Consistency Logical	Positional Accuracy
Comissão Omissão	Consistência Conceitual Consistência de Domínio Consistência de Formato Consistência Topológica	Acurácia Absoluta/ Externa Acurácia Relativa/ Interna Acurácia dos dados em grade
Temporal Accuracy	Thematic Accuracy	Usability
Acurácia do tempo medido Consistência Temporal Validade Temporal	Classificação Correta Atributos não quantitativos corretos Acurácia dos atributos quantitativos	Elemento usabilidade

Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 19157:2013*: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. Adaptado.

- 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). Por exemplo: comparar a contagem dos itens representados no conjunto de dados com a contagem de itens na realidade percebida;
- Tipo de valor - tipo de valor usado para representar o resultado da medida de qualidade, como: variável booleana (verdadeiro ou falso), número (inteiro ou real) e texto livre;
- Estrutura de valor (condicional) - um resultado pode consistir de vários valores, caso em que se pode apresentá-lo por meio de uma estrutura de valores, como uma tabela, uma matriz ou uma sequência. O Quadro 12 mostra a estrutura de valores definidos na ISO 19157:2013;

Quadro 12 - Lista de estruturas de valor

Nome	Definição
<i>Bag</i>	Coleção não ordenada de itens relacionados (objetos ou valores) que podem ser repetidos
<i>Set</i>	Coleção não ordenada de itens relacionados (objetos ou valores) sem repetição
<i>Sequence</i>	Coleção ordenada de itens relacionados (objetos ou valores) que podem ser repetidos
<i>Table</i>	Arranjo de dados onde cada item pode ser identificado por meio de parâmetros ou chaves
<i>Matrix</i>	Matriz retangular de números
<i>Coverage</i>	Característica que atua como uma função para retornar valores de seu intervalo para qualquer posição direta dentro de seu domínio espacial, temporal ou espaço-temporal

Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 19157:2013*: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. Adaptado.

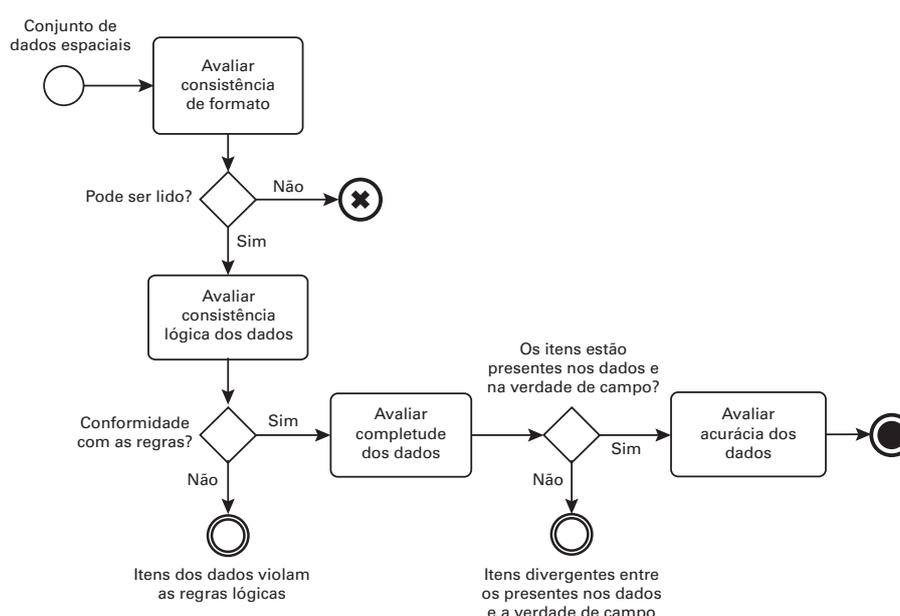
- Referência da medida (condicional) - citação de uma fonte de informação utilizada na medida de qualidade; e
- Exemplo (opcional) - modelo de aplicação da medida ou como o seu resultado pode ser utilizado. Mais de um exemplo pode ser apresentado.

Nos Apêndices deste documento, como exemplos, são descritas medidas de qualidade – agrupadas em consistência lógica, completude, acurácias (temática, temporal e posicional) e usabilidade – utilizadas na inspeção de produtos cartográficos do IBGE.

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 ordenação:

Figura 14 - Ordenação da avaliação da qualidade dos dados



Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 19157:2013*: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c. Adaptado.

- 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, ou não, decodificá-los, lê-los ou entendê-los. 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 ignoradas 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 esse 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.

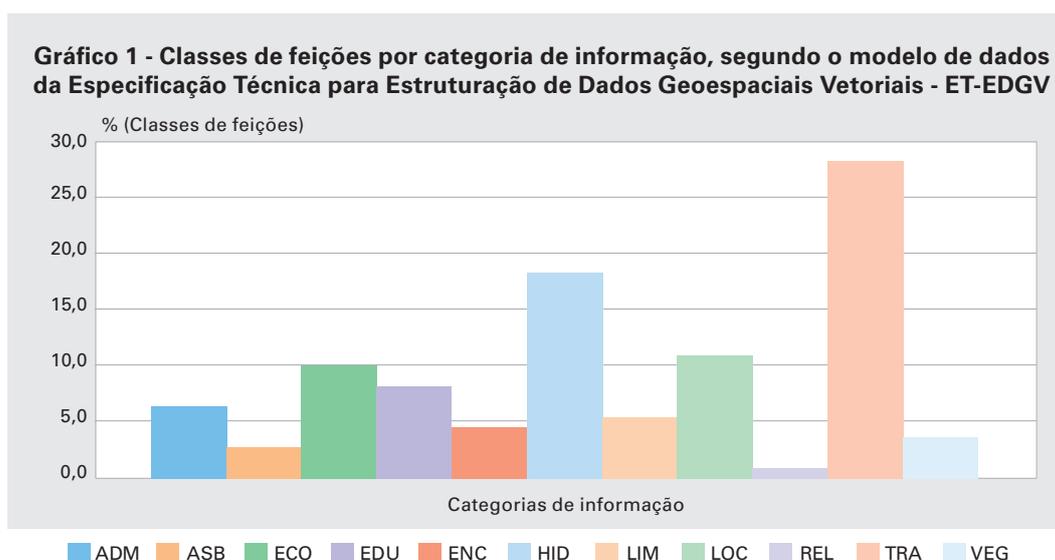
Na prática, após a aprovação da consistência de formato, é possível iniciar as aferições de qualidade de consistência lógica, completude e acurácias de forma paralela.

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 Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC).

Ressalta-se que, nos casos em que não é 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 o estabelecimento de 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 apresenta o percentual de classes de feições por categoria de informação, segundo o modelo de dados da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV). Por meio desse 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. No caso de bases cartográficas, por exemplo, as categorias transporte, hidrografia e localidades, demandam um esforço maior, mas ressalta-se a importância de inspeções de qualidade nas demais categorias de informação, mesmo que de forma agrupada.



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 a aprovação da consistência de formato. Ele 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 posicional⁶.

Ressalta-se que, no plano de amostragem, o nível de inspeção influencia o tamanho da amostra (n), e os níveis de aceitação de qualidade (LQA e/ou QL) influenciam os números 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. Exemplos: pode-se adotar uma inspeção mais rigorosa durante a produção para garantir a qualidade do produto finalizado; ou pode-se, numa outra situação, efetuar uma análise mais rápida dos dados para atender prazos curtos de inspeção, ao 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.

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 é possível automatizar a aferição de qualidade, recomenda-se a realização de inspeções amostrais, segundo um plano de amostragem.

⁶ Na inspeção da 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 20.06.1994.

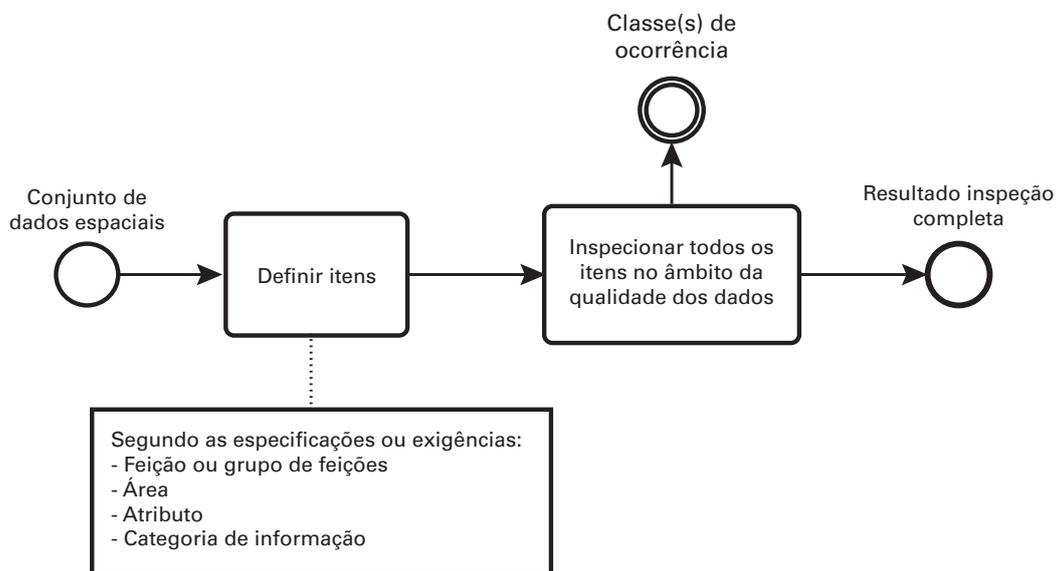
Nas inspeções de completude e acurácias (posicional, temática e temporal), em função da complexidade do produto cartográfico, geralmente, é necessário realizar inspeções amostrais, seja orientada por área, seja por feição geográfica, segundo um plano de amostragem bem-definido.

Ambos os métodos de inspeção permitem a aprovação ou a 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.

Figura 15 - Fluxograma da inspeção completa



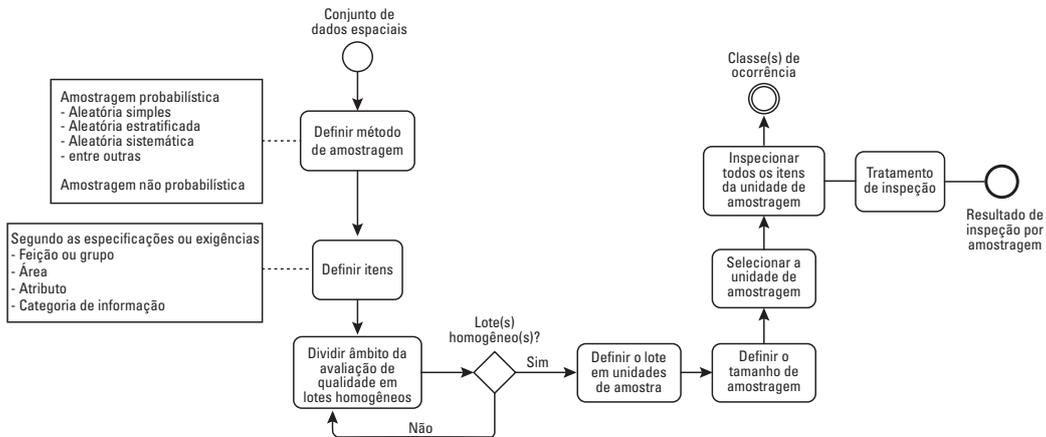
Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 19157:2013*: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c.

Este método é usual em inspeções de consistência lógica, em que 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 da qualidade de dados.

Figura 16 - Fluxograma da inspeção amostral

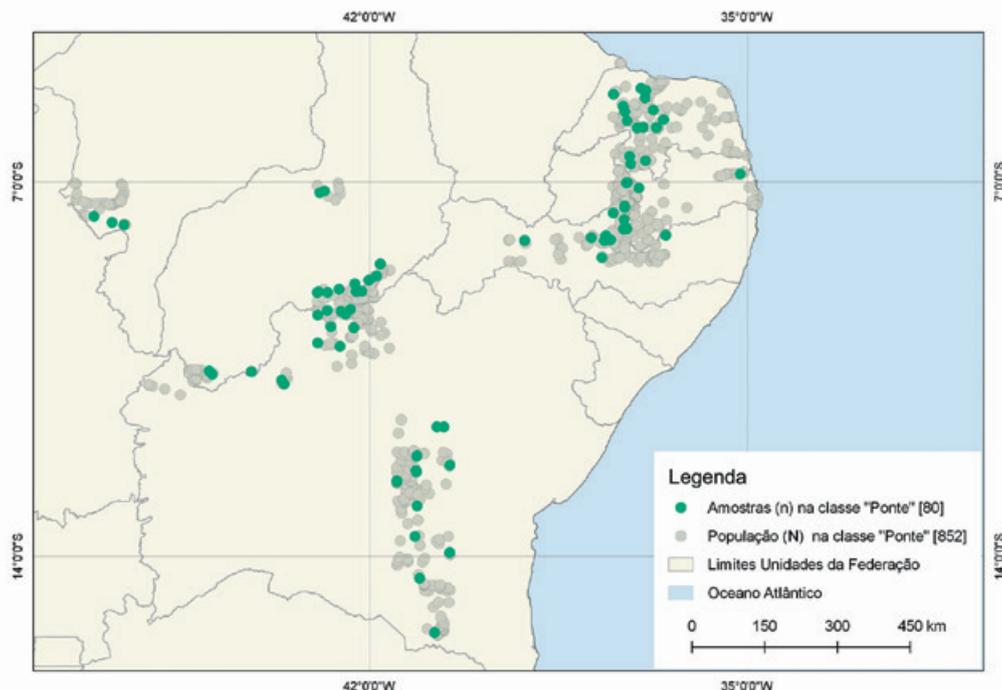


Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19157:2013: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013c.

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.

Na inspeção de qualidade orientada por feição geográfica, da classe ponte, por exemplo, 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. Dessa forma, o tamanho da amostra (n) deve ser 80, com um número de aceitação (Ac) de, no máximo, sete registros inconsistentes para a aprovação dessa classe de um lote da Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala 1:100 000, conforme mostra a Figura 17.

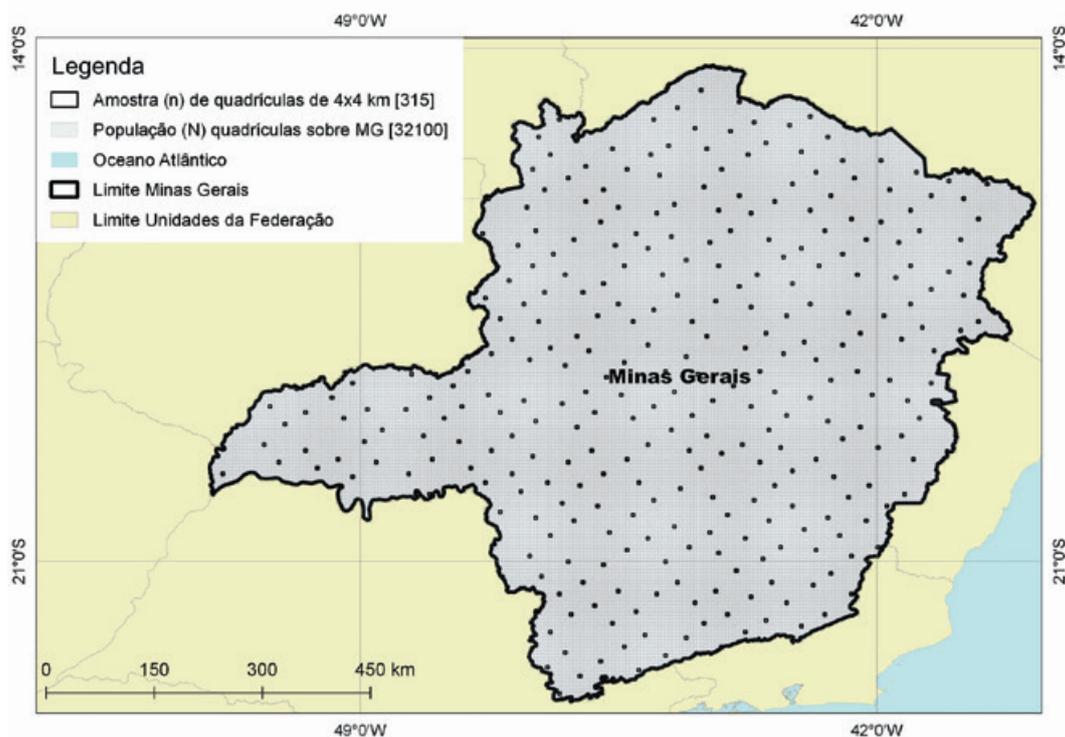
Figura 17 - Inspeção orientada por feição, segundo um plano de amostragem



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

Na inspeção de qualidade orientada por área, no Estado de Minas Gerais, por exemplo, foi gerado um total (N) de 32 100 quadrículas, de 4x4 cm na escala 1:100 000 do produto cartográfico, sobre a área do lote a ser avaliado, ou seja, unidades de amostragem de, aproximadamente, 16 km². Assim, o plano de amostragem, segundo um nível de inspeção II e um LQA de 4,0%, indica a letra-código M. Dessa forma, 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, conforme mostra a Figura 18.

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



Fonte: 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: taxas de omissão e/ou comissão, segundo as equações 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 as demandas do usuário, e revisados conforme um novo nível de conformidade a almejar no produto cartográfico.

A Coordenação de Cartografia desenvolveu os complementos *Sample by feature* e *Sample by area* para a elaboração de planos de amostragem, por feição e por área, dentro do ambiente SIG QGIS.

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, em que é representada a ocorrência segundo uma determinada variável demandada pela medida de qualidade correspondente. Exemplos: nas inspeções de consistência topológica, a classe de ocorrência pode ser representada por geometria do tipo ponto, linha ou área; nas inspeções de completude e acurácias temática e temporal, os apontamentos podem ser pontuais; nas inspeções de acurácia posicional absoluta planimétrica, a classe de ocorrência pode ser representada pela geometria do tipo linha, retratando a discrepância planimétrica medida e representada como ponto, mostrando a discrepância altimétrica.

A Figura 19 ilustra a representação das classes de ocorrência dos elementos de qualidade descritos no Quadro 2 do presente documento. Os apontamentos, em sua maioria, são pontuais. Entretanto, podem ser apenas textuais, como nas inspeções de consistências conceitual, de domínio e de formato; podem possuir mais de uma geometria (ponto, linha e área), como na representação das anomalias topológicas; ou, ainda, auxiliarem no cálculo das discrepâncias planimétricas (linha) ou altimétricas (ponto) nas inspeções de acurácia posicional absoluta.

Figura 19 - Classes de ocorrência utilizadas nas inspeções de qualidade

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

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

Os atributos essenciais das classes de ocorrência são: o código do elemento de qualidade (conforme mostrado no 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 de modo a 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

A Norma ISO 19157:2013 orienta sobre a elaboração de relatórios de qualidade independentes 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.

O relatório de qualidade não só sintetiza as inspeções de qualidade, como facilita o seu entendimento e possibilita a tomada de ações de melhoria, tanto do produto, quanto do processo de produção cartográfica. Ele retrata aspectos bons e/ou ruins do conjunto de dados inspecionado, indicando sua aprovação ou reprovação, segundo níveis de conformidade desejados. Por meio da análise do relatório de qualidade, é possível indicar melhorias de qualidade – do produto, do processo de produção, da equipe, do(s) insumo(s), do(s) *hardware(s)*, do(s) *software(s)* – assim como identificar novas medidas de qualidade a serem executadas.

O relatório deve conter o escopo da avaliação de qualidade, a síntese das inspeções de qualidade e seus resultados. Recomenda-se que os casos mais relevantes, recorrentes e/ou específicos, identificados durante a execução das inspeções de qualidade, sejam destacados e acrescentados ao relatório de qualidade para facilitar a tomada de decisões e ações de melhoria.

A estrutura do relatório de qualidade consiste das seguintes partes: título; resumo; introdução; quantitativo de ocorrências identificadas; avaliação da inspeção de qualidade; orientações e ações; considerações gerais; e apêndices com exemplos da inspeção de qualidade. Essa estrutura visa apresentar um relato sucinto, objetivo e padronizado, no qual 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, 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:

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 (COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA, 2011, p. 10).

Portanto, é no metadado do produto que são informados os resultados obtidos para os elementos de qualidade, em relação às medidas de qualidade aplicadas.

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 19115:2003⁷. Outras importantes Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) também utilizam perfis de metadados baseados nessa norma, como o Infrastructure for Spatial Information in Europe - INSPIRE (Europa), o Natural Resources Canada - NRCAN (Canadá) e o National Spatial Data Infrastructure - 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.

⁷ O Perfil MGB (CONCAR, 2009) foi baseado na Norma ISO 19114:2003 e não reflete as atualizações da Norma ISO 19115:2014.

Figura 20 - Perfil MGB



Fonte: COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (Brasil). *Perfil de metadados geoespaciais do Brasil (Perfil MGB)*. 2. ed. Brasília, DF: CONCAR, 2011. Versão homologada em novembro de 2009. Disponível em: http://www.concar.gov.br/pdf/111@Perfil_MGB_homologado_nov2009_v1.pdf. Acesso em: jul. 2019.

O documento prevê 10 elementos para a descrição da qualidade, assim distribuídos: nível hierárquico; linhagem (declaração, fonte de dados, denominador da escala e etapas do processo); e relatório (completude, consistência lógica, acurácia posicional, acurácia temporal e acurácia temática). Ressalta-se que o elemento de qualidade usabilidade, previsto na ISO 19157:2013, não foi abrangido pelo Perfil MGB (versão de 2011).

O elemento nível hierárquico (*data quality scope*), no contexto de qualidade, informa o âmbito da aplicação da avaliação de qualidade 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.

O elemento linhagem relata a qualidade do conjunto de dados geoespaciais. É obrigatório, no elemento declaração, elaborar uma descrição geral do histórico de produção do dado. Opcionalmente, é possível relacionar os insumos utilizados em fonte de dados e descrever, nas etapas do processo, a metodologia e processamentos realizados na produção do dado.

No elemento relatório, quando forem realizadas avaliações de qualidade, são apresentados os resultados da inspeção obtidos por meio das medidas de qualidade. Para cada um dos elementos de qualidade, é previsto informação dos seguintes itens nos metadados: identificação da medida, nome da medida, descrição da medida, tipo de método de avaliação, procedimento de avaliação, data e hora da medição, e resultado da medição. O resultado da medição é o único elemento obrigatório. Esta estrutura está presente nos componentes básicos para descrição das medidas de qualidade, conforme descrito nos Apêndices desta publicação.

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, complementado com as demais normas e especificações técnicas da Cartografia nacional, auxilie a sociedade 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 conhecerem sua incerteza e sua aplicabilidade no respectivo universo de discussão.

A elaboração de medidas de qualidade deve ser realizada junto com órgãos produtores de informação geoespacial para a construção de um catálogo 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 à acurácia posicional

absoluta. Entretanto, para os demais elementos de qualidade, recomenda-se a adoção dos níveis de conformidade presentes na Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-CQDG). Os níveis de conformidade das medidas de qualidade devem atender tanto as expectativas do produtor, quanto as demandas dos usuários. Dessa forma, recomenda-se que eles sejam descritos nas especificações técnicas do produto, bem como nos requerimentos do usuário.

As classes de ocorrências utilizadas durante as inspeções de qualidade facilitam a apresentação dos resultados de cada avaliação de qualidade. O seu uso permite avaliações individualizadas de cada apontamento sobre o conjunto de dados, auxilia a contagem e a mensuração do elemento de qualidade avaliado, permitindo, ainda, a localização de cada apontamento, assim como, sua posterior correção e/ou adequação.

Recomenda-se o preenchimento dos metadados de qualidade, segundo as normas da série ISO 19115 e o 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 das medidas de qualidade podem ser utilizados no preenchimento dos elementos de qualidade, auxiliando 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, ou mesmo durante o processo de produção cartográfica, indicando ações de melhoria antes da entrega do produto cartográfico final.

A expectativa futura é a ampliação do catálogo de medidas de qualidade, conforme a norma ISO 19157:2013 e a ET-CQDG. Além disso, planeja-se publicar os procedimentos de avaliação de qualidade para cada tipo de produto geocientífico.

Referências

ARAÚJO, V. O. H. de. *Usabilidade de geoportais: o caso do visualizador da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)*. 2016. 171 p. 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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5426: planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos*. Rio de Janeiro: ABNT, 1985b. 63 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *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. Universidade Federal de Santa Catarina - 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*: seção 1, Brasília, DF, ano 122, n. 120, p. 8884-8886, 22 jun. 1984. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm. Acesso em: jul. 2019.

BRASIL. Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. *Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG)*. Brasília, DF, 2016. [94] p. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acesso em: jul. 2019.

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: jul. 2019.

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: jul. 2019.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (Brasil). *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: jul. 2019.

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: jul. 2019.

DEVILLERS, R.; JEANSOULIN, R. (ed.). *Fundamentals of spatial data quality*. London: ISTE, 2006. 309 p. (Geographical information systems series).

FERREIRA, D. F. *Estatística básica*. 2. ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2009. 664 p.

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: jul. 2019.

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.

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.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *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.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *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.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 19113:2002*: geographic information: quality principles. Geneva: ISO, 2002. 36 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 19114:2003*: geographic information: quality evaluation procedures. Geneva: ISO, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *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: Nivaldo Montingelli Jr. 3. ed. São Paulo: Pioneira, c1997. 551 p. (Novos umbrais). Título original: Juran on quality by design: the new steps for planning quality Into goods and services.

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

LONGLEY, P. A. *et al. Sistemas e ciência da informação geográfica*. Tradução: André Scheinder *et al.* 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p. Título original: Geographic information systems and science.

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

NOÇÕES básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 130 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: <https://>

biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=282505. Acesso em: jul. 2019.

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: Vienna University of Technology, Department for Geoinformation and Cartography, 2004. v. 1, p. 49-66. Disponível em: <https://hal.inria.fr/inria-00000447/document>. Acesso em: jul. 2019.

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 em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Unesp, Presidente Prudente, 2013. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88556/nogueirajunior_jb_me_prud.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: jul. 2019.

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

RODRÍGUEZ PASCUAL, A. F. *Normas de calidad: ISO 19113/ISO 19114*. [S. l.: s. n.], 2012.

RUMBAUGH, J. *et al. Modelagem e projetos baseados em objetos*. Tradução: Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 652 p. Título original: Object-oriented modeling and design.

SALGÉ, F. Semantic accuracy. *In: GUPTILL, S. C.; MORRISON, J. L. (ed.). Elements of spatial data quality*. 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 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: jul. 2019.

SERVIGNE, S.; LESAGE, N.; LIBOUREL, T. Quality components, standards and metadata. *In: DEVILLERS, R.; JEANSOULIN, R. (ed.). Fundamentals of spatial data quality*. London: ISTE, 2006. p. 179-210. (Geographical information systems).

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. *Geoestatística: conceitos e aplicações*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 215 p.

Apêndices

A utilização de medidas de qualidade padronizadas possibilita a comparabilidade entre diferentes produtos cartográficos.

Os apêndices apresentados nesta seção fornecem uma lista de medidas utilizadas nas inspeções de qualidade de produtos cartográficos do IBGE, sintetizadas no Quadro 1, a seguir. Recomenda-se, complementarmente, a leitura e o uso das medidas presentes na norma ISO 19157:2013 e na Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-CQDG).

O âmbito da inspeção de qualidade (escopo), o método de avaliação (completo ou amostral) e os níveis de conformidade desejados estão presentes na descrição de cada medida de qualidade. Ao final de cada uma delas, é apresentado um exemplo prático de avaliação da qualidade de um conjunto de dados geoespaciais.

Quadro 1 - Lista de medidas de qualidade

(continua)

Categoria	Elemento de qualidade	Identificador da medida	Nome da medida	Medida básica	Definição da medida	Tipo de valor
Lógica	Consistência de formato	ISO 19157:ID119 CQDG:206	Conflito de estrutura física	Indicador de erro	Indica que itens armazenados estão em conflito com a estrutura física do conjunto de dados	Booleano
	Consistência conceitual	ISO19157:ID9 CQDG:201	Conformidade com o modelo de dados	Indicador de acerto	Indica que o produto está em conformidade com o modelo de dados vigente	Booleano
	Consistência de domínio	ISO19157:ID14	Valores de domínios conformes	Indicador de acerto	Indica se os itens estão conformes os valores de domínios estabelecidos para o conjunto de dados	Booleano
	Consistência topológica	IBGE:241	Validação topológica na mesma classe (geometria)	Contagem de erro	Número total de inconsistências topológicas de geometria identificadas no produto cartográfico na estrutura vetorial	Inteiro
	Consistência topológica	IBGE:242	Validação topológica na mesma classe (conectividade)	Contagem de erro	Número total de inconsistências topológicas de conectividade identificadas no produto cartográfico na estrutura vetorial	Inteiro
	Consistência topológica	IBGE:243	Validação topológica entre classes	Indicador de acerto	Indica se os relacionamentos espaciais de conectividade entre classes de feições geográficas estão de acordo com as especificações técnicas do modelo de dados vigente para o conjunto de dados avaliado	Booleano
	Consistência topológica	IBGE:244	Validações topológicas específicas	Indicador de acerto	Indica se as características desejáveis de aquisição de determinadas feições geográficas foram atendidas no conjunto de dados	Booleano
Compleitude	Omissão e comissão	IBGE:101	Taxa de omissão e comissão	Taxa de erro	Indica o percentual de itens (feições geográficas) em excesso e/ou ausentes no conjunto de dados, em relação a quantidade de elementos identificados na realidade, segundo a especificação técnica do produto. Recomenda-se que a inspeção de qualidade seja realizada por categoria de informação. Na inspeção de completude, orientada por área, tanto os casos de omissão, quanto comissão devem ser computados nas unidades de amostragem (áreas de inspeção). drenagem e massa de água. Na inspeção de completude, orientada por área, tanto os casos de omissão, quanto comissão devem ser computados nas unidades de amostragem (áreas de inspeção)	Real
	Omissão e comissão	IBGE:102	Quantidade de omissão e comissão	Indicador de acerto	Indica se o número de itens (feições geográficas) que estão em excesso e/ou ausentes no conjunto de dados estão em conformidade com as especificações técnicas do produto geoespacial	Booleano
	Omissão e comissão	IBGE:103	Compleitude das classes de feições geográficas e categorias de informação	Contagem de acerto	Indica o número total de classes de feições geográficas e categorias de informação, presentes no conjunto de dados, em conformidade com as especificações técnicas do produto geoespacial. do produto geoespacial.	Inteiro
Acurácias	Correção dos atributos não quantitativos	IBGE:421	Aferição de nomes geográficos	Indicador de acerto	Indica se os nomes geográficos representados no conjunto de dados estão divergentes da realidade de campo, segundo um nível de conformidade desejado. A comparação deve ser feita por meio do mapeamento existente e/ou dados de reambulação.mapeamento existe e/ou dados de reambulação	Booleano

Quadro 1 - Lista de medidas de qualidade

(conclusão)

Cate- goria	Elemento de qualidade	Identificador da medida	Nome da medida	Medida básica	Definição da medida	Tipo de valor
Acurácias	Correção da classificação	IBGE:412	Aferição da correta classificação	Indicador de acerto	Indica se as feições geográficas presentes no conjunto de dados encontram-se consistentes com a realidade de campo. A comparação deve ser feita por meio do mapeamento existente, dados de reambulação e dados administrativos de órgãos responsáveis. comparação deve ser feita por meio do mapeamento existe, dados de reambulação e dados administrativos de órgãos responsáveis.	Booleano
	Acurácia posicional absoluta	IBGE:311	Acurácia posicional absoluta planimétrica de um produto cartográfico	-	Indica o erro médio quadrático (EMQ) relativo a acurácia posicional absoluta do conjunto de dados, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), conforme Decreto Lei 89.817 de 20 de junho de 1984, de acordo com a escala nominal do produto cartográfico avaliado. 89.817 de 20 de junho de 1984, de acordo com a escala nominal do produto cartográfico avaliado	Real
	Acurácia posicional dos dados em grade	IBGE:332	Acurácia posicional planimétrica de imagens do território	-	Indica o erro médio quadrático (EMQ) relativo a acurácia posicional absoluta do conjunto de dados, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), conforme Decreto Lei 89.817 de 20 de junho de 1984, de acordo com a escala nominal do produto cartográfico avaliado. 89.817 de 20 de junho de 1984, de acordo com a escala nominal do produto cartográfico avaliado	Real
	Acurácia posicional relativa	IBGE: 321	Acurácia posicional relativa de feições geográficas	Indicador de acerto	Indica se as discrepâncias planimétricas das feições geográficas, representadas no conjunto de dados em relação a sua localização no insumo de origem, são superiores ao Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) "Classe A" para a escala nominal do produto cartográfico avaliado, conforme Decreto Lei 89.817 de 20 de junho de 1984, segundo um nível de conformidade desejado. Cartográfico (PEC) "Classe A", conforme Decreto Lei 89.817 de 20 de junho de 1984, da escala nominal do produto cartográfico avaliado.	Booleano
	Acurácia de uma medida temporal	IBGE:511	Acurácia temporal da malha municipal	Indicador de acerto	Indica se o conjunto de dados está compatível com a malha municipal vigente	Booleano
Usabilidade	Elemento usabilidade	IBGE:601	Comparação de nomes geográficos entre produtos geoespaciais	Indicador de acerto	Indica se as feições representadas em diferentes produtos geoespaciais estão com os nomes geográficos compatíveis, segundo um determinado nível de conformidade	Booleano
	Elemento usabilidade	IBGE:602	Interpretabilidade de imagens do território	Indicador de acerto	Indica se a imagem do território é adequada para a interpretação e aquisição de dados geoespaciais para produtos cartográficos	Booleano

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

Apêndice 1 - Medidas de qualidade de consistência lógica

Inspeção de consistência de formato

O objetivo desta medida de qualidade é indicar os erros na estrutura física de armazenamento do conjunto de dados geoespaciais, em termos de formato do arquivo, e, caso existam, identificar as incompatibilidades na codificação de caracteres e/ou nos referenciais geodésico e cartográfico presentes nas especificações técnicas do produto geoespacial. Esta medida de qualidade é similar à presente na ISO 19157:2013 e na Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-CQDG).

Identificador: ISO 19157:ID119 / CQDG:206

Nome da medida de qualidade: conflito de estrutura física

Nome alternativo: -

Elemento de qualidade: consistência de formato

Medida básica: indicador de erro

Definição: indica que itens armazenados estão em conflito com a estrutura física do conjunto de dados.

Descrição: deve ser verificado se o conjunto de dados está armazenado no formato especificado e pode ser lido. Além disso, caso especificados, devem ser verificados a codificação de caracteres e os referenciais geodésico e cartográfico.

Todo o conjunto de dados geoespaciais deve ser avaliado. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Em caso de não conformidade, todo o conjunto de dados receberá a ocorrência de código 21 (consistência de formato). O nível de conformidade desejado é zero inconsistência no formato dos dados. Ressalta-se que, caso o conjunto de dados seja exportado para um novo formato, esta avaliação de qualidade deve ser reaplicada para sua aprovação ou reprovação.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): verdadeiro (o conjunto de dados está armazenado em *shapefile*, entretanto a codificação de caracteres é System, ao invés de UTF-8).

Inspeção de consistência conceitual

O objetivo desta medida de qualidade é indicar se o conjunto de dados geoespaciais está em conformidade com o modelo de dados vigente. Esta medida de qualidade é similar à presente na ISO 19157:2013 e na ET-CQDG.

Identificador: ISO 19157:ID9 / CQDG:201

Nome da medida de qualidade: conformidade com o modelo de dados

Nome alternativo: -

Elemento de qualidade: consistência conceitual

Medida básica: indicador de acerto

Definição: indica que o produto está em conformidade com o modelo de dados vigente.

Descrição: toda classe presente no conjunto de dados geoespaciais é comparada com a correspondente no modelo de dados vigente. Os seguintes critérios devem ser obedecidos:

- A classe deve possuir um correspondente no modelo de dados desejado;
- Os atributos de cada classe presente no conjunto de dados devem existir no modelo de dados, inclusive o(s) atributo(s) de geometria; e
- O tipo de dado em cada atributo deve ser compatível com o modelo de dados.

Todas as categorias de informação, bem como suas respectivas classes e atributos devem ser avaliados. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Caso exista algum erro, o resultado da medida é falso, indicando a não conformidade com o modelo de dados.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): verdadeiro (o conjunto de dados está conforme a ET-EDGV vigente).

Inspeção de consistência de domínio

O objetivo desta medida de qualidade é indicar se o conjunto de dados geoespaciais está em conformidade com os valores de domínio definidos no modelo de dados vigente. Esta medida de qualidade é similar à presente na ISO 19157:2013.

Identificador: ISO19157:ID14

Nome da medida de qualidade: valores de domínios conformes

Nome alternativo: -

Elemento de qualidade: consistência de domínio

Medida básica: indicador de acerto

Definição: indica se os itens estão em conformidade com os valores de domínios estabelecidos para o conjunto de dados.

Descrição: todas as classes que possuem atributos com valores de domínios definidos no modelo de dados devem ser avaliadas. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Caso exista algum erro, o resultado da medida é falso, indicando a não conformidade dos valores de domínio com os presentes no modelo de dados.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): verdadeiro (os domínios presentes no conjunto de dados estão conformes a sua especificação técnica).

Inspeção de consistência topológica

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes às validações topológica, de geometria e conectividade aplicadas a conjuntos de dados vetoriais.

Validação topológica na mesma classe (geometria)

O objetivo desta medida de qualidade é identificar e quantificar, caso ocorram, anomalias de geometria presentes num conjunto de dados vetoriais. Esta medida de qualidade é mais abrangente e específica do que as presentes na ISO 19157:2013 e na ET-CQDG.

Identificador: IBGE:241

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

Nome alternativo: validação topológica de geometria

Elemento de qualidade: consistência topológica

Medida básica: contagem de erro

Definição: número total de inconsistências topológicas de geometria identificadas no produto cartográfico na estrutura vetorial

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

Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais devem ser avaliadas em relação à validação topológica de geometria. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 24 (código de qualidade) e o tipo de anomalia descrita em cada ocorrência topológica. O nível de conformidade desejado é 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.

O Quadro 2, a seguir, mostra as anomalias de geometria a serem observadas nas validações topológicas de produtos cartográficos na estrutura vetorial¹.

Quadro 2 - Validação topológica na mesma classe: anomalias de geometria

Anomalia	Descrição	Correção
Geometria vazia (<i>Empty geometry</i>)	Feições com a geometria nula ou vazias.	Automática
Geometria desconhecida (<i>Unknown geometry</i>)	Feições cuja geometria não é reconhecida no ambiente SIG.	
Geometria inválida (<i>Invalid geometry</i>)	O tipo de geometria não corresponde a geometria vetorizada.	
Poucos vértices (<i>Too few vertices</i>)	O tipo de geometria possui poucos vértices para representar sua geometria primitiva (ponto, linha ou área).	Automática
Buracos não contidos (<i>Uncontained holes</i>)	Área de feição com limites internos, buracos, que não estão contidos total ou parcialmente dentro do limite externo.	Manual
Áreas não fechadas (<i>Unclosed areas</i>)	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 (<i>Overlapping holes</i>)	Área de feição com limites internos, buracos, se sobrepõem um ao outro.	Manual
Linhas com comprimento zero (<i>Zero-length lines</i>)	Comprimento de feição que não possui nenhuma extensão, isto é, os vértices estão sobre um mesmo ponto.	Automática
Áreas com cobertura zero (<i>Zero-coverage areas</i>)	Cobertura de feição que não possui nenhuma área, isto é, os vértices são todos colineares.	Automática
Coordenadas inválidas (<i>Invalid coordinates</i>)	Feições cujo um valor de coordenadas (X, Y ou Z) é superior a um determinado valor absoluto.	
Laço em área (<i>Area loop</i>)	Áreas de feição com um laço em qualquer um dos limites exteriores ou interiores.	Automática
Pontos (vértices) duplicados (<i>Kickback/ Duplicate point</i>)	Área de feição ou feição linear cuja geometria possui pontos duplicados num mesmo vértice.	Automática
Componente de geometria inválido (<i>Invalid geometry component</i>)	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 (<i>Kink / Spike</i>)	Feições lineares ou área onde há divergência repentina na vetorização dos vértices.	Automática
Laço em linha (<i>Loop in line</i>)	Feições lineares cuja geometria cria um laço e a área é maior do que uma determinada tolerância especificada.	Automática
Vetor curto (<i>Short vector</i>)	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 (<i>Null geometry</i>)	Feições com geometria nula.	Automática
Componente de geometria desnecessário (<i>Superfluous geometry component</i>)	Feições onde a geometria contém um componente que não é necessária para descrever a sua propriedade geométrica.	Automática
Geometria fragmentada (<i>Fragmented geometry</i>)	Feições onde o tipo de geometria é uma coleção e as partes desta feição não precisam ser contíguas.	Automática / Manual
Feição duplicada (<i>Duplicate feature</i>)	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.

¹ As correções automáticas e manuais das anomalias de geometria não demandam uma ordem de execução, pois são independentes. A ordem de correção não compromete a integridade lógica do conjunto de dados.

Parâmetro: -

Tipo de valor: número inteiro

Estrutura de valor: tabela

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): o conjunto de dados não está em conformidade com a validação topológica de geometria, conforme mostra o resultado presente na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de anomalias de geometria

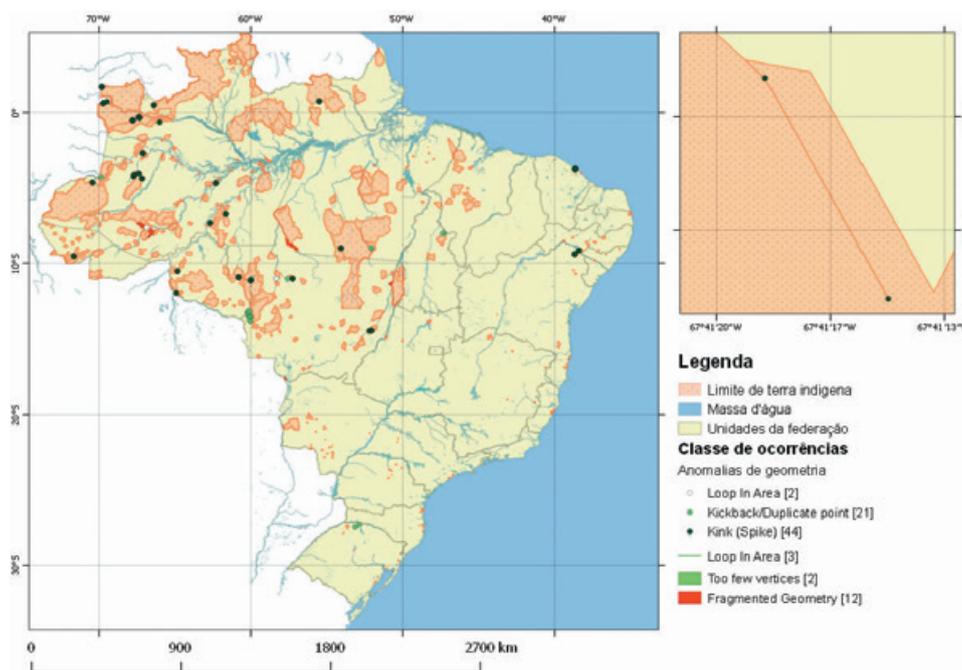
Anomalias de geometria	Quantidade
Total	420
<i>Fragmented Geometry</i>	12
<i>Kickback/Duplicate point</i>	348
<i>Kink (Spike)</i>	30
<i>Loop In Area</i>	11
<i>Zero Coverage Area</i>	11
<i>Zero Length Line</i>	8

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

Exemplo prático de inspeção de qualidade

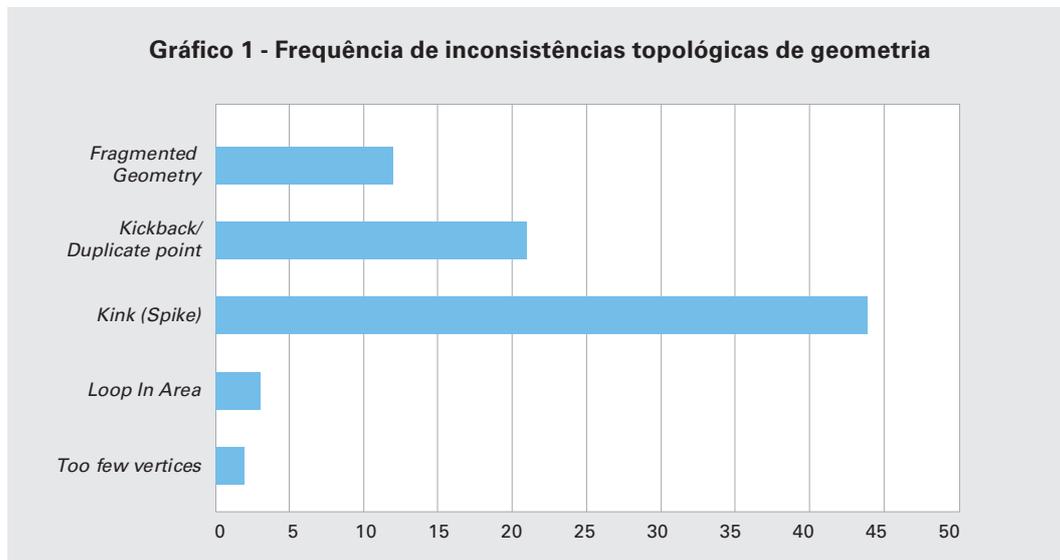
Na inspeção da BC250, foram identificadas anomalias de geometria, conforme mostra a Figura 1, referentes a inconsistências detectadas na classe de feições geográficas de terras indígenas. As anomalias identificadas são, em sua maioria, passíveis de correção automática.

Figura 1 - Inspeção de consistência topológica de geometria na classe de terras indígenas



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

O Gráfico 1 mostra a frequência de inconsistências topológicas de geometria, detectadas na BC250, agrupadas pelo tipo de anomalia.



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

As inconsistências topológicas identificadas, tanto passíveis de correção manual, quanto automática, devem ser apontadas na classe de ocorrência. O tipo de anomalia deve ser citado no campo detalhamento da inconsistência, e o código 24 (código de qualidade) deve ser utilizado.

Validação topológica na mesma classe (conectividade)

O objetivo desta medida de qualidade é identificar e quantificar, caso ocorram, anomalias de conectividade presentes num conjunto de dados vetoriais. Esta medida de qualidade é mais abrangente e específica do que as presentes na ISO 19157:2013 e na ET-CQDG.

Identificador: IBGE:242

Nome: validação topológica na mesma classe (conectividade)

Nome alternativo: validação topológica de conectividade

Elemento de qualidade: consistência topológica

Medida básica: contagem de erro

Definição: número total de inconsistências topológicas de conectividade identificadas no produto cartográfico na estrutura vetorial

Descrição: 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.

Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais devem ser avaliadas em relação à validação topológica de conectividade. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 24 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é 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.

O Quadro 3 mostra as anomalias de conectividade a serem observadas na validação topológica de bases cartográficas contínuas².

Quadro 3 - Validação topológica na mesma classe: anomalias de conectividade

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

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

² No caso das anomalias de conectividade, primeiro devem ser corrigidas as anomalias passíveis de correção “manual”, que demandam intervenções de um operador. Em seguida, devem ser analisadas as anomalias passíveis de correção “manual/automática”, pois demandam uma análise e, se for o caso, a correção manual de algumas situações antes da execução das correções automáticas. Finalmente, as anomalias passíveis de correção “automática” podem ser corrigidas, lembrando que o ambiente SIG poderá não corrigir todas as anomalias de forma automática, demandando a intervenção manual de um operador.

Parâmetro: -

Tipo de valor: número inteiro

Estrutura de valor: tabela

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): o conjunto de dados não está em conformidade com a validação topológica de conectividade, conforme mostra o resultado presente na Tabela 2.

Tabela 2 - Quantidade de anomalias de conectividade

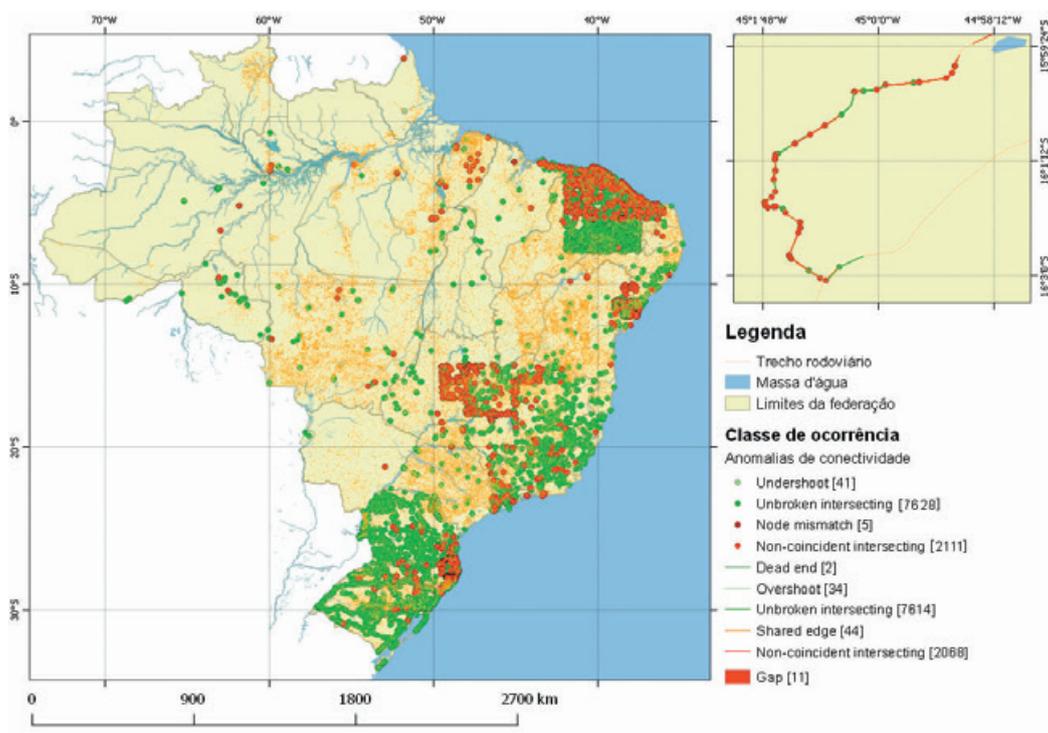
Anomalias de conectividade	Quantidade
Total	1 469
<i>Non-coincident intersecting</i>	268
<i>Unbroken intersecting</i>	1 200
<i>Shared face</i>	1

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

Exemplo de inspeção de qualidade

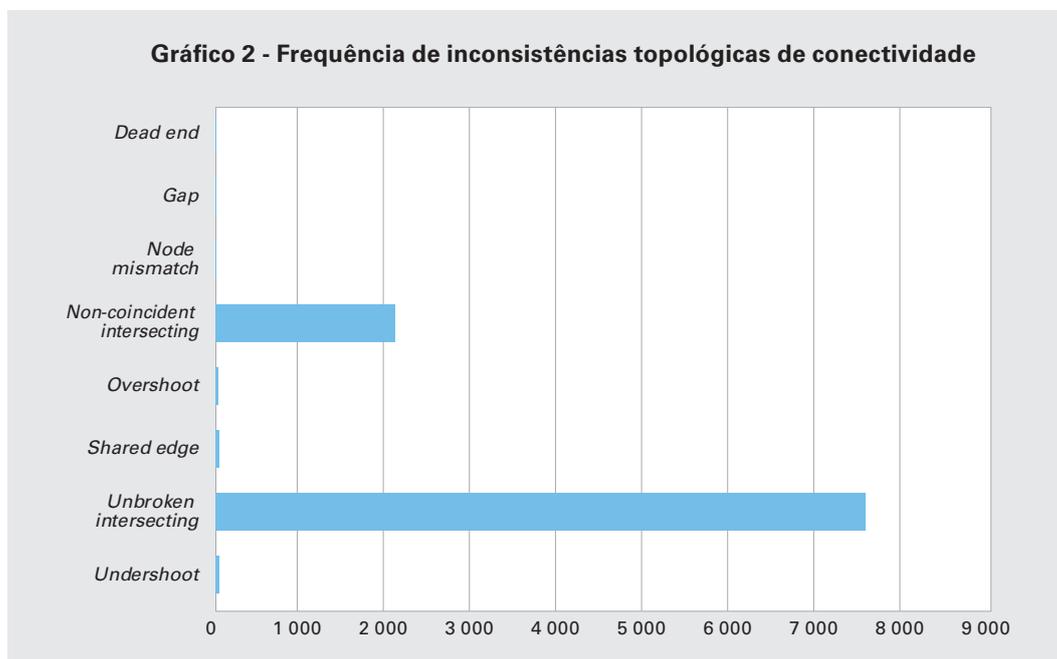
Na inspeção da BC250, foram identificadas anomalias de conectividade, conforme mostra a Figura 2, referentes a inconsistências detectadas na classe trecho rodoviário. A maioria das anomalias se refere a anomalias passíveis de correção automática, sendo coerentes com a etapa do processo de produção. Entretanto, os casos que demandam correção manual, como o *Shared edge*, devem ser corrigidos primeiro, pois podem comprometer a integridade lógica dos dados se corrigidos sem a devida cautela.

Figura 2 - Inspeção de consistência topológica de conectividade na classe trecho rodoviário



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

O Gráfico 2 mostra a frequência de inconsistências topológicas de conectividade detectadas na classe trecho rodoviário da BC250, agrupadas pelo tipo de anomalia.



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

As inconsistências topológicas identificadas, tanto passíveis de correção manual, quanto automática, devem ser apontadas na classe de ocorrência. O tipo de anomalia deve ser citado no campo detalhamento da inconsistência, e o código 24 (código de qualidade) deve ser utilizado.

Validação topológica entre classes (conectividade)

O objetivo desta medida de qualidade é identificar, caso ocorram, problemas de relacionamento espacial (conectividade), previstos no modelo de dados vigente, entre classes de feições geográficas presentes num conjunto de dados vetoriais.

Identificador: IBGE:243

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

Nome alternativo: validação topológica entre classes

Elemento de qualidade: consistência topológica

Medida básica: indicador de acerto

Definição: indica se os relacionamentos espaciais de conectividade entre classes de feições geográficas estão de acordo com as especificações técnicas do modelo de dados vigente para o conjunto de dados avaliado.

Descrição: a inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente 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.

Todos os relacionamentos entre as classes de feições do conjunto de dados espaciais, previstos no modelo de dados vigente, devem ser avaliados. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 24 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é 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.

Os tipos de relacionamentos avaliados são listados no Quadro 4.

Quadro 4 - Tipos de relacionamentos espaciais entre classes

Relacionamento
Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)
Deve estar dentro (<i>Must Be Inside</i>)
Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)
Deve estar dentro (<i>Must Be Inside</i>)
Deve estar coberto por ponto final de (<i>Must Be Covered By Endpoint Of</i>)
Deve conter (<i>Must contain</i>)
Deve tocar (<i>Must touch</i>)

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

Os Quadros 5, 6, e 7 descrevem os relacionamentos espaciais entre classes, agrupadas por categorias de informação, a serem observadas nas bases cartográficas, segundo o modelo de dados vigente.

Quadro 5 - Relacionamento espacial entre classes de hidrografia

Classe A	Relacionamento	Classe B
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)
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)	Deve estar coberto por (não tem hole) (Must Be Covered By)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Barragem (HID_Barragem_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Recife (HID_Recife_L)	Deve estar dentro (Must Be Inside)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Oceano)
Recife (HID_Recife_A)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Oceano)
Canal (HID_Canal_L)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Corredeira (HID_Corredeira_P)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Corredeira (HID_Corredeira_L)	Deve estar dentro – Deve tocar a borda do polígono (Must Be Inside)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Rio)
Corredeira (HID_Corredeira_A)	Deve estar coberto por (pode ter as bordas coincidentes) (Must Be Covered By)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Rio)
Queda D'água (HID_Queda_Dagua_P)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Queda D'água (HID_Queda_Dagua_L)	Deve estar dentro – Deve tocar a borda do polígono (Must Be Inside)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Rio)
Rocha em Água (HID_Rocha_Em_Agua_A)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua)
Sumidouro e 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)
Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Rio)	Deve conter (Must contain)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Terreno Sujeito à Inundação (HID_Terreno_Sujeito_Inundacao_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)

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

Quadro 6 - Relacionamento espacial entre classes de transporte

Classe A	Relacionamento	Classe B
Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Ponte (TRA_Ponte_P: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Ponte (TRA_Ponte_P: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Ponte (TRA_Ponte_L: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Ponte (TRA_Ponte_L: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Travessia (TRA_Travessia_P)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Travessia (TRA_Travessia_L)	Deve tocar (<i>Must touch</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Travessia (TRA_Travessia_L)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Passagem Elevada ou Viaduto (TRA_Passagem_Elevada_Viaduto_ P: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Passagem Elevada ou Viaduto (TRA_Passagem_Elevada_Viaduto_ P: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Passagem Elevada ou Viaduto (TRA_Passagem_Elevada_Viaduto_ L: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Passagem Elevada ou Viaduto (TRA_Passagem_Elevada_Viaduto_ L: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Túnel (TRA_Tunel_P: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Túnel (TRA_Tunel_P: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Túnel (TRA_Tunel_L: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Túnel (TRA_Tunel_L: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Passagem de Nível (TRA_Passagem_Nivel_P)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Passagem de Nível (TRA_Passagem_Nivel_P)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)

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

Quadro 7 - Relacionamento espacial entre classes de transporte, hidrografia, localidade e relevo

Classe A	Relacionamento	Classe B
Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Trecho Hidroviário (TRA_Trecho_Hidroviario_L)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Ponte (TRA_Ponte_P)	Ponto deve estar coberto por Linha (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Ponte (TRA_Ponte_P)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Ponte (TRA_Ponte_L)	Deve estar dentro – Deve tocar a borda do polígono (<i>Must Be Inside</i>)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Travessia (TRA_Travessia_P)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Travessia (TRA_Travessia_L)	Deve estar dentro – Deve tocar a borda do polígono (<i>Must Be Inside</i>)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Área Densamente Edificada (LOC_Area_Densamente_Edificada_A)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Curva de nível (REL_Curva_Nivel_L)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Massa d'água (HID_Massa_Dagua_A)
Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Oceano)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Unidade da Federação (LIM_Unidade_Federacao_A)

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

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

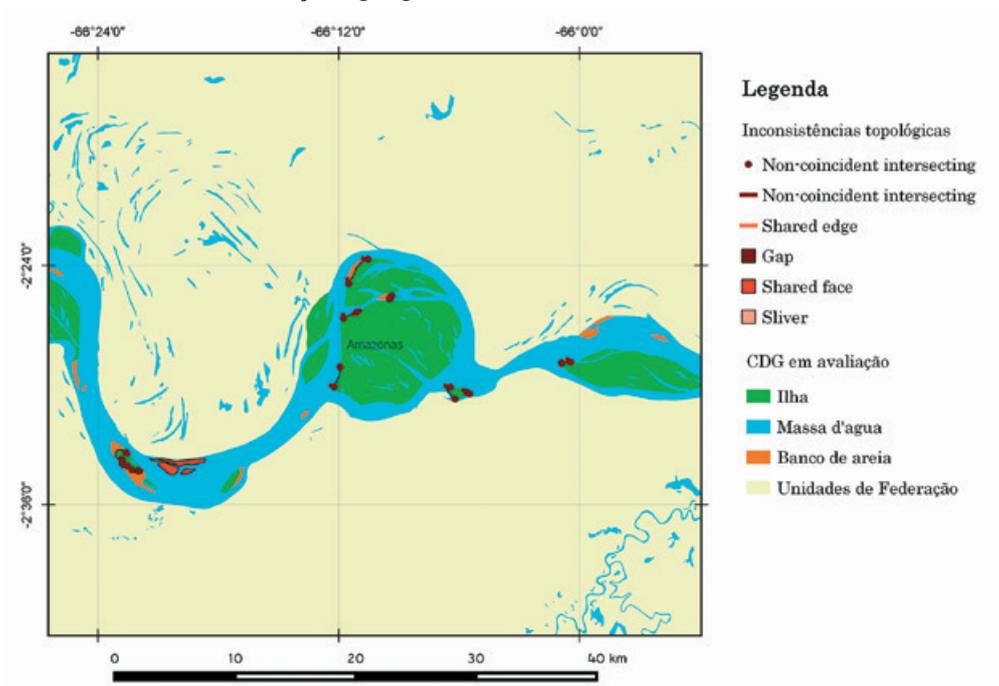
Referência da medida: -

Exemplo (resultado): falso (o conjunto de dados apresentou inconsistências nos relacionamentos espaciais entre classes de feições previstos no modelo de dados vigente).

Exemplo de inspeção de qualidade

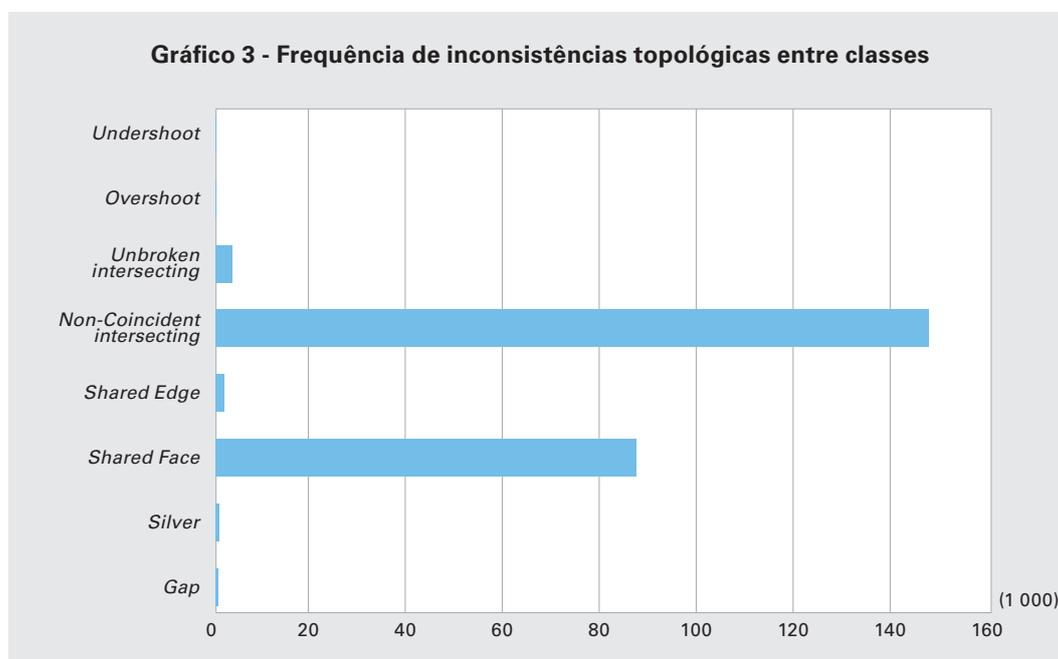
Na inspeção da BC250, foram identificadas anomalias entre classes de conectividade, conforme mostra a Figura 3, referentes a inconsistências detectadas entre as classes de feições geográficas banco de areia e ilha. A maioria das anomalias entre classes demanda a correção manual e deve ser corrigida de acordo com os relacionamentos espaciais previstos no modelo de dados vigente.

Figura 3 - Inspeção de consistência topológica entre as feições geográficas de ilha e banco de areia



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

No caso, as anomalias com ocorrência, conforme listadas no Gráfico 3, podem estar correlacionadas. Dessa forma, a correção de uma acarreta a correção de outra anomalia.



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

As inconsistências topológicas identificadas, tanto passíveis de correção manual, quanto automática, devem ser apontadas na classe de ocorrência. O tipo de anomalia deve ser citado no campo detalhamento da inconsistência, e o código 24 (código de qualidade) deve ser utilizado.

Validações topológicas específicas

O objetivo desta medida de qualidade é identificar, caso ocorram, problemas de vetorização de feições geográficas e/ou no preenchimento de seus atributos, segundo orientações de aquisição de dados espaciais vigentes, presentes num conjunto de dados vetoriais.

Identificador: IBGE:244

Nome da medida de qualidade: validações topológicas específicas

Nome alternativo: validação específica

Elemento de qualidade: consistência topológica

Medida básica: indicador de acerto

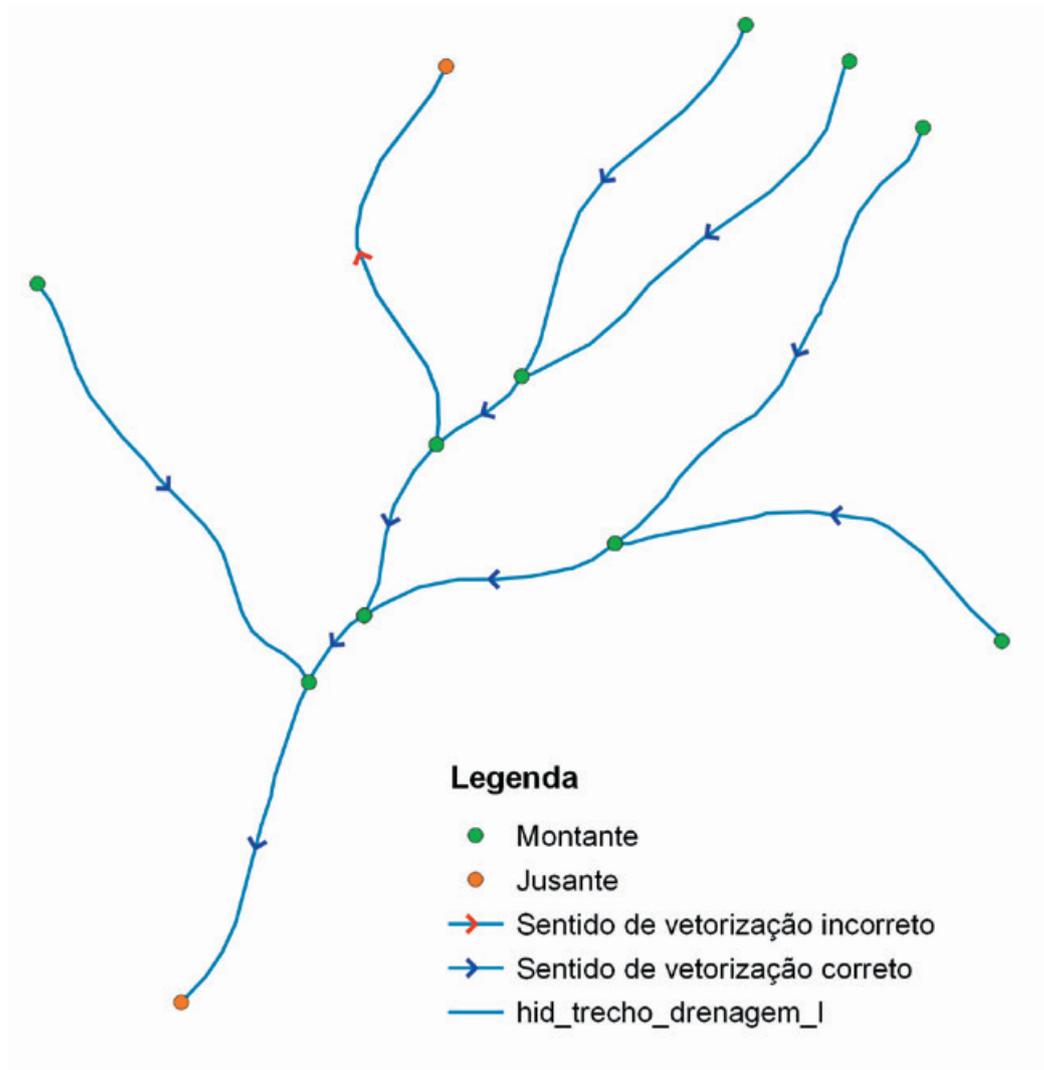
Definição da medida de qualidade: indica se as características desejáveis de aquisição de determinadas feições geográficas foram atendidas no conjunto de dados.

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 detectadas. Todas as feições geográficas com características específicas de aquisição devem ser avaliadas. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção amostral orientado por área. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 24 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é o Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4%, segundo um plano de amostragem orientado por área. Uma área de inspeção é considerada reprovada quando contém pelo menos uma ocorrência de validação topológica específica detectada durante a inspeção de qualidade.

As validações topológicas específicas descritas, a seguir, devem ser realizadas separadamente:

- O sentido de vetorização das feições geográficas de trecho de drenagem deve ser da montante (ponto mais alto) para a jusante (ponto mais baixo), conforme ilustra a Figura 4. Nos casos onde ocorrer a ligação de fluxos, deve prevalecer o sentido de vetorização do fluxo de água da maior bacia hidrográfica.

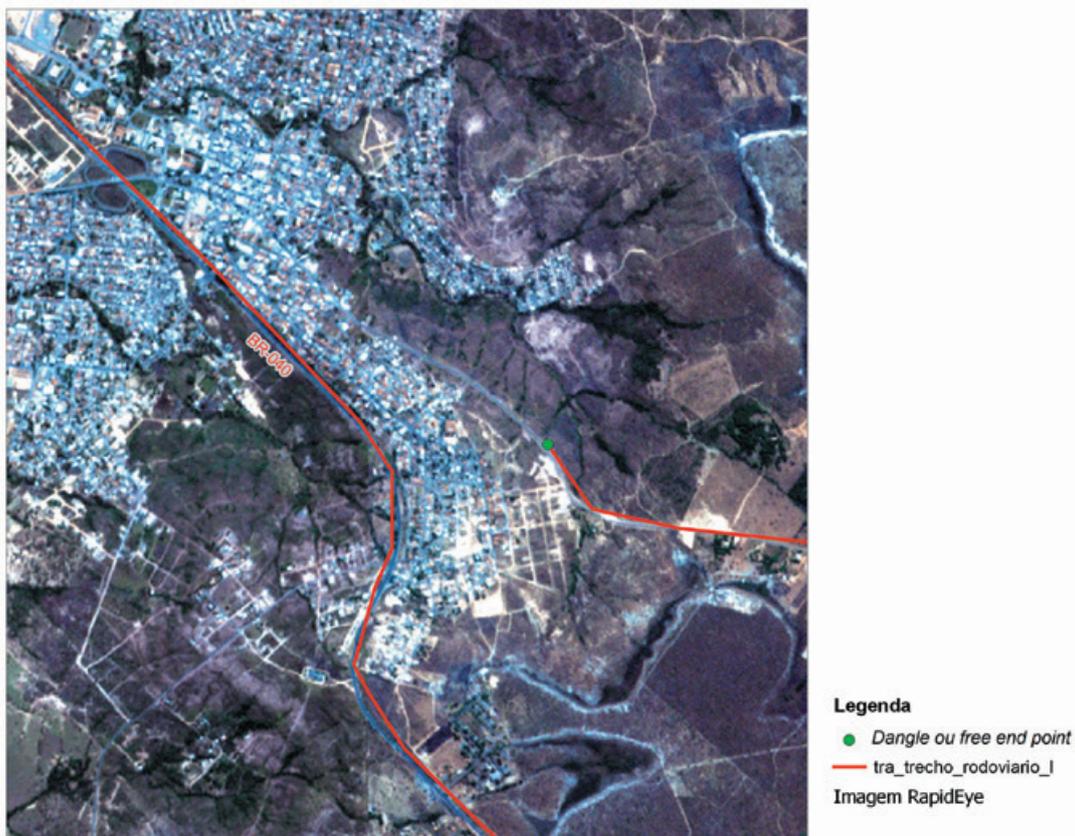
Figura 4 - Sentido de vetorização na classe trecho de drenagem



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

- As representações dos trechos de drenagem devem estar coerentes com as curvas de nível. Um curso d'água não deve interceptar a mesma cota de curva de nível mais de uma vez, pois esta situação caracteriza que o fluxo d'água estaria subindo a cota.
- O ponto cotado (ponto_hipsométrico) deve possuir valores de cota coerentes com a cota das curvas de nível (isolinha_hipsométrica).
- A interrupção de linhas (*free end points* ou *dangles*) nas classes de feições geográficas lineares contínuas deve ser verificada. Exemplos: no trecho de drenagem, deve-se verificar as interrupções a jusante; nas vias e corredeiras, deve-se observar a conexão e a continuidade entre dois pontos, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Interrupção de linha na vetorização de trechos rodoviários



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

Ressalta-se que, se o conjunto de dados for reprovado, a equipe de produção é orientada a realizar a revisão completa da aquisição da característica de aquisição inconsistente. Exemplo: inverter o sentido de vetorização de drenagem; rever os trechos de drenagem inconsistentes com as curvas de nível; adequar os valores de cota dos pontos cotados e/ou das curvas de nível; e conectar as vias interrompidas. Dessa forma, após as adequações da equipe de produção, uma nova avaliação de qualidade será realizada.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): falso (o conjunto de dados não está em conformidade com as características de aquisição previstas nas especificações técnicas do produto geoespacial).

Apêndice 2 - Medidas de qualidade de completude

Inspeções de comissão e omissão

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes às inspeções de completude, casos de omissão (ausência) e comissão (excesso) aplicadas na avaliação, tanto de categoria(s) de informação e suas respectivas classes de feições e/ou atributos, quanto de feições geográficas, presentes num conjunto de dados geoespaciais.

Taxas de omissão e comissão de feições geográficas

O objetivo desta medida de qualidade é quantificar, em termos percentuais, caso ocorram, as ausências e/ou excessos de feições geográficas, segundo as especificações técnicas do conjunto de dados geoespaciais avaliado. Recomenda-se que o método de inspeção de completude das feições geográficas seja realizado orientado por área.

Identificador: IBGE:101

Nome da medida de qualidade: taxas de omissão e comissão

Nome alternativo: taxa de omissão e taxa de comissão

Elemento de qualidade: omissão e comissão

Medida básica: taxa de erro

Definição: indica o percentual de itens (feições geográficas) em excesso e/ou ausentes no conjunto de dados, em relação à quantidade de elementos identificados na realidade, segundo a especificação técnica do produto. Recomenda-se que a inspeção de qualidade seja realizada por categoria de informação. Na inspeção de completude, orientada por área, tanto os casos de omissão, quanto os de comissão devem ser computados nas unidades de amostragem (áreas de inspeção).

Descrição: todos os itens (feições geográficas) podem ser inspecionados: o método de inspeção é amostral, orientado por área. O objetivo é identificar os casos de ausência e/ou excesso de feições geográficas dentro das áreas de inspeção. 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). O nível de conformidade desejado é que a taxa de comissão (π^+) e a taxa de omissão (π^-) dos dados estejam até o percentual de 4%, similar à conformidade presente na Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-CQDG).

Nas inspeções por área, deve-se utilizar a taxa de comissão (π^+) e a taxa de omissão (π^-) dos dados proposta por Salgé (1995):

$$\pi^+ = \frac{N^+}{\max(N, N^0)} \text{ (taxa de comissão)} \quad \text{(equação 1)}$$

$$\pi^- = \frac{N^-}{\max(N, N^0)} \text{ (taxa de omissão)} \quad \text{(equação 2)}$$

Onde:

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; e

N = número de elementos da amostra, dado por:

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

O número de ocorrências na realidade percebida (N^0) corresponde às feições geográficas representadas no conjunto de dados de forma consistente, e que estão localizadas dentro das áreas de inspeção.

Parâmetro: -

Tipo de valor: número real

Estrutura de valor: tabela

Referência da medida: Salgé (1995)

Exemplo (resultado): o conjunto de dados está conforme a taxa de comissão, mas não está em conformidade com a taxa de omissão, conforme mostra o resultado presente na Tabela 3.

Tabela 3 - Taxa de omissão e comissão na BC250

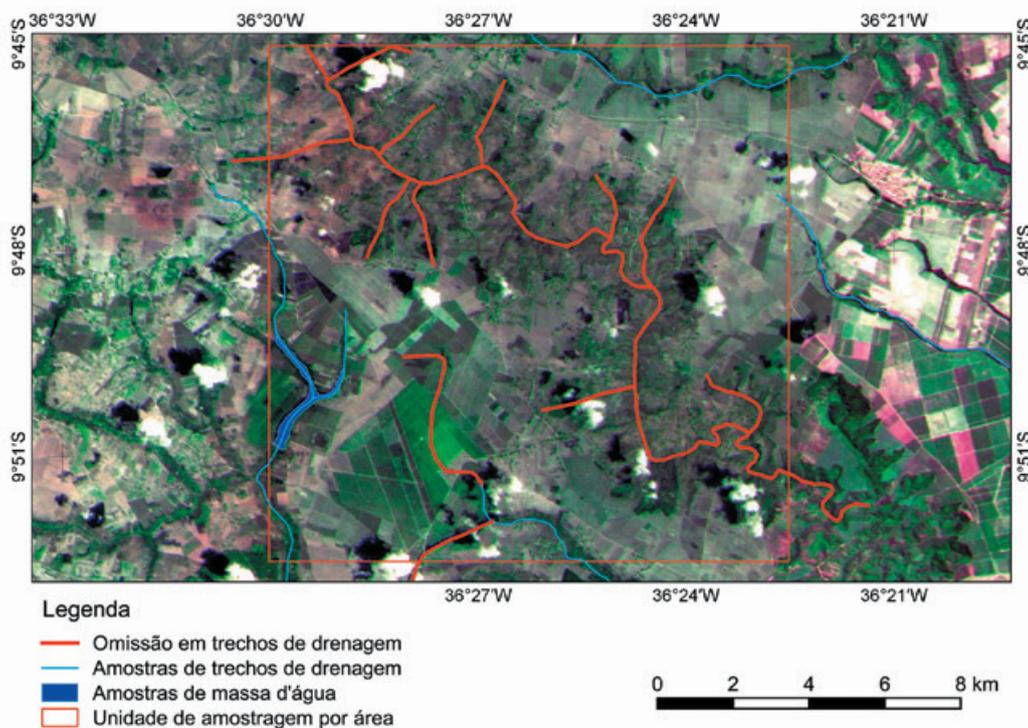
Taxa de omissão (%)	Taxa de comissão (%)
12,73	2,49

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

Exemplo de inspeção de qualidade

Na inspeção das taxas de omissão e comissão da categoria de informação hidrográfica da BC250, foi elaborado um plano de amostragem orientado por área. A Figura 6 mostra casos de omissão (ausência) detectados em uma unidade de amostragem, por área de inspeção de 4x4 cm na escala do produto geoespacial.

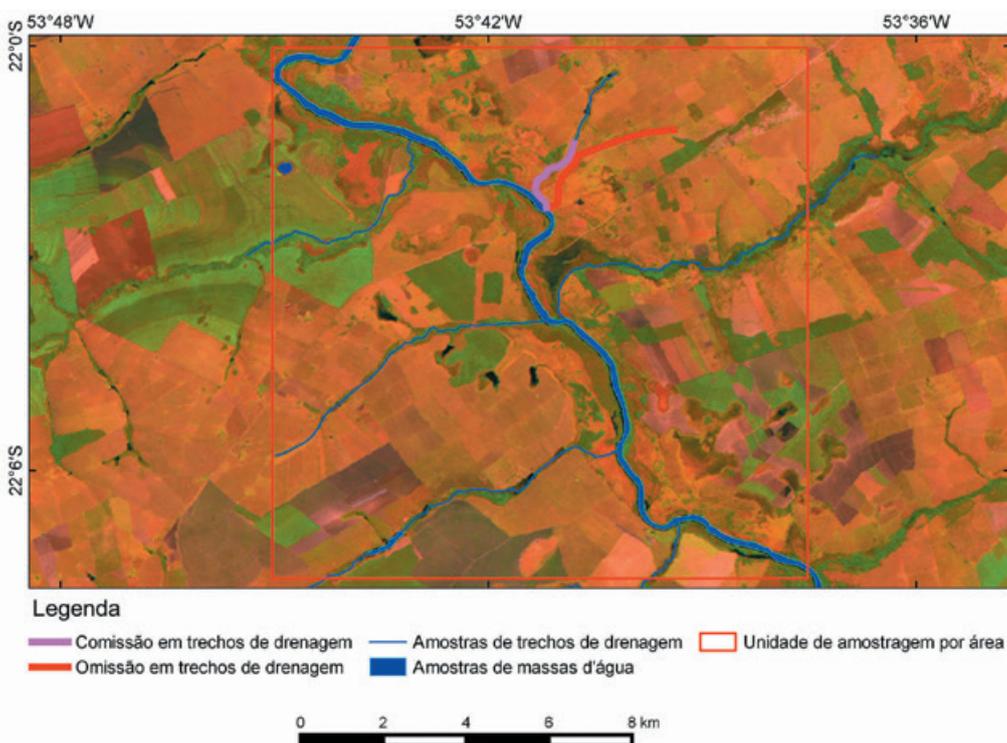
Figura 6 - Inspeção de completude (omissão)



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

A Figura 7 mostra casos de omissão (ausência) e comissão (excesso) detectados em uma unidade de amostragem.

Figura 7 - Inspeção de completude (comissão)



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

O resultado geral das inspeções de qualidade de completude da categoria de informação de hidrografia da BC250 é mostrado nas taxas de comissão e omissão:

$$\pi^+ = \frac{N^+}{\max(N, N^0)} = \frac{3416}{24706} = 12,73\% \text{ (taxa de comissão)}$$

$$\pi^- = \frac{N^-}{\max(N, N^0)} = \frac{614}{24706} = 2,49\% \text{ (taxa de omissão)}$$

O nível considerado de conformidade para as taxas de comissão e omissão é inferior a 4%. Dessa forma, os casos de comissão foram reprovados, e os casos de omissão, aprovados, no conjunto de dados avaliado. Recomenda-se, para os aspectos de qualidade reprovados, a realização de uma revisão completa do conjunto de dados, conforme as orientações de melhoria identificadas na avaliação das inspeções de qualidade.

Quantitativo de omissões e comissões

O objetivo desta medida de qualidade é indicar a conformidade, em relação aos casos de ausências e excessos de feições geográficas, segundo as especificações técnicas do conjunto de dados geoespaciais avaliado. Recomenda-se que o método de inspeção de completude das feições geográficas seja realizado orientado por área.

Identificador: IBGE:102

Nome: quantidades de omissão e comissão

Nome alternativo: quantidade de omissão e quantidade de comissão

Elemento de qualidade: omissão e comissão

Medida básica: indicador de acerto

Definição: indica se o número de itens (feições geográficas) que estão em excesso e/ou ausentes no conjunto de dados está em conformidade com as especificações técnicas do produto geoespacial.

Descrição: a inspeção de qualidade deve ser realizada por categoria de informação, como, por exemplo: todas as feições de hidrografia, todas as feições de sistema de transporte, e todas as demais feições geográficas. O método de inspeção é externo, ou seja, devem ser consultados insumos que comprovem a realidade do terreno. O método de avaliação é amostral orientado por área para identificar os casos de ausência e/ou excesso de feições geográficas dentro das unidades de amostras inspecionadas. 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). O nível de conformidade desejado é o Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4%, segundo um plano de amostragem orientado por área. Uma área de inspeção é considerada reprovada quando contém pelo menos uma ocorrência de completude (omissão ou comissão).

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

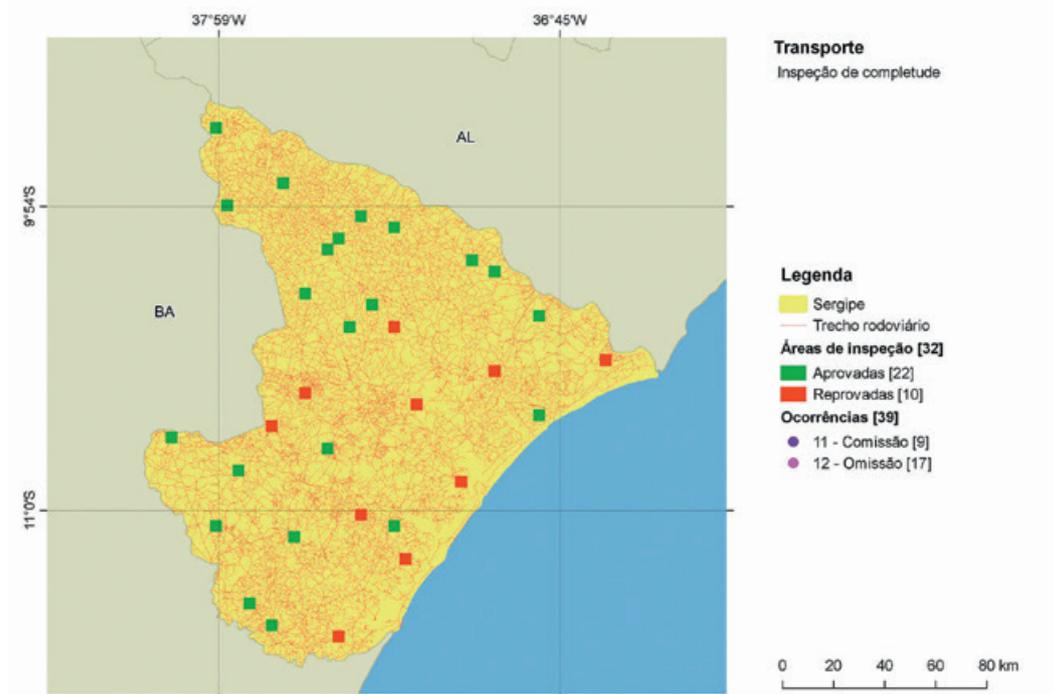
Exemplo (resultado): falso (o conjunto de dados não está em conformidade com o o LQA de 4% desejado, tanto para os casos de comissão, quanto para os casos de omissão).

Exemplo de inspeção de qualidade

Durante o processo de produção, foi realizada uma inspeção de completude na BC100 do Estado de Sergipe. Para isso, foi elaborado um plano de amostragem múltipla, orientado por área, conforme a NBR 5426. Dessa forma, o tamanho da amostra (n) na área de projeto foi de 32 unidades de amostragem (áreas de inspeção). Considerando um LQA de 4%, o número de aceitação (Ac) foi de até zero áreas reprovadas, e o número de rejeição (Re) foi de cinco áreas reprovadas. Assim, no plano de amostragem múltipla, foram inspecionadas as 32 unidades de amostragem, das quais 22 áreas foram aprovadas, e 10 áreas, reprovadas, tanto em termos de comissão, quanto omissão. Logo, o conjunto de dados espaciais avaliado não atingiu o nível de conformidade desejado, tanto em termos de comissão, quanto em termos de omissão, e se encontra reprovado. Recomendam-se ações de melhoria em relação aos casos de ausência e/ou excesso de trechos rodoviários do referido conjunto de dados geoespaciais avaliado.

A Figura 8 ilustra a distribuição espacial do plano de amostragem múltipla, as áreas aprovadas e reprovadas, e o quantitativo de ocorrências de comissão e omissão.

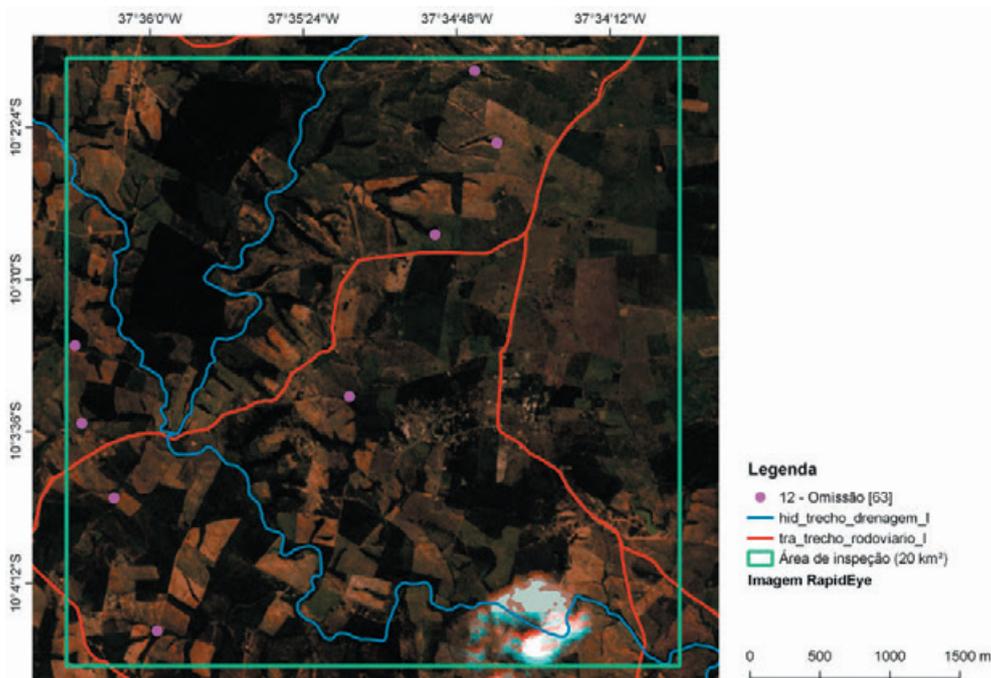
Figura 8 - Distribuição espacial do plano de amostragem aplicado na inspeção de completude da categoria sistema de transporte



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

A Figura 9 mostra um exemplo de área de inspeção de completude onde foram apontados, na classe de ocorrências, os casos de omissão de trechos de drenagem, identificados com base no mapeamento existente e na própria imagem RapidEye. Essa área de inspeção é considerada reprovada.

Figura 9 - Exemplo de ocorrências de completude dentro uma área de inspeção



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

Completude das classes de feições geográficas e categorias de informação

O objetivo desta medida de qualidade é indicar a conformidade, caso ocorra, em termos de completude, ausências e excessos, de categorias de informações e classe de feições geográficas, segundo o modelo de dados vigente do conjunto de dados geoespacial avaliado. Recomenda-se que o método de inspeção de completude seja completo, agrupado por categoria de informação.

Identificador: IBGE:103

Nome: completude das classes de feições geográficas e categorias de informação

Nome alternativo: completude de classes e categorias de informação

Elemento de qualidade: omissão e comissão

Medida básica: contagem de acerto

Definição: indica o número total de classes de feições geográficas e categorias de informação, presentes no conjunto de dados, em conformidade com as especificações técnicas do produto geoespacial.

Descrição: a inspeção de qualidade deve ser realizada por categoria de informação, como, por exemplo: todas as feições de hidrografia, todas as feições de sistema de transporte, e todas as demais feições geográficas. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Deve ser comparado o total de classes previstas no modelo de dados vigente para a escala, agrupadas por categoria de informação, com as classes presentes no conjunto de dados avaliado. O nível de conformidade desejado é que todas as classes previstas para a escala, segundo as especificações técnicas do produto, estejam representadas, quando ocorrerem, no conjunto de dados geoespaciais.

Parâmetro: -

Tipo de valor: número inteiro

Estrutura de valor: tabela

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): o conjunto de dados não contempla todas as categorias e classes previstas no modelo de dados, conforme mostra o resultado presente na Tabela 4.

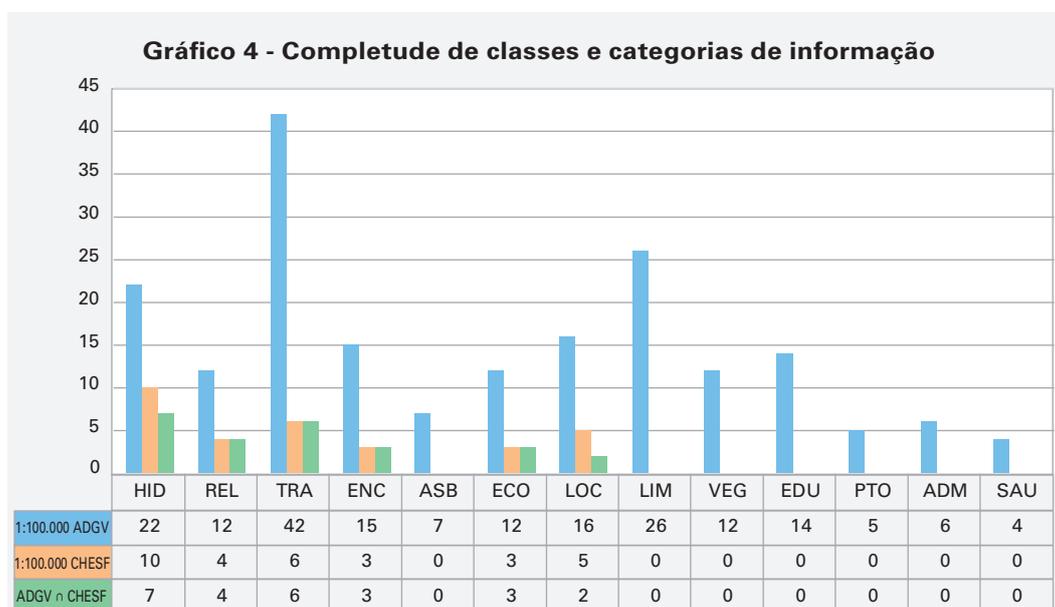
Tabela 4 - Completude das classes presentes no CDG em relação às previstas na especificação técnica do produto

	HID	REL	TRA	ENC	ASB	ECO	LOC	LIM	VEG	EDU	PTO	ADM	SAU
Previstos no modelo de dados (escala 1:100.000)	22	12	42	15	7	12	16	26	12	14	5	6	4
Classes presentes no CDG (escala 1:100.000)	10	4	6	3	0	3	5	0	0	0	0	0	0
Correlação entre as classes no CDG e as previstas no modelo de dados	7	4	6	3	0	3	2	0	0	0	0	0	0

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

Exemplo de inspeção de qualidade

Nesta inspeção de qualidade, foram verificados a ausência e/ou o excesso de classes de feições geográficas das categorias de informação previstas para a escala do produto, segundo a Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geospaciais Vetoriais (ET-ADGV): hidrografia, sistema de transporte, relevo, vegetação, energia e comunicação, abastecimento de água e saneamento básico, educação e cultura, estrutura econômica, localidades, pontos de referência, limites, administração pública e saúde e serviço social. Foram comparadas as categorias e camadas presentes na Base Cartográfica Contínua da Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF, na escala 1:100 000, com as classes previstas na ET-ADGV para a respectiva escala. O Gráfico 4 ilustra o resultado da inspeção realizada.



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

Apêndice 3 - Medidas de qualidade de acurácias (temática, temporal e posicional)

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes às inspeções de acurácia temática, acurácia posicional e acurácia temporal aplicadas na avaliação das feições geográficas e/ou seus atributos presentes num conjunto de dados geoespaciais.

Inspeção da correção dos atributos não quantitativos

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes à inspeção de acurácia temática, correção dos atributos não quantitativos, aplicada na avaliação dos atributos presentes nas feições geográficas, em relação aos valores considerados como verdadeiros, representadas num conjunto de dados geoespaciais.

Inspeção de nomes geográficos orientada por feições geográficas

O objetivo desta medida de qualidade é indicar a conformidade dos nomes geográficos de feições geográficas presentes no conjunto de dados geoespaciais avaliado. Recomenda-se que o método de inspeção de nomes geográficos seja realizado segundo um plano de amostragem orientado por feição geográfica.

Identificador: IBGE:421

Nome: aferição de nomes geográficos

Nome alternativo: inspeção de nomes geográficos

Elemento de qualidade: correção dos atributos não quantitativos

Medida básica: indicador de acerto

Definição: indica se os nomes geográficos representados no conjunto de dados estão divergentes da realidade de campo, segundo um nível de conformidade desejado. A comparação deve ser feita por meio do mapeamento existente e/ou dados de reambulação.

Descrição: a inspeção de qualidade é realizada por meio 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 de topônimos, devem ser indicadas nesta aferição de qualidade. Todas as classes de feições geográficas contendo o atributo nome devem ser avaliadas. O método de inspeção é externo, e o método de avaliação, inspeção amostral. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 42. O nível de conformidade desejado é baseado no Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4% e no plano de amostragem orientado por feição.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

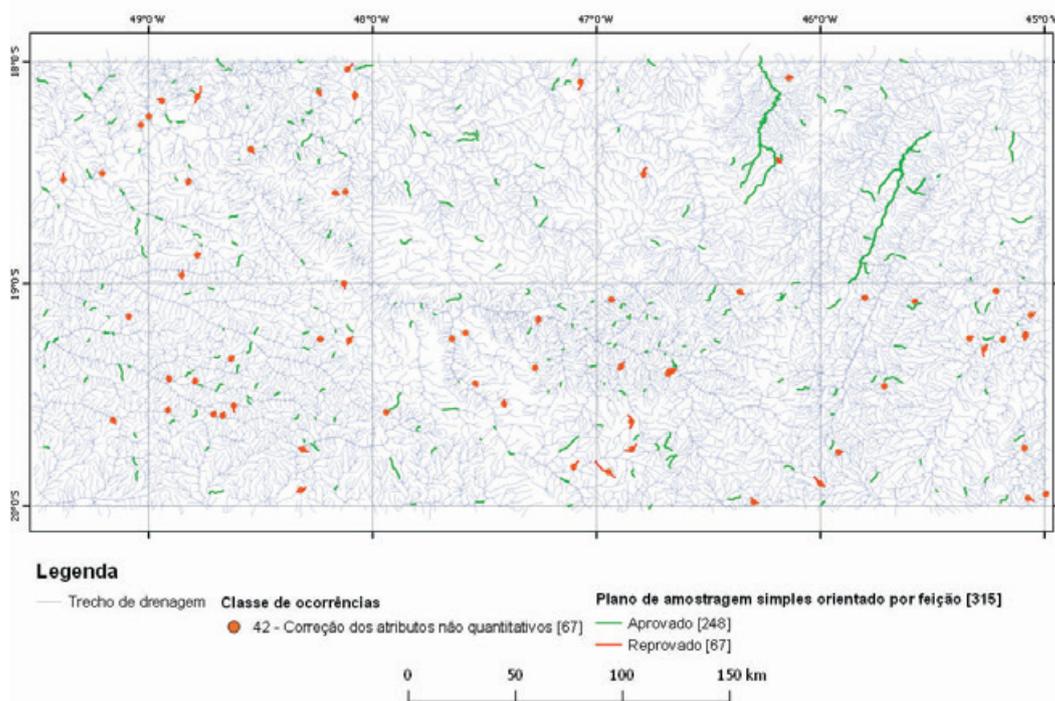
Referência da medida: -

Exemplo (resultado): verdadeiro (os nomes geográficos do conjunto de dados estão conformes o LQA de 4%).

Exemplo de inspeção de qualidade

Na inspeção da acurácia temática de nomes geográficos da BC250, foi elaborado um plano de amostragem simples, orientada por feição, segundo um LQA de 4%. A Figura 10 mostra a distribuição espacial das amostras da classe trecho de drenagem e os casos de aprovação e reprovação. Neste plano de amostragem simples, o número de aceitação (Ac) é de até 21 unidades de amostragem (feições geográficas) reprovadas, e o número de rejeição (Re) é a partir de 22 feições geográficas reprovadas. Conforme observado, o produto cartográfico não atendeu ao nível de conformidade desejado e foi reprovado.

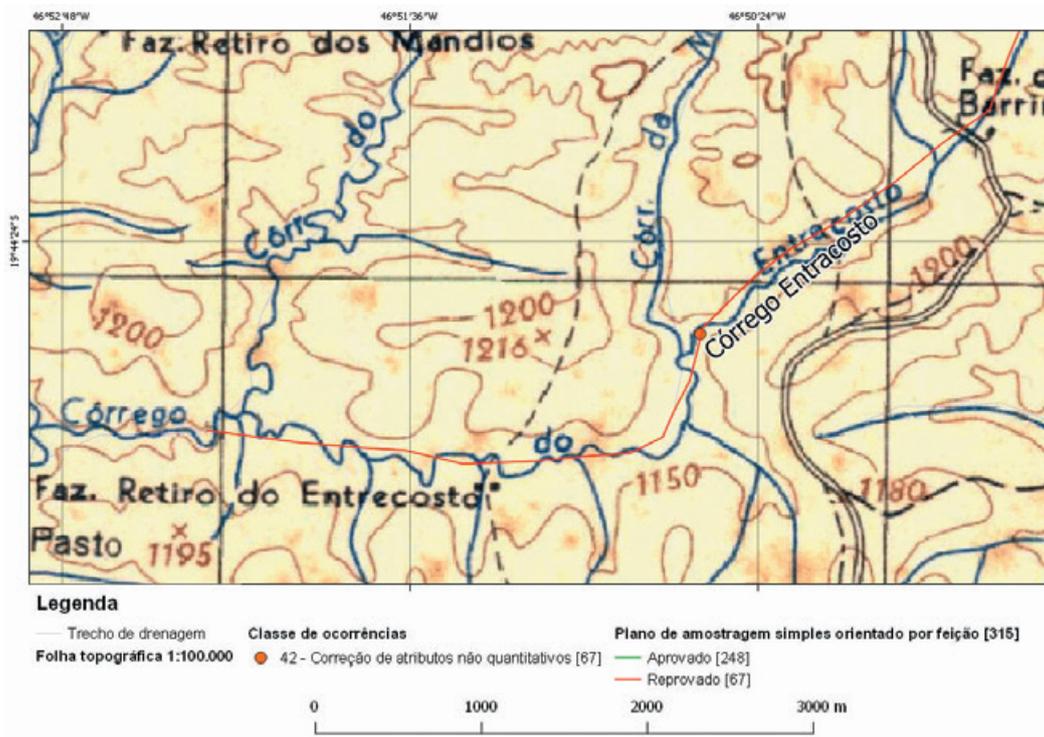
Figura 10 - Distribuição espacial do plano de amostragem aplicado na inspeção de nomes geográficos



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

A Figura 11 ilustra um exemplo de ocorrência de divergência entre o nome geográfico no conjunto de dados e o no insumo de referência. As ações de melhoria, identificadas na análise desta inspeção de qualidade, foram repassadas à equipe de produção da referida base cartográfica.

Figura 11 - Exemplo de inspeção de nomes geográficos



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

Inspeção da correta classificação

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes à inspeção de acurácia temática, correta classificação, aplicada na avaliação dos atributos presentes nas feições geográficas, em relação aos valores considerados como verdadeiros, representadas num conjunto de dados geoespaciais.

Aferição da correta classificação orientada por feições geográficas

O objetivo desta medida de qualidade é indicar a conformidade da classificação das feições geográficas presentes no conjunto de dados geoespaciais avaliado. Recomenda-se que o método de inspeção seja realizado segundo um plano de amostragem orientado por feição geográfica.

Identificador: IBGE:412

Nome: aferição da correta classificação de feições geográficas

Nome alternativo: correta classificação das feições

Elemento de qualidade: correção da classificação

Medida básica: indicador de acerto

Definição: indica se as feições geográficas presentes no conjunto de dados encontram-se consistentes com a realidade de campo. A comparação deve ser feita por meio do mapeamento existente, dados de reambulação e dados administrativos de órgãos responsáveis.

Descrição: a inspeção de qualidade é realizada por meio da comparação entre o atributo presente no conjunto de dados e o insumo usado como referência. O método de inspeção é externo, e o método de avaliação, inspeção amostral. Todas as divergências de classificação, inclusive as ausências, devem ser indicadas nesta aferição de qualidade. As divergências de classificação entre escalas devem ser encaminhadas às áreas de produção dos produtos cartográficos. Todas as ocorrências identificadas durante esta inspeção devem receber o código 41 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é baseado no Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4% para a classe de feições geográficas avaliada.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

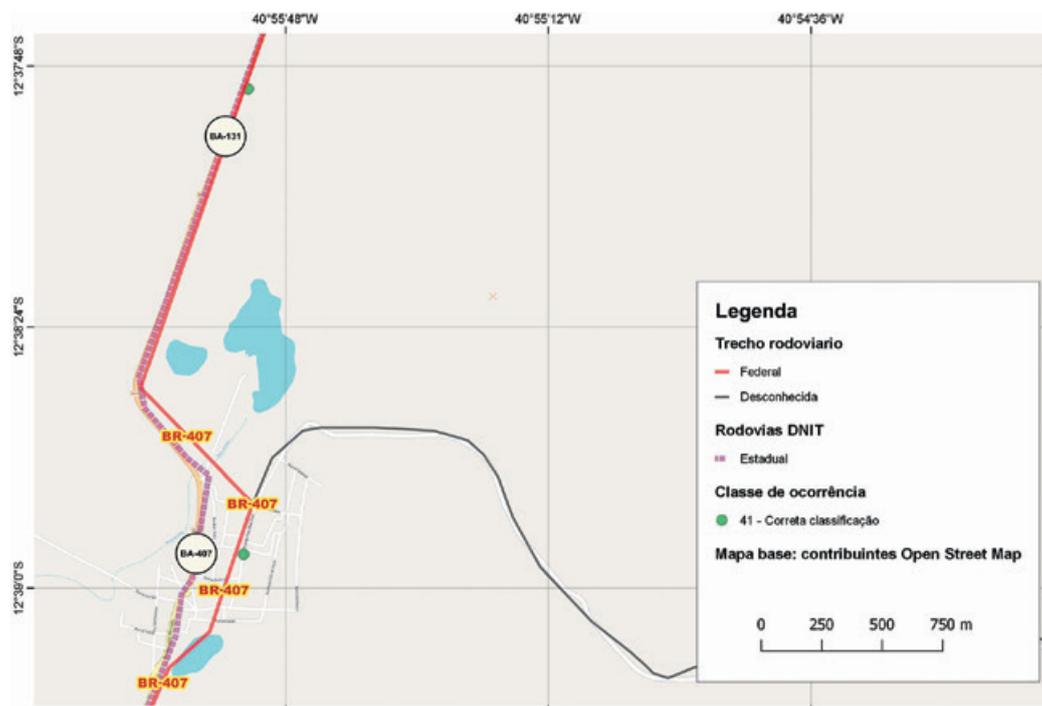
Referência da medida: -

Exemplo (resultado): verdadeiro (o conjunto de dados está em conformidade com o LQA de 4%).

Exemplo de inspeção de qualidade

Na avaliação da acurácia temática, correta classificação, da BC250, foi elaborado o plano de amostragem simples orientado por feição. A Figura 12 mostra um caso de inconsistência de classificação da sigla e da jurisdição na classe trecho rodoviário. No caso apontado, os trechos das rodovias estaduais da BA-407 e da BA-131, segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, está preenchido como BR-407 e com jurisdição federal na BC250. Nos conjuntos de dados do OpenStreetMap, a BA-131 também está inconsistente e preenchida como BA-407.

Figura 12 - Inspeção da correta classificação de trechos rodoviários



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

Inspeção da acurácia posicional absoluta

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes à inspeção de acurácia posicional planimétrica absoluta aplicada na avaliação de um conjunto de dados geoespaciais.

Acurácia posicional absoluta planimétrica

O objetivo desta medida de qualidade é mensurar o erro planimétrico de um conjunto de dados geoespaciais. Recomenda-se que a seleção dos pontos homólogos, identificados no produto geoespacial e os considerados como verdadeiros no campo, seja realizada de forma amostral orientada por área.

Identificador: IBGE:311

Nome: acurácia posicional absoluta planimétrica de um produto cartográfico

Nome alternativo: acurácia posicional absoluta planimétrica

Elemento de qualidade: acurácia posicional absoluta

Medida básica: -

Definição: indica o erro médio quadrático (EMQ) relativo à acurácia posicional absoluta do conjunto de dados, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC), conforme disposto no Decreto-Lei n. 89.817, de 20.06.1984, de acordo com a escala nominal do produto cartográfico avaliado.

Descrição: todas as classes de feições do conjunto de dados podem ser consideradas na inspeção de qualidade. Uma amostra representativa de pontos perfeitamente identificáveis é coletada, tanto no terreno, quanto no produto cartográfico. As coordenadas planimétricas consideradas como verdadeiras são provenientes de medições no terreno, utilizando equipamentos GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite), ou extraídas de imagens ortorretificadas, cuja acurácia posicional seja maior do que a acurácia esperada para o produto a ser avaliado. Dessa forma, o método de inspeção é externo, e o método de avaliação, inspeção amostral. Todas as discrepâncias planimétricas medidas durante a inspeção devem receber o código 31 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é que o produto cartográfico atenda às exigências do PEC Classe A para a escala.

A discrepância planimétrica resultante, em cada ponto de verificação da amostra, é obtida pela diferença entre as coordenadas consideradas verdadeiras (x_r e y_r) e as coordenadas do ponto homólogo lidas no produto cartográfico (x_t e y_t). As equações, a seguir, são utilizadas para calcular o erro de cada componente planimétrica (e_x e e_y)³:

$$e_x = x_t - x_r \quad (\text{equação 3})$$

$$e_y = y_t - y_r \quad (\text{equação 4})$$

O erro planimétrico (e_{p_i}) para cada ponto de verificação (i) é calculado pela seguinte equação:

$$e_{p_i} = \sqrt{e_{x_i}^2 + e_{y_i}^2} \quad (\text{equação 5})$$

³ A descrição das equações segue a presente na medida de qualidade CQDG 301 da Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), onde o sufixo "r" é relativo aos pontos de referência (coordenadas consideradas como verdadeiras), e o sufixo "t" é relativo aos pontos de teste (coordenadas identificadas no produto cartográfico).

O erro médio quadrático (EMQ) de uma amostra de erros planimétricos (e_{p_i}) de pontos identificados no conjunto de dados espaciais deve corresponder à Classe A do PEC para a escala do produto cartográfico. O cálculo do EMQ é obtido pela seguinte equação:

$$EMQ = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_{p_i}^2)}{n}} \quad (\text{equação 6})$$

Parâmetro: -

Tipo de valor: número real

Estrutura de valor: -

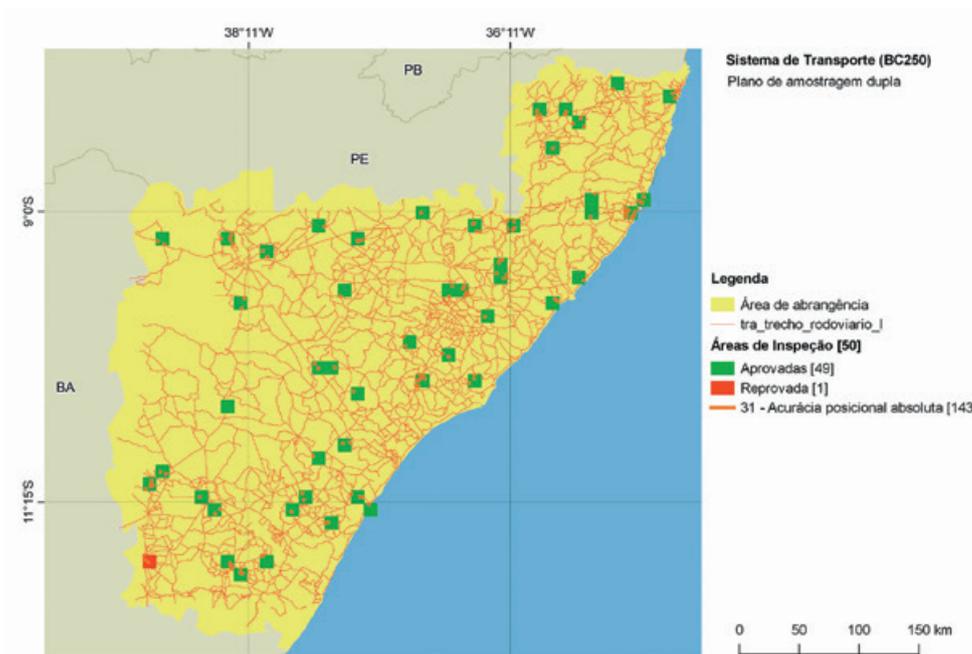
Referência da medida: -

Exemplo (resultado): 62,43 m (o conjunto de dados está em conformidade com o PEC Classe A).

Exemplo de inspeção de qualidade

A inspeção de acurácia posicional absoluta planimétrica foi realizada sobre a classe trecho rodoviário da categoria de informação sistema de transporte da BC250. Para inspeção de qualidade da base cartográfica em produção, foi elaborado um plano de amostragem dupla, orientado por área de inspeção de 4x4 cm na escala do produto cartográfico. Dessa forma, o tamanho da amostra (n) na área de projeto foi de 50 unidades de amostragem (áreas de inspeção), considerando um LQA de 10%. A Figura 13 ilustra a distribuição espacial das amostras, bem como o número de aprovações e reprovações, considerando o PEC Classe A para a escala.

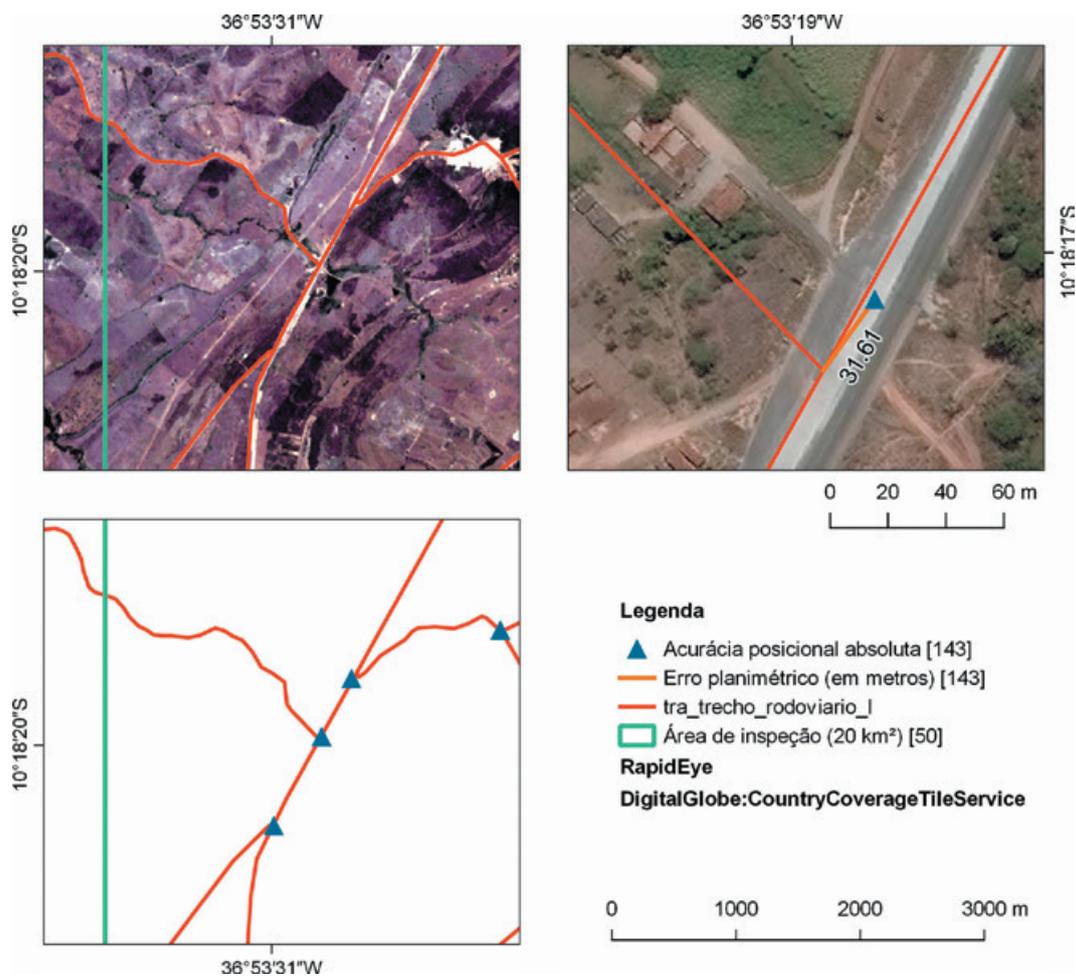
Figura 13 - Distribuição espacial das áreas para inspeção da acurácia posicional absoluta



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

A identificação de pontos homólogos ocorreu em todas as áreas de inspeção selecionadas na amostra. Foram encontrados 143 pontos homólogos aos entroncamentos das vias identificados nas imagens de alta resolução e nos trechos rodoviários presentes no conjunto de dados avaliado, dos quais um apresentou um erro planimétrico superior a 125 m. A Figura 14 ilustra um exemplo de identificação de pontos homólogos.

Figura 14 - Coleta e medição do erro planimétrico sobre uma imagem de maior acurácia posicional



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

Na verificação do PEC em relação ao Erro Médio Quadrático (EQM), o resultado foi igual a 62,43 m, atingindo a Classe A, conforme ilustrado no Quadro 8, que mostra os valores do PEC esperados para a escala 1:250 000.

Quadro 8 - Padrão de exatidão cartográfica para a escala 1:250 000

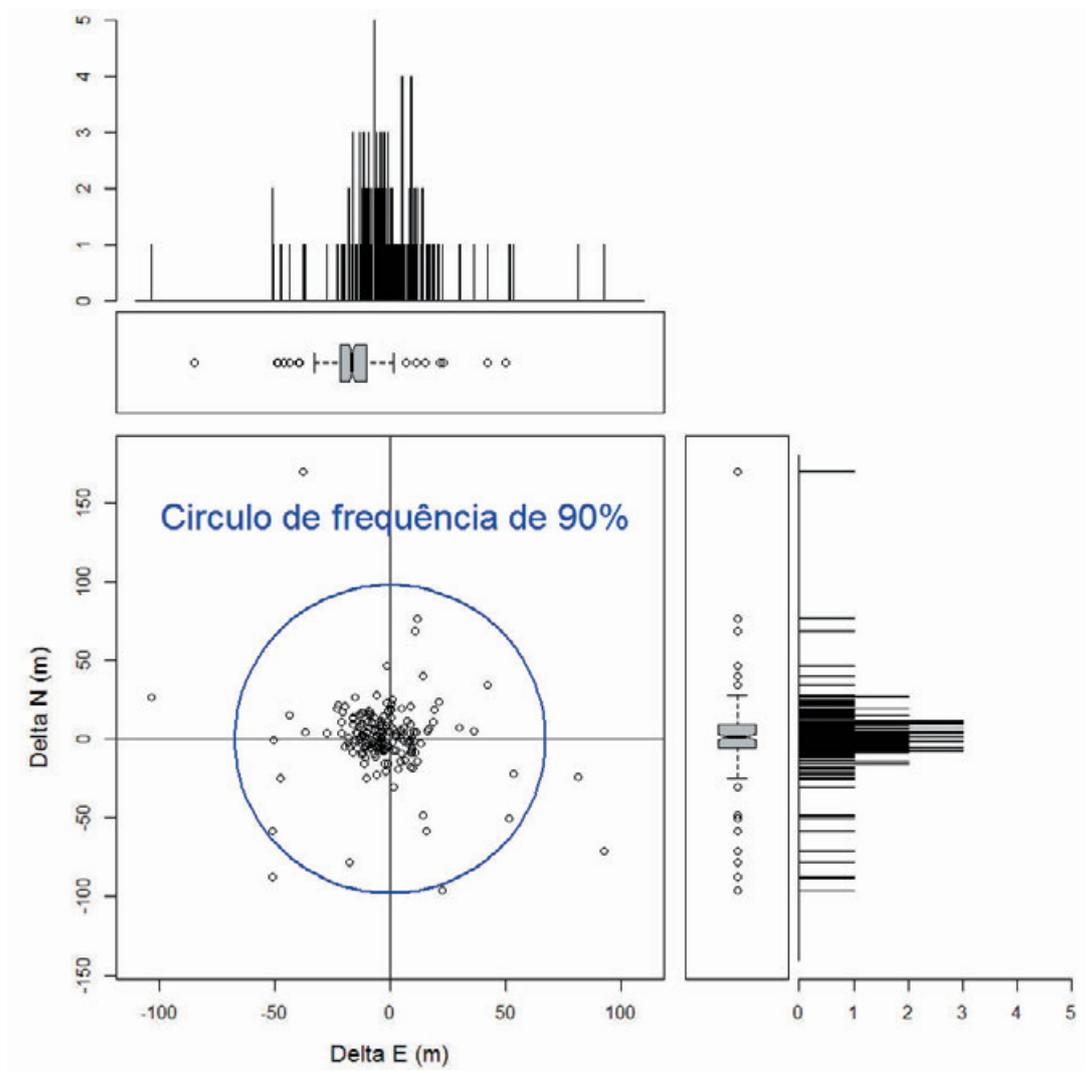
Classe	PEC (mm x DE)	EP (mm x DE)
A	125 m	75 m
B	200 m	125 m
C	250 m	150 m

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

Nota: DE = Denominador da escala da carta; EP = Erro padrão.

A Figura 15 apresenta o resultado das estatísticas calculadas e unifica cinco gráficos. A princípio, é apresentado um diagrama de dispersão com o círculo de frequência de 90%. Por meio do agrupamento das observações, é possível verificar se existe ou não tendência em algum quadrante. Por meio do *boxplot* e do histograma de cada componente planimétrica, é possível observar se a amostra tem normalidade ou se existe alguma tendência à direita ou à esquerda do gráfico. Dessa forma, analisando os gráficos, observa-se a ausência de tendência de deslocamento nas componentes planimétricas do conjunto de dados. Ao analisar o erro circular em 90% da amostra e o erro quadrático médio (EMQ) de 62,43 m, concluiu-se que nível de conformidade do produto cartográfico atende ao PEC Classe A para a escala 1:250 000.

Figura 15 - Diagrama de dispersão com círculo de frequência de 90%, *boxplot* e histogramas por componente planimétrica (em metros) referentes à BC250



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

Inspeção de acurácia posicional de dados em grade

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes à inspeção de acurácia posicional planimétrica absoluta de dados na estrutura matricial aplicada na avaliação de um conjunto de dados geoespaciais.

Acurácia posicional planimétrica de imagens do território

O objetivo desta medida de qualidade é mensurar o erro planimétrico de um conjunto de dados geoespaciais na estrutura matricial. Recomenda-se que a seleção dos pontos homólogos, identificados no produto geoespacial e os considerados como verdadeiros no campo, seja realizada de forma amostral orientada por área.

Identificador: IBGE:332

Nome: acurácia posicional planimétrica de um produto na estrutura matricial

Elemento de qualidade: acurácia posicional dos dados em grade

Nome alternativo: acurácia posicional absoluta de imagens do território

Medida básica: -

Definição: indica o erro médio quadrático (EMQ) relativo à acurácia posicional absoluta do conjunto de dados, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), conforme disposto no Decreto-Lei n. 89.817, de 20.06.1984, de acordo com a escala nominal do produto cartográfico avaliado.

Descrição: é coletada uma amostra representativa de pontos perfeitamente identificáveis, tanto no terreno, quanto na imagem do território. As coordenadas planimétricas consideradas como verdadeiras são provenientes 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 na estrutura matricial a ser avaliado. Dessa forma, o método de inspeção é externo, e o método de avaliação, inspeção amostral. Todas as discrepâncias planimétricas medidas durante a inspeção devem receber o código 33 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é que o produto cartográfico atenda às exigências do PEC Classe A para a escala.

A discrepância planimétrica resultante, em cada ponto de verificação da amostra, é obtida pela diferença entre as coordenadas consideradas verdadeiras (x_r e y_r) e as coordenadas do ponto homólogo lidas no produto cartográfico (x_t e y_t). As equações, a seguir, são utilizadas para calcular o erro de cada componente planimétrica (e_x e e_y)⁴:

$$e_x = x_t - x_r \quad (\text{equação 7})$$

$$e_y = y_t - y_r \quad (\text{equação 8})$$

O erro planimétrico (e_{H_i}) para cada ponto de verificação (i) é calculado pela seguinte equação:

$$e_{p_i} = \sqrt{e_{x_i}^2 + e_{y_i}^2} \quad (\text{equação 9})$$

O erro médio quadrático (EMQ) de uma amostra de erros planimétricos (e_{H_i}) de pontos identificados no conjunto de dados espaciais deve corresponder à Classe A do PEC para a escala do produto cartográfico. O cálculo do EMQ é obtido pela seguinte equação:

⁴ A descrição das equações segue a presente na medida de qualidade CQDG 301 da ET-CQDG e o PEC utilizado é referente ao Decreto-Lei n. 89.817, de 20.06.1984.

$$EMQ = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_{pi}^2)}{n}} \quad (\text{equação 10})$$

Parâmetro: -

Tipo de valor: número real

Estrutura de valor: -

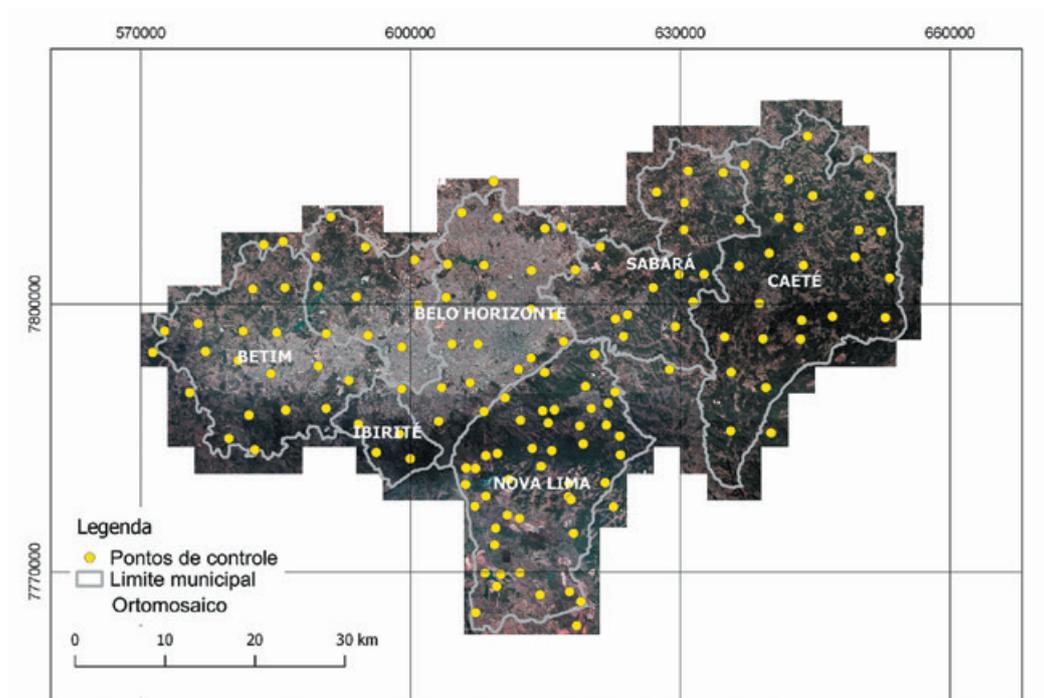
Referência da medida: -

Exemplo (resultado): 3,14 m (o conjunto de dados está em conformidade com o PEC Classe A para a escala 1:25 000).

Exemplo de inspeção de qualidade

Na inspeção da acurácia posicional absoluta de ortomosaico de fotografias aéreas da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Minas Gerais), foram utilizados 144 pontos cujas coordenadas foram medidas no terreno por meio 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 16 mostra a distribuição espacial dos pontos de verificação.

Figura 16 - Ortomosaico e pontos de verificação na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Minas Gerais)



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

A Figura 17 mostra um exemplo de coleta de ponto de controle medido em campo por meio de receptores GNSS.

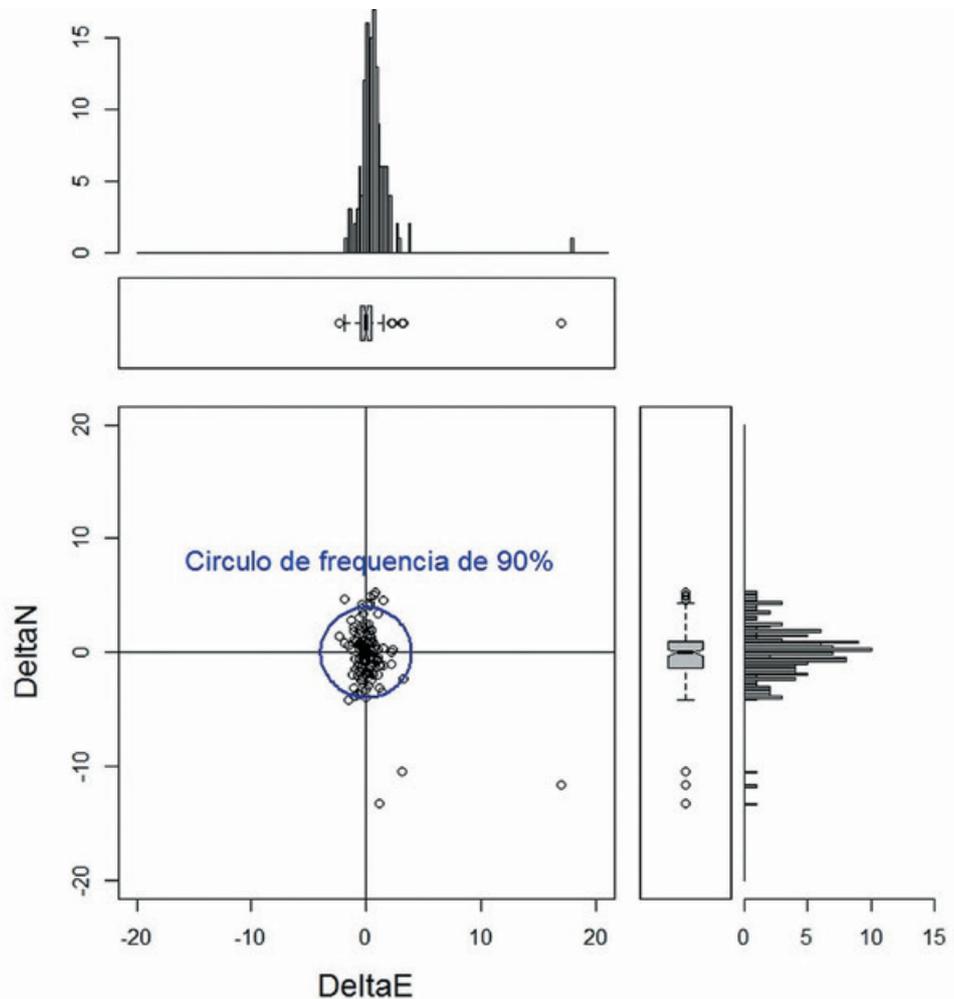
Figura 17 - Localização de um ponto de controle coletado em campo



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

A Figura 18 apresenta o resultado das estatísticas calculadas e unifica cinco gráficos. A princípio, é apresentado um diagrama de dispersão com o círculo de frequência de 90%. Por meio do agrupamento das observações, é possível verificar se existe ou não tendência em algum quadrante. Por meio do *boxplot* e do histograma de cada componente planimétrica, é possível observar se a amostra tem normalidade ou se existe alguma tendência à direita ou à esquerda do gráfico. Dessa forma, analisando os gráficos, observa-se a ausência de tendência de deslocamento nas componentes planimétricas do conjunto de dados. Ao analisar o erro circular em 90% da amostra e o erro quadrático médio (EMQ) de 3,14 m, concluiu-se que nível de conformidade do ortomosaico atende ao PEC Classe A para a escala 1:25 000.

Figura 18 - Diagrama de dispersão com círculo de frequência de 90%, *boxplot* e histogramas por componente planimétrica (em metros) referentes ao ortomosaico



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

Inspeção de acurácia posicional relativa

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes à inspeção de acurácia posicional planimétrica relativa aplicada na avaliação de um conjunto de dados geoespaciais.

Acurácia posicional relativa planimétrica de feições geográficas

O objetivo desta medida de qualidade é identificar o deslocamento planimétrico de feições geográficas em relação ao insumo utilizado na aquisição, seja na estrutura matricial, seja na estrutura vetorial. Recomenda-se que a mensuração das discrepâncias planimétricas seja realizada de forma amostral, segundo um plano de amostragem orientado por área.

Identificador: IBGE: 321

Nome: acurácia posicional relativa de feições geográficas

Elemento de qualidade: acurácia posicional relativa

Nome alternativo: acurácia posicional relativa

Medida básica: indicador de acerto

Definição: indica se as discrepâncias planimétricas das feições geográficas, representadas no conjunto de dados em relação à sua localização no insumo de origem, são superiores ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) Classe A para a escala nominal do produto cartográfico avaliado, conforme disposto no Decreto-Lei n. 89.817, de 20.06.1984, segundo um nível de conformidade desejado.

Descrição: a inspeção de qualidade deve ser realizada sobre todas as feições geográficas, agrupadas por categoria de informação. O método de inspeção é externo, e os casos de discrepância planimétrica superiores à PEC Classe A para a escala devem ser apontados. O apontamento é realizado no local de maior discrepância planimétrica, entre a representação da feição no conjunto de dados e o seu homólogo no insumo. O método de avaliação é amostral orientado por área. As ocorrências devem ser apontadas na classe de ocorrência com o código 32 (código de qualidade). Uma área é considerada reprovada quando contém pelo menos uma ocorrência de acurácia posicional relativa. Todas as discrepâncias planimétricas medidas durante a inspeção devem receber o código 32 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é que as discrepâncias planimétricas em relação ao insumo atendam ao PEC Classe A para a escala, segundo um LQA de 10%.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

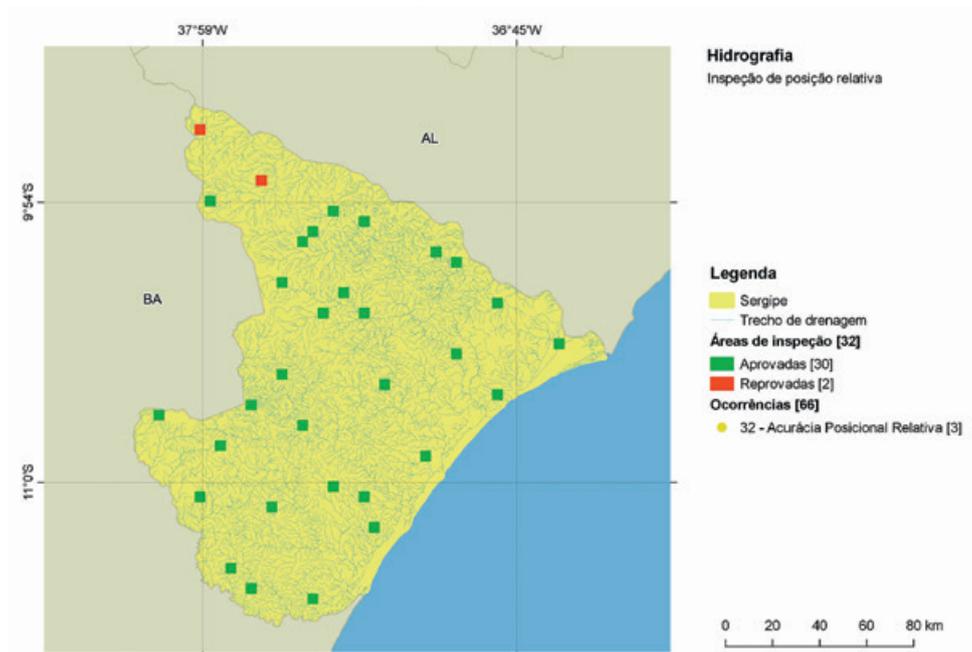
Exemplo (resultado): verdadeiro (o conjunto de dados está em conformidade planimétrica com o insumo utilizado na aquisição de feições geográficas).

Exemplo de inspeção de qualidade

Na inspeção da acurácia posicional relativa da BC100 no Estado de Sergipe, foi elaborado um plano de amostragem múltipla, orientado por área, segundo o LQA de 10%. Dessa forma, o número de aceitação (Ac) foi de até duas áreas não conformes, e o número de rejeição (Re) foi a partir de nove áreas não conformes. As categorias de informação hidrografia e sistema de transporte, nas classes trecho de drenagem e trecho rodoviário, apresentaram discrepâncias acima do PEC Classe A para a escala.

A classe trecho de drenagem, da categoria hidrografia, apresentou não conformidade em apenas duas áreas de inspeção, conforme mostra a Figura 19, e foi considerada aprovada, segundo o LQA de 10%.

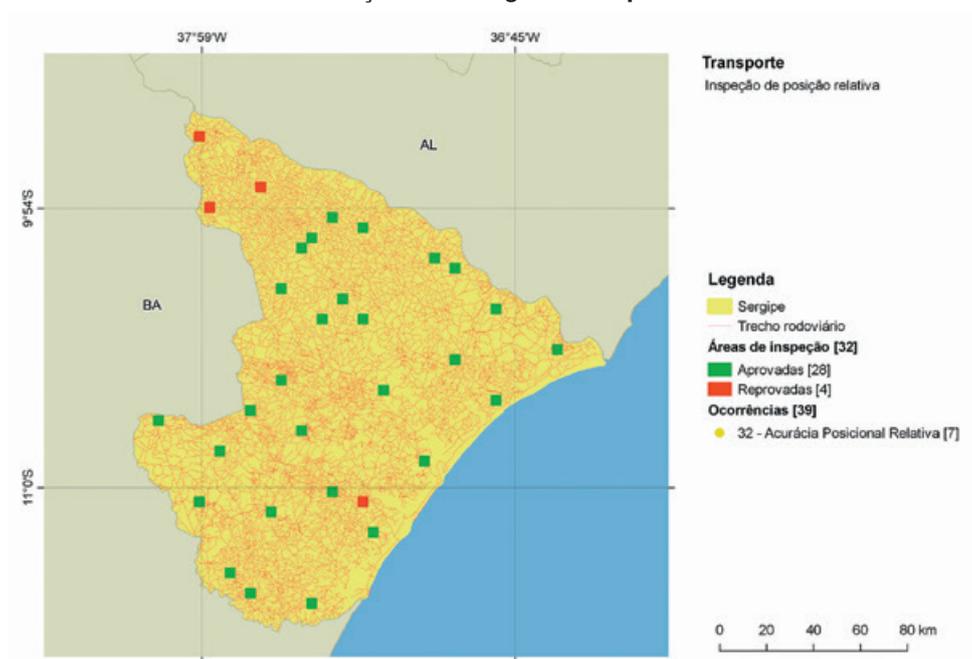
Figura 19 - Distribuição espacial das áreas para inspeção da posição relativa de feições de hidrografia



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

O trecho rodoviário, da categoria sistema de transporte, apresentou não conformidade em quatro áreas, conforme mostra a Figura 20. Dessa forma, o plano de amostragem múltipla demanda a inspeção de mais 32 áreas com novos números de aceitação e rejeição. Entretanto, após a primeira iteração de inspeção, a provável regionalização do deslocamento posicional relativo ao norte do Estado de Sergipe foi reportada à área de produção.

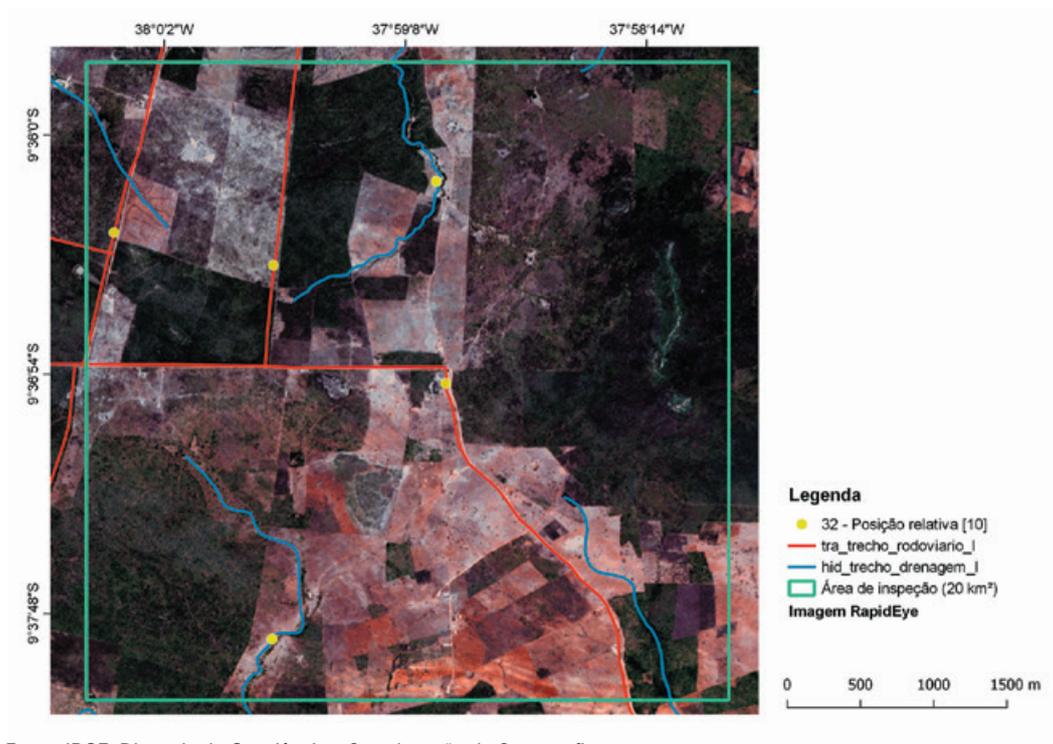
Figura 20 - Distribuição espacial das áreas para inspeção da posição relativa de feições da categoria transporte



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

A Figura 21 ilustra uma área de inspeção com deslocamentos relativos acima do PEC Classe A para a escala.

Figura 21 - Exemplo de ocorrências de acurácia posicional relativa



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

Inspeção de acurácia de uma medida temporal

As medidas de qualidade, a seguir, são referentes à inspeção de acurácia temporal aplicada na avaliação de um conjunto de dados geoespaciais.

Acurácia temporal da malha municipal

O objetivo desta medida de qualidade é avaliar a conformidade das feições geográficas, representadas no conjunto de dados geoespaciais, em relação à malha municipal vigente.

Identificador: IBGE:511

Nome: acurácia temporal da malha municipal

Elemento de qualidade: acurácia de uma medida temporal

Nome alternativo: acurácia temporal da malha municipal

Medida básica: indicador de aceitação

Definição: indica se o conjunto de dados está compatível com a malha municipal vigente.

Descrição: todas as classes de feições geográficas vinculadas à representação da malha municipal vigente devem ser inspecionadas. Deve-se levantar também os municípios e as localidades criados e alterados. O conjunto de dados espaciais deve

ser compatível com a malha municipal vigente, tanto em termos de representação da delimitação, quanto em termos quantitativos, na data de lançamento do produto cartográfico. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 51 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é o Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 1%, segundo um plano de amostragem orientado por feição.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): verdadeiro (o conjunto de dados está em conformidade com a malha municipal vigente).

Exemplo de inspeção de qualidade

Na inspeção da BC250, lançada em 2017, as classes referentes ao limite municipal e às localidades totalizaram 5 570 limites municipais, 5 543 cidades e 26 capitais estaduais e o Distrito Federal. O conjunto de dados está em conformidade com a malha municipal vigente.

Apêndice 4 - Medidas de qualidade de usabilidade

Inspeção do elemento usabilidade

As medidas de qualidade de usabilidade são específicas para avaliar a conformidade de um conjunto de dados espaciais com uma determinada aplicação ou entre universos de discussão diferentes.

Comparação de nomes geográficos entre produtos geoespaciais

O objetivo desta medida de qualidade é indicar a conformidade de nomes geográficos entre diferentes produtos geoespaciais. Recomenda-se que esta avaliação seja realizada de forma amostral, orientada por feições, cujo atributo nome esteja preenchido.

Identificador: IBGE:601

Nome da medida de qualidade: comparação de nome geográfico entre produtos geoespaciais

Elemento de qualidade: elemento usabilidade

Nome alternativo: comparação do nome geográfico

Medida básica: indicador de acerto

Definição da medida de qualidade: indica se as feições representadas em diferentes produtos geoespaciais estão com os nomes geográficos compatíveis, segundo um determinado nível de conformidade.

Descrição do método de avaliação: a inspeção é realizada por meio da comparação entre o nome geográfico, representado no conjunto de dados de escala de menor detalhe, em relação ao nome geográfico representado em outro(s) produto(s) geoespacial(is), na mesma escala de detalhe ou em maior escala. Todas as divergências de nome geográfico, inclusive as ausências de topônimos, devem ser indicadas nesta aferição de qualidade. Todas as classes de feições geográficas, presentes no conjunto de dados, contendo nomes geográficos podem ser avaliadas. O método de inspeção é externo, e o método de avaliação, inspeção amostral. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 6. O nível de conformidade desejado é baseado no Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4% e no plano de amostragem orientado por feição.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): verdadeiro (o conjunto de dados está em conformidade com o LQA de 4%).

Exemplo de inspeção de qualidade

A inspeção de qualidade foi realizada comparando-se os nomes geográficos da classe trecho de drenagem presentes nas Bases Cartográficas do Brasil, nas escalas 1:100 000 (BC100), 1:250 000 (BC250) e 1:1 000 000 (BCIM), tendo como recorte espacial o Estado de Goiás. Nesta inspeção, foram identificadas situações de divergência em que havia um nome geográfico diferente em cada escala, para uma mesma feição, conforme exemplo da Figura 22.

Figura 22 - Exemplo de ocorrências de comparação de nomes geográficos



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

Interpretabilidade de imagens do território

O objetivo desta medida de qualidade é indicar a capacidade de extração de feições geográficas, antrópicas e naturais, de imagens obtidas por sensoriamento remoto para atender escalas cartográficas de produtos geoespaciais. Recomenda-se que esta avaliação seja realizada de forma amostral, segundo um plano de amostragem orientado por área, agrupada por categoria de informação.

Identificador: IBGE:602

Nome da medida de qualidade: interpretabilidade de imagens do território

Elemento de qualidade: elemento usabilidade

Nome alternativo: interpretabilidade de imagens

Medida básica: indicador de acerto

Definição da medida de qualidade: indica se a imagem do território é adequada para a interpretação e aquisição de dados geoespaciais para produtos cartográficos.

Descrição do método de avaliação: a inspeção é realizada simulando a aquisição de uma determinada feição geográfica ou categorias de informação sobre a imagem do território, segundo as especificações técnicas do produto geoespacial desejado. Todas as divergências e dificuldades de aquisição, inclusive as ausências de feições, sem solução, devem ser indicadas nesta aferição de qualidade. Outras imagens de maior resolução espacial ou insumos podem ser utilizados para tal. Caso o insumo avaliado não atenda às especificações de aquisição para uma determinada escala, recomenda-se a definição de outro insumo com maior resolução para avaliação. Todas as classes de feições geográficas podem ser utilizadas na avaliação de interpretabilidade da imagem do território. O método de inspeção é externo, e o método de avaliação, inspeção amostral. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 6. O nível de conformidade desejado é baseado no Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4% e no plano de amostragem orientado por área.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

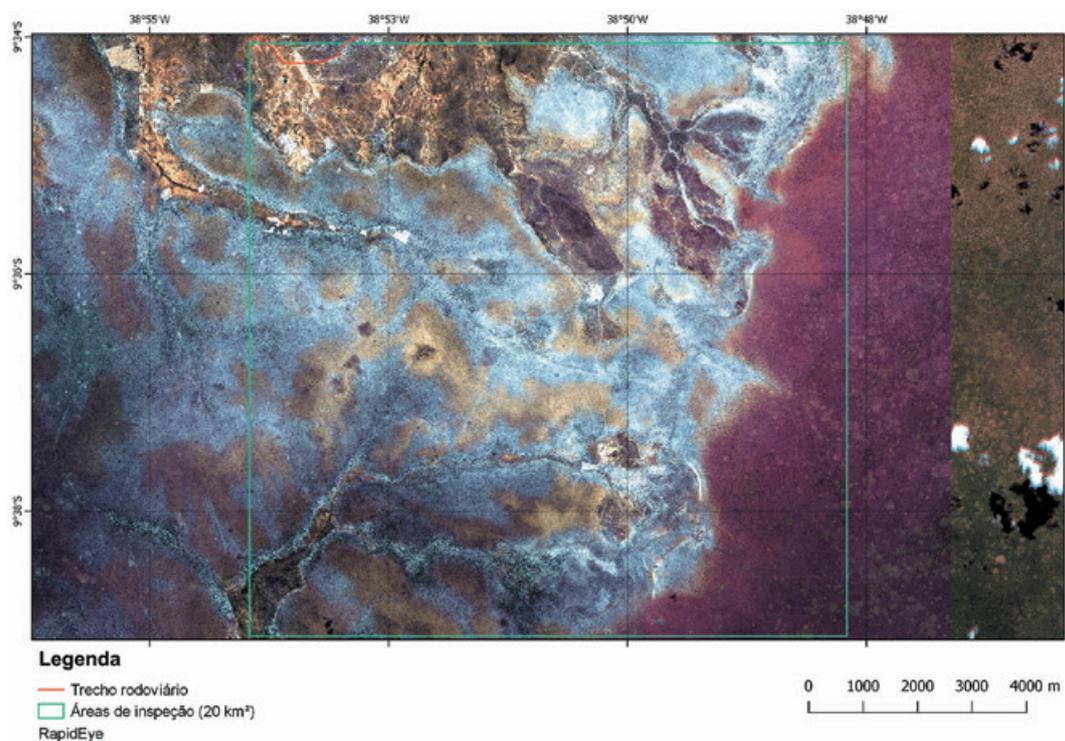
Referência da medida: -

Exemplo (resultado): verdadeiro (o conjunto de dados está em conformidade com o Limite de Qualidade Aceitável de 4%).

Exemplo de inspeção de qualidade

A inspeção de qualidade é realizada sobre toda a área de interesse do conjunto de dados a ser produzido ou em produção. A Figura 23 mostra um exemplo de área de inspeção com dificuldade de extração de dados geoespaciais de uma imagem RapidEye para a aquisição de feições de hidrografia para a escala 1:100 000.

Figura 23 - Exemplo de área de inspeção de interpretabilidade sobre a imagem do território RapidEye



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

Caso a imagem do território avaliada para a aquisição do dado geoespacial não seja aprovada, recomenda-se a avaliação de um novo insumo. Esse novo insumo visa substituir ou complementar a imagem do território avaliada, preferencialmente nas situações onde a interpretabilidade foi considerada baixa para a aquisição das feições geográficas.

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

João Bosco de Azevedo

Coordenação de Cartografia

Leila Freitas de Oliveira

Organização e elaboração

Alex da Silva Santos

Odair Goncalves Martins Junior

Renata Curi de Moura Estevão Nagatomi

Tais Virginia Gottardo

Estagiários

Anna Carolina Santos Lima dos Santos

Beatriz Xavier Frazão

Isabella Souza Santos de Faria

Karina Fragoso Hermenegildo

Matheus de Oliveira Belo

Renan Rodrigues Toledo Costa

Tiago Vendramini de Oliveira Santos

Elaboração de ilustrações

Alex da Silva Santos

Daniella Castilho Pacheco

Graziela Martins Genovez

Yuri Soares Gondim

Colaboração

Alexandre Jose Almeida Teixeira

Aline Lopes Coelho

Ana Aguiar Real Marinho
Beatriz Cristina Pereira de Souza Pinto
Darlan Miranda Nunes
Daniella Castilho Pacheco
Ericka Delania Veirissimo de Andrade
Evaldo Pires
Felipe Rafael de Sá Menezes Lucena
Fernando Bezerra Barroso
Francisco Cristiano Orlando
Geraldo Santos Landovsky
Graciosa Rainha Moreira
Graziela Martins Genovez
José Augusto Faes
Juliane Christine Silveira
Karen Cazon Arraya
Leila Freitas de Oliveira
Leonardo Scharth Loureiro Silva
Luiz Antônio Xavier
Marcelo Rodrigues de Albuquerque Maranhão
Mateus Sousa Costa
Patrícia do Amorim Vida Costa
Paulo Trezena Christino
Priscila Almeida de Oliveira
Rafael Balbi Reis
Rayane Barros Santos
Renato José Furigo Lelis
Simone Silveira Rodrigues
Valéria Oliveira Henrique de Araújo
Valmir Bosio
Vinícius de Moraes Pinheiro
Viviane Barbosa Diniz
Walter Humberto Subiza Pina
Yuri Soares Gondim

Projeto Editorial

Centro de Documentação e Disseminação de Informações

Coordenação de Produção

Marisa Sigolo

Gerência de Editoração

Estruturação textual

Fernanda Jardim

Leonardo Martins

Marisa Sigolo

Diagramação tabular e de gráficos

Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro

Solange Maria Mello de Oliveira

Diagramação textual

Carlos Amaro Feliciano da Silva

Programação visual

Fernanda Jardim

Luiz Carlos Chagas Teixeira

Marisa Sigolo

Gerência de Documentação

Pesquisa e normalização documental

Ana Raquel Gomes da Silva

Fabiana do Nascimento Cortes Muniz (Estagiária)

Juliana da Silva Gomes

Lioara Mandoju

Nádia Bernuci dos Santos

Normalização textual

Ana Raquel Gomes da Silva

Elaboração de quartas capas

Ana Raquel Gomes da Silva

Gerência de Gráfica

Ednalva Maia do Monte

Newton Malta de Souza Marques

Impressão e acabamento

Helvio Rodrigues Soares Filho

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

A constante evolução tecnológica vem propiciando à área de Geociências um aumento na produção, demanda, acesso e número de usuários de dados geoespaciais, cujo processo de elaboração envolve operações e métodos pautados em normas internacionais e especificações técnicas nacionais que visam a qualidade dos produtos gerados.

Com o lançamento da segunda edição do presente Manual Técnico em Geociências, o IBGE objetiva orientar as inspeções de qualidade de produtos geocientíficos para retratar a qualidade de seus dados geoespaciais. A abordagem deste Manual visa à inspeção de produtos cartográficos, e suas métricas podem ser aplicadas tanto no produto finalizado, quanto durante o processo de produção de qualquer área das Geociências. A edição ora disponibilizada incorpora atualizações, melhorias de abordagem e ajustes em relação à anterior, divulgada em 2017.

A publicação está estruturada em quatro capítulos. O primeiro, **Qualidade de dados: uma abordagem geoespacial**, apresenta uma visão geral do conceito de qualidade, a visão do produtor e a visão do usuário, a qualidade de um produto com representação geoespacial, normas e padrões para dados geoespaciais, bem como os elementos de qualidade de dados espaciais. O segundo capítulo, **Amostragem aplicada a dados geoespaciais**, aborda conceitos e métodos de amostragem utilizados na avaliação de dados espaciais, cabendo destacar o tópico referente à elaboração de planos de amostragem, com base em níveis de inspeção e conformidade, para estabelecer critérios de aprovação e reprovação da qualidade. O terceiro 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, tratando, ainda, da 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. Os Apêndices que complementam a publicação trazem exemplos de medidas de qualidade, agrupadas segundo os aspectos de consistência lógica, completude, acurácias (posicional, temática, temporal) e usabilidade que devem ser avaliados em conjuntos de dados espaciais, considerando para tal produtos geocientíficos selecionados do IBGE.

Espera-se que as orientações presentes neste Manual, também disponibilizado no portal do IBGE na Internet, auxiliem produtores e usuários, em conjunto com as demais normas e especificações técnicas da Cartografia nacional, no alcance dos níveis de conformidade desejados para seus dados geoespaciais.

