



ANÁLISE DAS PRINCIPAIS NORMAS BRASILEIRAS PARA AUDITORIA DE DADOS GEOESPACIAIS

Aplicação em casos práticos

ANALYSIS OF THE MAIN BRAZILIAN STANDARDS FOR AUDIT OF GEOSPATIAL DATA

Applications to practical cases

Luiz Carlos Teixeira Coelho

Pós-doutor em visão computacional pelo Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Pós-Doutor em sistemas de informação geográfica pela Universitat Politècnica de València (UPV), na Espanha. Doutor em planejamento urbano e regional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestre em informática pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Graduado em engenharia cartográfica pelo Instituto Militar de Engenharia (IME). Auditor de Controle Externo – Especialidade Engenharia do Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro (TCM/RJ), cedido, como pesquisador, para o Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPPM). Professor adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFRJ. Sacerdote da Igreja Episcopal Anglicana do Brasil (IEAB).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6920722851435707>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4466-9772>

E-mail: luiz.coelho@eng.uerj.br

Leonardo Vieira Barbalho

Doutorando em engenharia geomática pela Universitat Politècnica de València (UPV), na Espanha. Mestre em engenharia urbana pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Especialista em topografia e sensoriamento remoto pela Unyead Educacional S.A. Especialista em geoprocessamento pela Unyead Educacional S.A. Graduado em engenharia cartográfica pela Universidade do Estado do Rio Janeiro (UERJ). Professor assistente da UFRJ.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5682401830729391>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2938-7934>

E-mail: leonardovb@poli.ufrj.br



Jonatas Goulart Marinho Falcão

Mestrando em engenharia urbana pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Poli-UFRJ). Graduado em engenharia cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3900033646808329>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-8515-7179>

E-mail: jonatasgmf@gmail.com

Louise Gil Soares Ferreira

Mestranda em engenharia urbana pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Graduada em engenharia cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5374012622220824>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-6004-1230>

E-mail: gillouise1999@gmail.com

Yara Vieira Lopes

Graduanda em engenharia cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3220015061799933>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-0197-885X>

E-mail: yaravieiralopes@gmail.com

Andrew Santana da Silva

Graduado em engenharia cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Servidor da UERJ.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6796305480381154>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-7064-1059>

E-mail: andrewuerj@gmail.com

Gabriel Marcial de Paiva

Graduado em engenharia cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Servidor da UERJ. Engenheiro de dados da NTT DATA (NTT).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7822973847032424>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2107-8539>

E-mail: gmarcial228@gmail.com

Cesar Vicente da Costa

Graduado em engenharia cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Engenheiro de produção.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0519013935870344>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7222-5370>

E-mail: cesarvicentecosta@gmail.com



RESUMO

À medida que a geoinformação se digitaliza e a atuação estatal na produção de dados geoespaciais diminui, a responsabilidade pela geração de mapas e de sistemas de informação geográfica recai majoritariamente sobre a iniciativa privada, mediante contratos. Tal cenário impõe grandes desafios à fiscalização e aos órgãos de controle. Este artigo tem como objetivo central analisar as principais normas brasileiras de controle de qualidade referentes à aquisição e à disponibilização de dados geoespaciais, para delas extrair critérios objetivos que possam ser utilizados na fiscalização de contratos e na aplicação da geoinformação na gestão pública. Como objetivo secundário, busca-se apresentar casos práticos de aplicação dessas normas e orientações para auditores e fiscais, por meio de experimentos de fácil replicação por servidores públicos. A pesquisa adotou metodologia documental e aplicada, com propósito explicativo e abordagem qualitativa. Os resultados demonstraram variações relevantes na adequação dos produtos geoespaciais adquiridos pelo poder público e reforçaram a necessidade de observância das normas, para melhorar a qualidade dos dados geoespaciais utilizados na tomada de decisão, na elaboração de contrato e na fiscalização de serviço especializado que gera e dissemina geoinformação. Portanto, a contribuição do estudo não se destina a especialistas, mas dirige-se, sobretudo, a usuários e gestores públicos envolvidos em atividades de fiscalização e auditoria.

Palavras-chave: dados geoespaciais; cartografia digital; imagens de satélite; fiscalização; contrato público; controle da administração pública.

ABSTRACT

As geoinformation becomes increasingly digitized and the state's role in producing geospatial data diminishes, responsibility for generating maps and geographic information systems falls largely on the private sector through contractual arrangements. This scenario poses major challenges for oversight and regulatory agencies. The primary aim of this article is to analyze the main Brazilian quality-control standards related to the acquisition and provision of geospatial data, in order to extract objective criteria that can be used in contract oversight and in the application of geoinformation in public management. As a secondary objective, the article seeks to present practical cases of how these standards are applied and to offer guidance to auditors and inspectors through experiments that can be easily replicated by public servants. The research adopted a documentary and applied methodology, with an explanatory purpose and a qualitative approach. The results revealed significant variations in the adequacy of geospatial products acquired by the public sector and reinforced the need to comply with standards to improve the quality of geospatial data used in decision-making, contract preparation, and oversight of specialized services responsible for generating and disseminating geoinformation. Therefore, the contribution of this study is not intended for specialists, but is directed mainly at public users and managers involved in oversight and auditing activities.

Keywords: geospatial data; digital cartography, satellite imagery; geographic information, oversight; public administration audit.

Data de submissão: 10 de julho de 2024

Data de aprovação: 5 de dezembro de 2025.



1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a produção de dados geoespaciais era implementada, em grande parte, por instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) ou a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). Ou seja, ainda que os dados de origem – majoritariamente fotogramétricos e geodésicos – fossem obtidos por empresas de levantamento contratadas mediante licitação pública, grande parte do processamento dessas informações e da geração de produtos derivados era realizada no âmbito da própria instituição pública, que aplicava seus próprios procedimentos de controle de qualidade e fluxos de produção.

Entretanto, nas últimas décadas, a produção geoespacial no Brasil passou por expressiva dinamização, marcada pelo crescimento do número de empresas privadas que produzem, gerenciam e distribuem informação geoespacial. Esse movimento ocorre não somente por meio de contratos com a Administração Pública, mas também como resposta à crescente demanda da iniciativa privada por inteligência geográfica. Tal dinamização pode ser creditada a diversos fatores, dentre os quais:

- a reforma da Administração Pública, especialmente após a Emenda Constitucional (EC) 19, de 4 de junho de 1998 (Brasil, 1998a), que, dentre outros objetivos, buscou racionalizar a gestão estatal, definir de forma mais precisa as atividades exclusivas de Estado, estabelecer limites entre as administrações direta e indireta e incentivar a parceria entre o setor privado e o poder público (Brasil, 1998b). Como consequência, a produção de informação geográfica temática passou a ser, cada vez mais, terceirizada por órgãos e autarquias, cabendo ao servidor público acompanhar e fiscalizar a implementação desses contratos. Tal impacto recai até mesmo sobre a produção de informação geográfica de base, que, diante da redução do aparato estatal, passou a demandar do servidor de carreira atividades de fiscalização do processamento de dados geoespaciais, bem como desenvolvimento de novas metodologias e realização de pesquisa científica;
- a implementação do Ministério das Cidades (MCID), e o consequente incentivo ao desenvolvimento do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) em âmbito nacional, enquanto política pública de desenvolvimento econômico e social (Loch; Erba, 2007, p. 137-139). Todo CTM demanda um componente chamado “cadastro físico”, ao qual são integrados o cadastro jurídico (informação cartorária), o cadastro econômico (sobretudo plantas genéricas de valores) e outros tipos de cadastros temáticos (Amorim; Pelegrina; Julião, 2018). O estímulo ao georreferenciamento de imóveis urbanos e rurais levou municipalidades e proprietários a contratarem serviços de topografia, geodésia e aerofotogrametria em proporções cada vez maiores (Erba; Oliveira; Lima Júnior, 2005). A descentralização da produção de dados geoespaciais implica, muitas vezes, a contratação de serviços especializados de geoinformação por órgãos e entidades de menor porte, que frequentemente não dispõem de pessoal técnico especializado (Erba; Piumetto, 2021);
- o advento do Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (Sinter), concebido como integrador dos diferentes cadastros imobiliários no Brasil (Breves; Peres; Cruz,



2018). Proposto como estrutura modular, hospedada em nuvem, o Sinter visa a reunir e disponibilizar informação geográfica concernente à propriedade imobiliária em todo o país, integrando os diferentes CTMs e oferecendo ainda mais possibilidades de geração, intercâmbio e processamento de dados geoespaciais;

- a implementação da Infraestrutura Nacional de Dados Geoespaciais (INDE), como política pública legalmente instituída pelo Decreto Presidencial 6.666, de 27 de novembro de 2008, que organizou e disponibilizou dados geoespaciais de forma integrada no Brasil. O sistema facilita o acesso a informações cartográficas, geodésicas e geoespaciais, promovendo a interoperabilidade entre diferentes órgãos e instituições (Brasil, 2010, p. 89). A INDE preocupa-se com padronização, armazenamento e coleta de dados geográficos (Brasil, 2010);
- o avanço da tecnologia de cartografia digital e de sistemas de informação geográfica, especialmente no tocante aos geoserviços via **web** (Longley; Goodchild; Maguire; Rhind, 2015, p. 233), que permitem visualizações e análises de dados geoespaciais, mapas temáticos e dados de imagem – mosaicos de imagens aéreas ou de satélite, bem como imagens capturadas por drones. Soma-se a essa revolução digital a possibilidade de executar muitas dessas tarefas por meio de software livre e do uso de padrões abertos de interoperabilidade, sobretudo os definidos pelo Open Geospatial Consortium (OGC) (2024). Tais transformações no campo das geotecnologias têm facilitado sua utilização nas diversas esferas da administração pública, ainda que, por vezes, acompanhadas de redundâncias e sobreposições de atribuições.

A lista apresentada resume, sem buscar extinguir, as principais transformações referentes à produção de dados geoespaciais nas últimas duas décadas. Com o impulso proposto pelas políticas públicas de democratização da geoinformação, o advento de novas tecnologias e a multiplicidade de padrões abertos, é possível vislumbrar cenário em que informação geográfica é produzida em diferentes contextos e como parte de inúmeros contratos celebrados com a Administração Pública.

Entretanto, tal ubiquidade impõe grandes desafios ao agente público, tanto ao encarregado pela fiscalização de tais contratos quanto ao que atua no controle interno ou externo da administração pública. Contratos de produção e análise de geoinformação podem ser relativamente custosos – especialmente aqueles que lidam com geração de cartografias de base – como restituições fotogramétricas – e integração personalizada de bases geoespaciais, para visualização e análise por órgãos governamentais. E, embora ferramentas de geoinformação já sejam utilizadas como apoio à decisão em órgãos de controle externo, como atestam Coelho e Fornelos (2012), bem como Ferraz *et al.* (2015), seu uso ainda permanece restrito a núcleos específicos de auditoria (Mbura; Siriba; Karanja, 2023; Intosai, 2013), sem ampla disseminação entre os demais órgãos de fiscalização ou controle.

Como riscos principais concernentes à má fiscalização ou ao mau controle desses fluxos produtivos, destacam-se a obtenção de produtos de qualidade pior que a esperada; o compartilhamento limitado de dados intermediários e finais; e a falta de interoperabilidade, condicionando usos e análises da geoinformação adquirida a soluções específicas



de software e a implementações desenvolvidas por empresas contratadas – o que sujeita a Administração Pública à dependência contínua dos mesmos fornecedores. Em decorrência disso, o cenário que se apresenta é de formidáveis desafios para o gestor público encarregado da fiscalização, da auditoria, do acompanhamento de contrato e da implementação de política pública que envolve geoinformação em suas múltiplas formas.

À luz de tais desafios, este artigo tem como objetivo principal apresentar análise das principais normas concernentes à aquisição e à disponibilização de dados geoespaciais, de modo a extrair delas critérios objetivos a serem utilizados na fiscalização de contrato e na aplicação da geoinformação na gestão pública. Como objetivo secundário, o artigo busca apresentar alguns exemplos de tarefas relativamente simples e plausíveis, que podem ser conduzidas pelo gestor público em atividades de fiscalização e controle.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As normas concernentes à qualidade de dados geoespaciais desempenham papel crucial na padronização e na avaliação da qualidade do trabalho de geração e de disseminação desses dados. Cada norma estabelece diretrizes e fundamentos para atividades cartográficas e correlatas, visando à eficiência e à racionalidade em nível nacional.

Por muitos anos, os principais procedimentos no tratamento de geoinformação foram indexados em manuais compostos, sobretudo, pela DSG e pelo IBGE. Outros órgãos, bem como outras instituições de cartografia das Forças Armadas, tinham os próprios procedimentos e rotinas internos.

O advento da Comissão Nacional de Cartografia (Concar) cria cenário de integração entre representantes de diferentes órgãos da Administração Pública, estabelecendo atribuições bem definidas – dentre elas, a harmonização de padrões para produção, disseminação e compartilhamento de dados geoespaciais (Brasil, 1997). Ao longo da primeira década do século XXI, as reuniões da Concar maturaram especificações técnicas, que, na década seguinte, foram detalhadas e aperfeiçoadas, bem como editoradas e partilhadas no Geoportal do Exército Brasileiro (Brasil, 2024). À DSG cabe a responsabilidade de confeccionar normas acerca da cartografia nacional em escalas de 1:250.000 e maiores, ao passo que ao IBGE incumbe definir normas para a rede geodésica de referência e cartografia em escalas maiores que 1:250.000 (Brasil, 1967). Portanto, cabe à DSG consolidar as diferentes normas concertadas no âmbito da Concar, bem como atualizá-las à luz do desenvolvimento das informações geoespaciais.

Na sequência, apresentam-se as principais normas em vigor e seus pontos de maior relevância para o agente público encarregado de fiscalizar ou auditar contrato de geoinformação. Para maior abrangência possível, foram descritas todas as normas referentes à qualidade de dados geoespaciais disponibilizadas pela Concar, logo, de caráter vinculante para todo o território nacional. São elas: Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) (Brasil, 2018); Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) (Brasil, 2017); Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados



Geoespaciais (ET-CQDG) (Brasil, 2016a); Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG) (Brasil, 2016b); e uma norma de transição, utilizada enquanto é aguardada sua substituição pelo Manual Técnico de Convenções Cartográficas T34-700 (Brasil, 2002). Soma-se a essas normas conjunto amplo de diretivas e procedimentos implementados pelos entes federativos, fora do escopo deste artigo.

2.1 Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais

Esta norma tem como objetivo estabelecer diretrizes para a aquisição de dados geoespaciais vetoriais, segundo as atribuições de classe de objetos da ET-EDGV. A ET-ADGV inclui a geometria e demais atributos essenciais à individualização das instâncias.

Sua adoção tornou-se necessária com o avanço do geoprocessamento e da cartografia digital, especialmente no contexto dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), quando se reconheceu a importância de definir regras para aquisição da geometria dos dados geoespaciais e de atributos correlatos. Isso visa a assegurar a padronização e a orientação do processo de aquisição de diversos tipos de dados geoespaciais vetoriais. Tal homogeneização abrange todos os métodos de aquisição de dados, como levantamento de campo, fotografias aéreas e imagens de sensores orbitais, uma vez que apresentam similaridades.

A norma aborda temas essenciais, fornecendo parâmetros para aquisição de vetores e composição de objetos complexos. Além disso, estabelece regras para cobertura do solo, bem como menciona e define feições vetoriais. Essas diretrizes visam a conferir consistência e eficácia ao processo de aquisição de dados geoespaciais vetoriais, contribuindo para a interoperabilidade e a qualidade das informações. A primeira versão de ampla divulgação foi a ET-ADGV 2010 v. 2.1.3, desenvolvida paralelamente à ET-EDGV 2010 v. 2.1.3. Desde então, a ET-ADGV vem sendo aperfeiçoada, encontrando-se na versão 3.0, de 2018 (Brasil, 2024).

2.1.1 Critérios para aquisição de feições

Apresentam-se, a seguir, alguns critérios de relevante importância para a aquisição de dados geoespaciais.

- Escala - no que diz respeito à escala utilizada, são estabelecidas as feições que devem ser adquiridas. Para saber se uma feição é representável na escala de aquisição obtida, calcula-se, por regra de três, se ela tem raio de topologia de 0,04 mm na escala de aquisição, conforme define a ET-CQDG (Brasil, 2016). Por exemplo, um bueiro com 45 cm (450 mm) de diâmetro precisa ser representado na escala 1:2.000, uma vez que $450/2000 = 0,225$ mm. Entretanto, tal cálculo não precisa ser realizado para cada instância no processo de definição de feições a serem adquiridas. A Tabela 1 sumariza alguns exemplos de feições, mediante código e classe, conforme a ET-EDGV, escalas previstas para aquisição da classe e tipo de geometria a ser usada naquela escala (ponto, linha ou polígono), de acordo com valores limites elencados na tabela, em mm ou mm² (para o caso de áreas). Exemplificando: uma barragem deve ser sempre representada em todas as escalas, sendo



utilizado seu limite, caso a área na escala da carta seja maior que 12,5 mm². Se a área for menor, mas a maior dimensão longitudinal for maior que 0,8 mm (na escala da carta), deve ser representada como uma linha. Em outros casos, deve ser representada como um ponto apenas, associado a determinada célula ou ícone de identificação.

Tabela 1 – Exemplos de feições e suas possíveis representações

Código	Classe	Escala	Área	Linha	Ponto
1.1.9	Hidreletrica	todas	1	1	X
1.1.11	Termeletrica	todas	1	-	X
1.1.13	Torre_Energia	1:1 a 1:25.000	-	-	X
1.2.2	Ext_Mineral	todas	25	-	X
1.3.1	Area_Umida	todas	25	-	-
1.3.3	Barragem	todas	12,5	0,8	X
1.3.9	Fonte_Dagua	1:1 a 1:100.000	-	-	X
1.4.14	Municipio	todas	ND*	-	-
1.4.18	Terra_Indigena	todas	ND*	-	-
1.4.20	Unidade_Conservacao	todas	ND*	-	-
1.6.3	Aterro	todas	4	2	X
1.6.4	Corte	todas	4	2	X
1.6.6	Curva_Nivel	todas	-	ND*	-
1.8.12	Ponte	todas	12,5	0,8	X
1.8.16	Tunel	todas	12,5	0,8	X
2.4.3	Edificacao	1:1 a 1:100.000	1	-	X
2.5.1	Acesso	1:1 a 1:25.000	12,5	5	X
2.5.2	Ciclovia	1:1 a 1:50.000	-	10	-

Fonte: ET-ADGV (Brasil, 2018).



- Nível de aquisição - para garantir a adoção consistente da norma, independentemente do nível de aquisição, os objetos são levantados conforme as especificações de cada projeto. Assim, são definidos três níveis de aquisição: *i) básico* – produto cartográfico preliminar no qual apenas a geometria e o atributo “geometria aproximada” são levantados; *ii) padrão* – produto cartográfico no qual todos os atributos obrigatórios são levantados, conforme as diretrizes da norma; e *iii) personalizado* – produto cartográfico no qual é realizado levantamento de conjunto de atributos opcionais de interesse para o projeto específico.
- Cobertura do solo - a superfície a ser mapeada deve ter sua topologia de polígonos validada e totalmente coberta, ou seja, sem vazios de mapeamento. Tais classes representam a “cobertura do solo”, abrangendo os elementos naturais e artificiais na superfície terrestre, e seguem a classificação estabelecida no Manual Técnico de Uso da Terra (MTUT), editado pelo IBGE (Brasil 2006), que compreende área construída, vegetação cultivada, vegetação natural, terreno exposto e massa d’água.

2.1.2 Aquisição de atributos das feições

Para ser capaz de adquirir as geometrias e de classificá-las corretamente, o operador deve conhecer o modelo de dados (EDGV) e as regras de aquisição (ADGV). As orientações para aquisição de cada tipo de objeto são definidas por meio de tabelas, que apresentam os principais aspectos de criação dos atributos, conforme detalhado a seguir.

- Classe - classificação da feição, segundo a norma EDGV.
- Código - código, segundo a norma EDGV.
- Geometria - possíveis opções de primitivas geométricas, podendo ser definidas como área (□), linha (—), ponto (★) ou complexo (C) (objeto montado).
- Método - descrição das regras de aquisição, distribuídas entre definição breve – introdução da classe; regras – conjunto de regras de aquisição; atributos obrigatórios – devem ser adquiridos conforme a norma ou ser relevantes em algum contexto de especialização; relacionamentos – possíveis relacionamentos importantes na montagem do objeto, sendo opcional; caso específico n° x – aquisição de alguma classe específica, podendo ter linhas adicionais.
- Ilustração - cada descritor pode possuir uma ou mais figuras que ilustram o processo de aquisição da classe descrita.

Inconsistências nos atributos descritivos devem ser evitadas no preenchimento dos dados, uma vez que valores incompatíveis entre si podem interferir na acurácia das informações do produto.

Além disso, é necessário adotar regras na nomeação dos atributos, pois, na maioria dos formatos em que os dados geoespaciais são disponibilizados, como o Shapefile (ESRI), não



se permitem representação complexa nem caracteres especiais, sendo computados até dez caracteres somente.

A Figura 1 apresenta exemplo de aquisição de feição para área densamente edificada. Em todo o manual, há exemplos para cada feição prevista na norma, o que torna o trabalho bastante lógico, embora árduo, às vezes.

Figura 1 – Exemplos de feições e suas possíveis representações

Classe	Código	Geometria
Area_Densamente_Edificada	1.4.5	□
Método	Ilustração	
<p>Área cuja proximidade das estruturas não permite a sua representação individualizada, mas sim o contorno da área do conjunto.</p> <p>Regras:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Primitiva geométrica do tipo área conforme descrito na Tabela 1; 2) Esta classe normalmente ocorre em pequenas escalas. <p>Atributos obrigatórios: geometriaAproximada = V F.</p>		

Fonte: ET-ADGV (Brasil, 2018).

2.2 Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais

A ET-EDGV desempenha papel crucial no contexto do Mapeamento Sistemático Terrestre, que é parte integrante do Sistema Cartográfico Nacional (SCN) – padrão incorporado à INDE.

Seu principal propósito é estabelecer padrão que organize, simplifique e promova a interoperabilidade das estruturas de dados geoespaciais vetoriais no Brasil. O objetivo é facilitar o compartilhamento eficiente de informações oficiais, especialmente aquelas utilizadas na elaboração de mapas em escalas de 1:1.000 e menores. Desta forma, garante-se a integração coesa desses dados em uma base espacial unificada.



Trata-se de especificação técnica direcionada a produtores, desenvolvedores e programadores de SIGs, bem como a usuários finais de dados geoespaciais. Além disso, destina-se a órgãos e a instituições envolvidos na produção, na manutenção e no uso de dados cartográficos, com o objetivo de promover a padronização e a interoperabilidade dessas informações. Profissionais envolvidos na modelagem conceitual e lógica de dados geoespaciais vetoriais também encontram relevância nessa especificação técnica. Seu desenvolvimento ocorreu de forma paralela ao da ET-ADGV, de modo que ambas se complementam mutuamente. O essencial é que, ao se adquirir informação geográfica, ela já esteja estruturada conforme os padrões de interoperabilidade estabelecidos.

2.2.1 Principais características

As características da ET-EDGV que asseguram qualidade, precisão, consistência e portabilidade dos dados geoespaciais – e facilitam a compatibilidade e o compartilhamento de informações entre órgãos públicos e privados envolvidos na produção e no uso desses dados – são descritas a seguir.

- Padronização - busca uniformizar as estruturas de dados geoespaciais vetoriais oficiais, especialmente em escalas de 1:1.000 e inferiores.
- Modelagem orientada a objetos - utiliza técnica de orientação a objetos, incorporando conceitos da UML 2.4.1 e OMT-G.
- Interoperabilidade e compartilhamento de dados - facilita o compartilhamento de dados de referência, promovendo interoperabilidade e otimização de recursos.
- Atualização e agregação de informações - permite a incorporação eficiente de novas informações e atualizações na base cartográfica.
- Adoção de padrões internacionais - aumenta a adesão aos padrões de intercâmbio de dados da OGC.

2.2.2 Parâmetros de qualidade

A ET-EDGV aborda parâmetros essenciais para dados geoespaciais vetoriais, que visam a assegurar consistência, relevância e exatidão das informações cartográficas em escalas de 1:1.000 e menores. Os principais são listados a seguir.

- Consistência topológica - assegurada pelo enfoque de aspectos específicos da aquisição dos dados e pela observação de características topológicas fundamentais quando da produção dos dados.



- Atualização e manutenção da qualidade - garantidas pela facilidade de agregação de novas informações e de atualização dos dados geoespaciais ao longo do tempo.
- Portabilidade dos arquivos - garantida para permitir sua utilização em diferentes ambientes e sistemas de informação geográfica.
- Documentação dos metadados - exigida conforme as especificações da INDE, a fim de garantir a interoperabilidade e a reutilização dos dados.
- Padronização da simbologia - definida por um conjunto uniformizado de símbolos que representam cada categoria de características geoespaciais, para consistência visual dos dados.
- Precisão dos dados - alcançada por meio de requisitos estabelecidos para garantir a exatidão das representações cartográficas em escalas de 1:1.000 e menores.

2.3 Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais

A ET-CQDG tem como principal propósito fornecer abordagem padronizada para avaliação da qualidade dos produtos que compõem os conjuntos de dados geoespaciais integrados ao SCN do Brasil. A padronização possibilita a comparação entre os conjuntos de dados avaliados, por utilizar estrutura comum. Além do objetivo central, destacam-se objetivos secundários, tais como:

- estabelecer definições relacionadas à avaliação da qualidade de produtos geoespaciais;
- descrever as medidas empregadas na avaliação de qualidade;
- detalhar os procedimentos utilizados na avaliação;
- definir as diretrizes para o relato da qualidade; e
- apresentar os parâmetros de conformidade destinados aos produtos de referência no contexto brasileiro.

O conceito de qualidade pode ser compreendido como a conformidade com uma especificação. Atualmente, está intrinsecamente associado à capacidade de um produto ou serviço de atender às necessidades do cliente (Servigne; Lesage; Libourel, 2006). Mesmo com a redução dos custos relacionados à coleta e ao processamento de informações geográficas, decorrente do surgimento de novas tecnologias, a avaliação da qualidade dos dados geográficos é crucial para viabilizar a integração entre as informações coletadas.



Essencialmente, as informações sobre dados podem ser assim classificadas:

- informação não quantitativa da qualidade - refere-se a informações de natureza geral, de grande relevância para compreender o propósito e o histórico dos dados, bem como para contemplar outros possíveis usos em aplicações distintas das habitualmente consideradas; e
- informação quantitativa da qualidade - relaciona-se aos comportamentos da informação geográfica (IG) que podem ser mensurados. São detalhados por meio dos elementos de qualidade, conhecidos como componentes da qualidade dos dados geográficos.

2.3.1 Principais conceitos abordados

A ET-CQDG possui cinco parâmetros principais de controle de qualidade, a saber: completude, consistência lógica, acurácia posicional, acurácia temporal e acurácia temática.

A completude de informações geográficas refere-se à presença ou ausência de feições, vinculando-se ao alinhamento com o modelo de dados (ET-EDGV) e à especificação de aquisição de dados (ET-ADGV). A qualidade é prejudicada pela completude, tanto por excesso, quando feições desnecessárias estão presentes, quanto por omissão, quando feições necessárias são omitidas. A seguir, explicam-se os procedimentos relativos à análise de cada tipo.

- Na análise por excesso, “conta-se a quantidade de objetos presentes na amostra (n_1) que não possuem correspondente na amostra de referência (tamanho n). O resultado da medida é a proporção n_1/n , expressa como porcentagem de 0 a 100% (Brasil, 2016).
- Na análise por omissão, faz-se procedimento similar ao anterior, contando-se, neste caso, a quantidade de objetos ausentes na amostra e avaliando-se o percentual de omissões.

Como exemplo, pode-se citar uma restituição fotogramétrica ou vetorização sobre ortoimagem, com o fim de identificar piscinas para tributação. O erro por excesso compreende a inserção de piscinas não existentes na base. O erro por omissão compreende a falta de registros de piscinas existentes. Em ambos os casos, a base de informação geográfica precisa estar consistente com a realidade, senão haverá sobretaxação de alguns contribuintes (excesso) ou renúncia de receita (omissão) por parte da municipalidade.

Consistência lógica trata do cumprimento de regras lógicas da estrutura, dos atributos e das relações dos dados, considerando aspectos conceituais, físicos e lógicos. As respectivas categorias são explicitadas a seguir.



- Na consistência conceitual, verifica-se a compatibilidade entre o produto ofertado e seus requisitos originais. Por exemplo, em um mosaico de ortoimagens, espera-se que elas tenham certa resolução espacial e número de bandas. Não há consistência conceitual se tais parâmetros mínimos não forem atendidos.
- Na consistência de domínio, identificam-se quais atributos não geoespaciais foram preenchidos, calculando-se uma proporção de atributos sem preenchimento. Ou seja, a partir da estruturação prevista na ET-EDGV, a aquisição (modelada pela ET-ADGV) deve contemplar o preenchimento de atributos para cada feição. Em um controle de qualidade (ET-CQDG), busca-se verificar se as regras previstas nas duas normas anteriores foram atendidas ou se há campos que foram criados (estrutura correta), mas não preenchidos (inconsistência de domínio).
- Na consistência de formato, afere-se a compatibilidade entre o produto apresentado e o padrão definido pela norma. Por exemplo, para a produção de mapas digitais em escalas-padrão, é definida uma folha-modelo contendo uma série de legendas com informações marginais necessárias, bem como grades de coordenadas. Nesse caso específico, o quesito de consistência de formato avalia a pertinência do produto apresentado em relação à folha-modelo.
- Na consistência topológica, avaliam-se regras de topologia nos produtos vetoriais, como o fechamento de todos os polígonos – ponto inicial coincidindo com o final; a contiguidade de polígonos adjacentes – sem sobreposições ou espaços vazios entre ambos; e a quebra em nós de feições lineares. Como exemplos de inconsistências topológicas a serem verificadas, destacam-se: curvas de nível de altitudes diferentes que se cruzam; lotes contíguos com sobreposição ou espaçamento; eixos de logradouros que se cruzam entre si sem a definição de um nó.

A acurácia posicional avalia a qualidade da posição geográfica das coordenadas dos dados geoespaciais, sendo classificada em três categorias: *i) absoluta* – discrepância em relação a fontes mais precisas; *ii) relativa* – não contemplada pela ET-CQDG; e *iii) do grid* – aplicada a malhas regulares. É uma das métricas mais antigas, originada no Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), desenvolvido na década de 1980 como instrumento para avaliar a qualidade de dados cartográficos (Brasil, 1984). Na versão atual, o Padrão de Acurácia Posicional para Produtos Cartográficos Digitais (PAP-PCD) é mensurado da seguinte forma.

1) Selecionar pontos de controle com precisão pelo menos três vezes superior ao produto que será avaliado. Os pontos devem ser perfeitamente identificados no terreno e no produto. O tamanho da amostra é determinado pelo processo de avaliação.

2) Calcular o erro em cada componente planimétrica para o universo de pontos considerados. Os pontos do produto que serão testados são identificados pelo sufixo “t” e os pontos de referência (controle) são identificados pelo sufixo “r”.



- 3) Calcular a componente horizontal dos erros para cada ponto “i” da amostra. [...]
- 4) Calcular o erro médio quadrático (EMQH) dos erros da amostra. [...]
- 5) Comparar cada valor de eHi com o erro máximo admissível (EM) da tabela PEC para cada classe. O produto se enquadra onde tiver pelo menos 90% de pontos com erro inferior ao EM. Se nenhum valor for correspondente, o resultado será “não conforme” e encerra-se a medida.
- 6) Comparar o valor de EMQH com o erro-padrão da tabela PEC para a classe identificada no passo 5. Se for menor, o resultado é a classe encontrada no passo 5. Se for maior, caminha-se na tabela PEC até encontrar um valor menor ou, caso não seja encontrado, a medida resulta “não conforme” (Brasil, 2016).

Observa-se, então, que se trata de procedimento estatístico destinado a avaliar a qualidade dos dados ao nível da coordenada, permitindo classificá-los de acordo com a precisão e a acurácia esperadas. A Tabela 2 apresenta exemplo de referência, com valores de erro-máximo admissível e erro-padrão esperados.

Tabela 2 – Tabela de erros admissíveis em escalas grandes

Tipo	PEC	1:1.000		1:2.000		1:5.000		1:10.000	
		EM	EP	EM	EP	EM	EP	EM	EP
Planimetria	A	0,28	0,17	0,56	0,34	1,40	0,85	2,80	1,70
	B	0,50	0,30	1,00	0,60	2,50	1,50	5,00	3,00
	C	0,80	0,50	1,60	1,00	4,00	2,50	8,00	5,00
	D	1,00	0,60	2,00	1,20	5,00	3,00	10,00	6,00
Altimetria	A	0,27	0,17	0,27	0,17	0,54	0,34	1,35	0,84
	B	0,50	0,33	0,50	0,33	1,00	0,67	2,50	1,67
	C	0,60	0,40	0,60	0,40	1,20	0,80	3,00	2,00
	D	0,75	0,50	0,75	0,50	1,50	1,00	3,75	2,50

Fonte: ET-CQDG (Brasil, 2016).

2.3.2 Critérios de amostragem

O dimensionamento da amostra, na inspeção de um produto geoespacial, deve considerar vários critérios, inclusive a quantidade de itens (feições) e sua distribuição espacial. A CQDG estabelece que a combinação de critérios contribui para aumentar a representatividade da amostra. O procedimento adotado pela CQDG segue os planos de amostragem definidos nas normas ISO 2859-1 e 2859-2, incorporando padrão de seleção de itens baseado em células, que consiste na divisão do espaço geográfico do produto.



Na abordagem de amostragem espacial, o produto avaliado é subdividido em células de 4 x 4 cm na escala do produto, formando um grid. Após essa subdivisão, cada célula é avaliada para que se determine se deve ser incluída na população a ser avaliada no lote. A norma define três tipos de amostragem espacial, considerando o tipo de item presente no produto: amostragem de pontos de controle posicional, amostragem de fenômenos contínuos e amostragem de objetos.

2.4 Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais

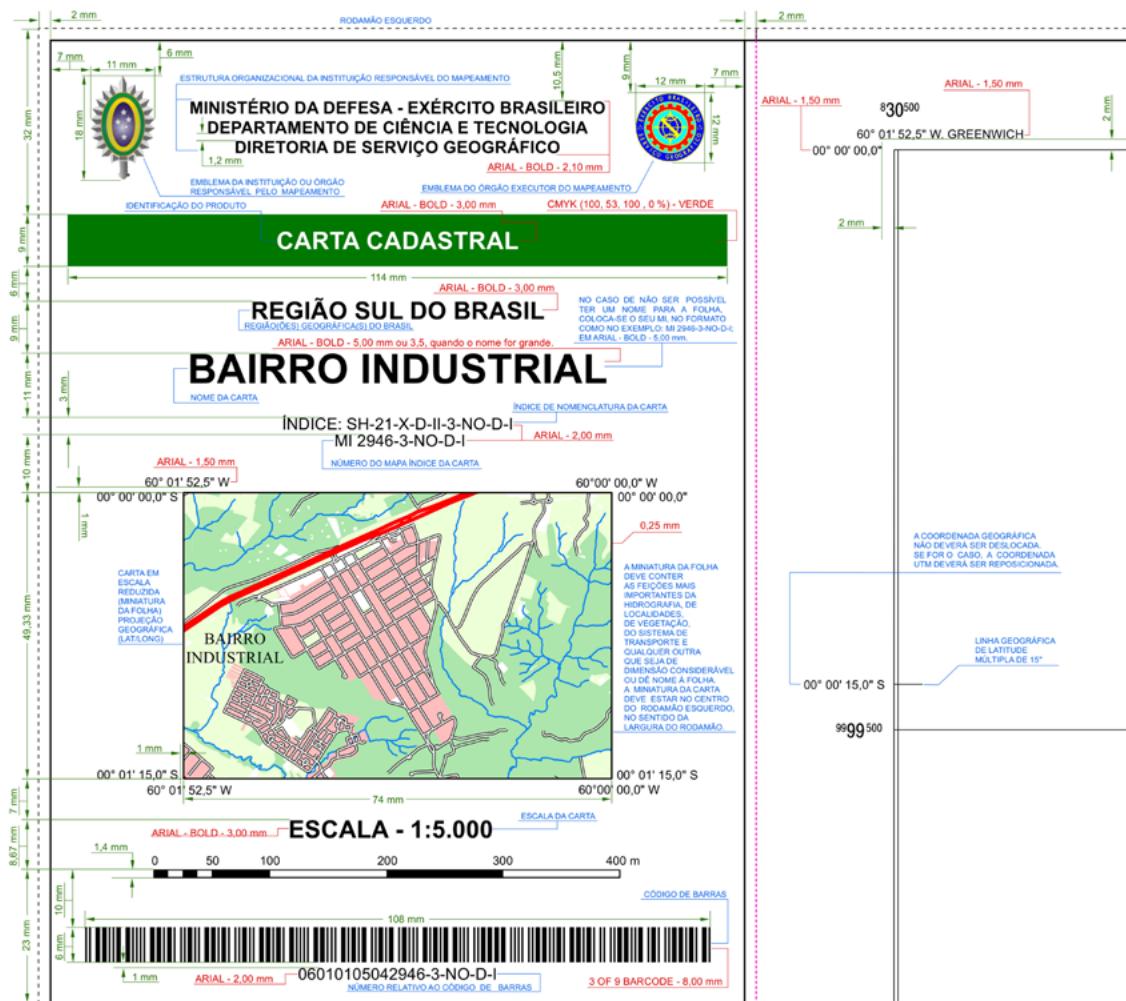
A ET-PCDG constitui conjunto abrangente de diretrizes, estabelecido pelo Exército Brasileiro, com o intuito de padronizar produtos e definir critérios para conjuntos de dados geoespaciais, contemplando tanto aspectos vetoriais quanto matriciais.

Essa especificação técnica engloba diversos elementos, que vão desde a descrição dos produtos até a caracterização de suas propriedades e dos formatos destinados à distribuição. Além disso, a ET-PCDG apresenta interconexão com outras especificações técnicas essenciais, como a ET-ADGV, a ET-EDGV e a futura Especificação Técnica para Representação de Dados Geoespaciais (ET-RDG). A interligação proporciona abordagem integrada e holística no gerenciamento e na produção de conjuntos de dados geoespaciais, garantindo consistência, precisão e eficiência ao processo.

Em complemento à PCDG, e mais especificamente para o produto de conjunto do tipo “carta”, foram definidas folhas-modelo, para mapeamento sistemático nas escalas de 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000 (Figura 2) e 1:10.000 (voltadas ao nível cadastral), além das escalas tradicionais do mapeamento sistemático, como 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.00.



Figura 2 – Detalhe de folha-modelo para a escala 1:5.000



Fonte: ET-PCDG (Brasil, 2016b).

2.4.1 Principais características

A ET-PCDG define as orientações para a especificação técnica de produtos de conjuntos de dados geoespaciais, abrangendo tanto os formatos vetoriais quanto os matriciais. Dentre as características fundamentais desta norma estão incluídas as seguintes.

- Definição dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais - a ET-PCDG estabelece critérios e especificações para diversos tipos de produtos geoespaciais, abrangendo dados vetoriais, matriciais e outros, como cartas topográficas e ortoimagens.
 - Padronização da representação das instâncias das classes de objetos - a especificação define diretrizes para representação das classes de objetos em diferentes escalas, assegurando consistência e padronização na forma como os dados são apresentados.



- Estabelecimento de procedimentos de controle de qualidade dos dados geoespaciais - o documento descreve procedimentos e parâmetros para controle de qualidade dos dados geoespaciais, garantindo a precisão e a confiabilidade dos produtos gerados.
- Orientação para aquisição da geometria dos dados vetoriais - a ET-PCDG faz referência a outras normas, como a ET-ADGV, que define regras gerais para a aquisição de atributos das feições, incluindo sua geometria.
- Complementação por meio de anexos - a especificação técnica inclui anexos com informações suplementares, como metadados, modelo de folha e glossário de termos e definições, que complementam e detalham as orientações delineadas no texto principal do documento.

2.4.2 Definições adicionais

A ET-PCDG define, ainda, certos parâmetros a serem contemplados pelos conjuntos de dados (sejam matriciais, sejam vetoriais). Os principais são descritos a seguir.

- Acurácia posicional - diz respeito à exatidão da localização geográfica dos elementos retratados nos dados geoespaciais. A norma define padrões para a precisão posicional absoluta do centro das células na ortoimagem, assim como a precisão posicional relativa das características representadas em relação à ortoimagem.
- Completude - envolve a integridade e a presença de informações necessárias nos dados geoespaciais. Os elementos de qualidade relativos à completude incluem a quantidade de nuvens e sombras que oblitera informações; a omissão de metadados obrigatórios do produto; a omissão nos valores dos atributos dos metadados; e a resolução radiométrica e espacial.
- Consistência lógica - refere-se à conformidade dos dados geoespaciais com os padrões e os formatos estabelecidos. Os elementos de qualidade relativos à consistência lógica incluem a consistência no formato do arquivo e a consistência no formato (apenas enquadramento).
- Acurácia temática - está relacionada à precisão na representação das características temáticas ou dos atributos dos elementos geoespaciais. Isso engloba a precisão na interpretação das feições; a precisão na interpretação e no preenchimento dos atributos das feições; a precisão na interpretação e no preenchimento dos metadados; e a correção das informações de toponímias impressas.
- Sistema de referência altimétrico - estabelece o sistema de referência altimétrico a ser utilizado para os dados geoespaciais, inclusive o datum vertical em vigor e suas especificações.



2.5 Manual Técnico de Convenções Cartográficas T-34 700

Trata-se de norma antiga, que permanece em vigor, tendo em vista que a ET-RDG ainda está em elaboração. Este manual, cuja edição mais recente foi lançada em 2002, tem como objetivo estabelecer diretrizes para representação cartográfica de acidentes naturais e artificiais destinados à elaboração de cartas topográficas e de produtos similares nas escalas de 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000. É dividido em duas partes: na primeira, definem-se conceitos, procedimentos e normas para utilização de símbolos convencionais; na segunda, são estabelecidos formatos e dimensões desses símbolos, bem como tipos e tamanhos de letras a serem empregados nas legendas das cartas.

O manual aborda diversos temas, como sistemas de transporte, vegetação, edificações, limites, infraestruturas, altimetria, localidades, hidrografia e pontos de referência. Além disso, trata de elementos fundamentais para construção e padronização das representações, incluindo generalização e convenções cartográficas, legenda e folha-modelo. A Figura 3 apresenta alguns exemplos de convenções cobertas por esse documento.

Em 2009, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a Norma Técnica Brasileira (NBR) 15777, que estabelece procedimentos para mapeamento em escala cadastral, como 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 (ABNT, 2009), não contempladas pelo Manual T-34 700. A norma define procedimentos para representação espacial nessas escalas, padroniza diversas convenções semiológicas para utilização nos documentos cartográficos e divide as feições em cinco principais temas, a saber: hidrografia, vegetação, curvas de nível, rodovias, hipsometria. Ademais, essa norma também estabelece alguns padrões para construção dos símbolos, além da espessura de traços e do tamanho de textos a serem utilizados nos produtos gerados nas escalas mencionadas.



Figura 3 – Exemplos de convenções cartográficas

Nº	EDIFICAÇÕES	AQUISIÇÃO DE DADOS	
		Símbolo	Especificações
308	Igreja ou templo não representável em escala com qualquer número de torres (que não exceda de 0,60 mm x 0,60 mm)	 Igreja do Senhor Bom Jesus	SSNR - 1,50 mm 
REPRESENTAÇÃO GEOMÉTRICA	REPRESENTAÇÃO FINAL		T 34-700 (2ª PARTE)
	Símbolo	Especificações	
Ponto	 Igreja do Senhor Bom Jesus	SSNR - 1,50 mm 0,60 0,40 1,25 0,60 0,60 0,60	CAPÍTULO 4 - PARÁGRAFO 4 - 2 - LETRAS a e c
Nº	EDIFICAÇÕES	AQUISIÇÃO DE DADOS	
		Símbolo	Especificações
316	Campo de futebol ou quadra de esportes (Legendar conforme o caso)	 Quadra de Esportes	SSNR - 1,50 mm  TRAÇAR NA ESCALA
REPRESENTAÇÃO GEOMÉTRICA	REPRESENTAÇÃO FINAL		T 34-700 (2ª PARTE)
	Símbolo	Especificações	
Limite de área	 Quadra de Esportes	SSNR - 1,50 mm 0,13 - - - - -  TRAÇAR NA ESCALA	CAPÍTULO 4 - PARÁGRAFO 4 - 2 - LETRA d

Fonte: T-34 700 (Brasil, 2002), adaptado para legibilidade.

2.6 Observações finais

Nesta seção, buscou-se, prioritariamente, resumir e apresentar as normas vigentes para um universo mais amplo de gestores públicos. É importante ressaltar que tais normas, além de estarem alinhadas com normativas internacionais, seguem tradição de qualidade dos dados geoespaciais que remonta ao Decreto 89.817, de 20 de junho de 1984 (Brasil, 1984). Gradualmente, têm sido adaptadas à revolução digital, que, invariavelmente, transformou a maneira como mapas e outros produtos cartográficos vêm sendo produzidos, gerados e compartilhados.

Desta forma, defende-se seu uso como meio seguro e adequado para análise e auditoria na aquisição e na disseminação de dados geoespaciais, devendo ser mencionadas como documentos de referência de qualidade, em conjunto com os que orientam licitações e



contratos. Além disso, mesmo quando não referenciadas previamente em edital, devem ser utilizadas como normas de fiscalização, por terem caráter oficial e, portanto, vinculante, e serem amplamente conhecidas por profissionais e por empresas do ramo.

3 METODOLOGIA

Este estudo tem como foco a qualidade dos dados geoespaciais – o que envolve precisão, mas não se limita a esse aspecto, conforme apresentado na seção 2. O trabalho foi desenvolvido em duas etapas:

- descrição clara dos principais elementos que regem a qualidade dos dados geoespaciais – fontes seguras nas quais agentes e órgãos públicos podem se basear para analisar dados produzidos tanto por contratos com a iniciativa privada quanto por instituições públicas; e
- análise de casos exemplificativos, nos quais são examinados alguns produtos geoinformacionais contratados pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro e disponibilizados pelo Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP), mediante convênio com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Tais exemplos buscam ilustrar possível fluxo de auditoria em geoinformação que pode ser replicado por agentes públicos, independentemente do grau de familiaridade que possuam com geotecnologias. Ao final da análise, expõem-se pontos para discussão e desafios à Administração Pública, de modo a assegurar que contratos – cada vez mais frequentes – sejam acompanhados com o máximo de eficiência e sem desvios de finalidade.

É importante considerar que a tarefa principal de observância da norma recai sobre a empresa ou o órgão executor da aquisição e da disponibilização de dados geoespaciais e não sobre o servidor que fiscaliza ou audita tal tarefa. Tanto a elaboração do processo licitatório quanto o controle a priori pela Administração Pública devem vincular o atendimento das normas e das especificações técnicas à execução de contratos que envolvam geoinformação.

É igualmente importante utilizar a norma como referência para fiscalização de contratos e exercício do controle a posteriori pela Administração Pública, tanto durante a contratação quanto após sua execução. Nesse sentido, é possível verificar, por amostragem, o atendimento às diretrizes normativas em distintos cenários. A seguir, apresentam-se alguns exemplos práticos que ilustram procedimentos simples que podem ser executados por técnico encarregado de auditoria e fiscalização. Os exemplos utilizam software livre (QGIS) e plugins gratuitos, não implicando custo adicional para a Administração Pública.

Segue descrição de três tipos de produtos geoespaciais muito comuns em contratos celebrados com a Administração.

- Produto 1 - carta-ortoimagem (popularmente conhecida como “ortofoto”), essencialmente composta por mosaico de imagens georreferenciadas, corrigidas de paralaxe e adequadas à perspectiva ortogonal. Podem ser usadas, com segurança, como produtos cartográficos de precisão, pois eventuais distorções características do sistema de câmera foram corrigidas.



Devido à sua praticidade e ao menor custo, têm sido usadas como cartas – com elementos marginais e grid sobrepostos à imagem – ou mosaicos dinâmicos – com função de pano de fundo em geosserviços e aplicações via web. Diversos órgãos da Administração Pública utilizam geosserviços em linha ou adquirem, por drone, avião ou satélite, os próprios mosaicos de imagens. Como têm sido cada vez mais empregadas como insumos de entrada na gestão pública, eventuais erros posicionais presentes em ortoimagens podem representar riscos consideráveis, especialmente quando utilizadas para identificação de sítios de obra, verificação de direitos de propriedade e geolocalização de feições urbanas, dentre outros fins.

- Produto 2 - base geoespacial vetorial, originalmente disponibilizada apenas como carta topográfica, em articulação folha a folha. Hoje é comum que tais arquivos sejam integrados, em formato Computer Aided Design (CAD) ou como arquivo vetorial preparado para SIG. Em ambos os casos, a transição do analógico para o vetorial implica cumprimento de regras topológicas. Por exemplo, linhas que representam trechos de vias precisam estar completamente conectadas, para que os algoritmos computacionais entendam a continuidade de rota naquela direção. Igualmente, se curvas de nível não se encontram adequadamente fechadas, modelos computacionais de drenagem e deslizamentos, dentre outros, podem não calcular adequadamente parâmetros como declividade e aspecto da elevação. Quando mapas eram distribuídos apenas em papel, pequenas imperfeições no desenho não implicavam tais falhas. Hoje, contudo, é necessário que todo produto vetorial digital passe por processo de validação cartográfica, de modo a garantir sua consistência topológica, bem como assegurar que poderá ser submetido a análises computacionais e gerará os resultados desejados.
- Produto 3 - mosaico de imagens de satélite, a ser utilizado em classificações multiespectrais e como geosserviço. Os principais serviços de mapas on-line sempre oferecem a opção de utilizar imagens georreferenciadas como fundo, por exemplo. Entretanto, devido a características atmosféricas, quando se opta por esse uso, nem sempre se obtém cobertura ideal, o que pode acarretar má qualidade das imagens de entrada, por causa de neblina, nuvem e fenômeno similar. Um produto desse tipo, para que seja utilizado na identificação de alvos e em contraposição a outros mapas, necessita ter máxima cobertura, sem obstruções quaisquer.

Em cada um dos produtos selecionados, optou-se por um parâmetro facilmente identificável e que norteasse a qualidade do produto de forma significativa. Também buscou-se exemplificar a análise dos produtos com parâmetros simples, de fácil entendimento por qualquer gestor – ainda que leigo na área – e que denotassem claramente a qualidade do produto entregue. É importante ressaltar certa limitação metodológica referente à abordagem empregada, uma vez que as normas compreendem muitas outras variáveis, que podem – e devem – ser verificadas num processo de fiscalização mais completo.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentam-se e discutem-se, em tópicos, os resultados sobre acurácia posicional, consistência topológica e avaliação de classificação de dados tipo imagem.

4.1 Acurácia posicional

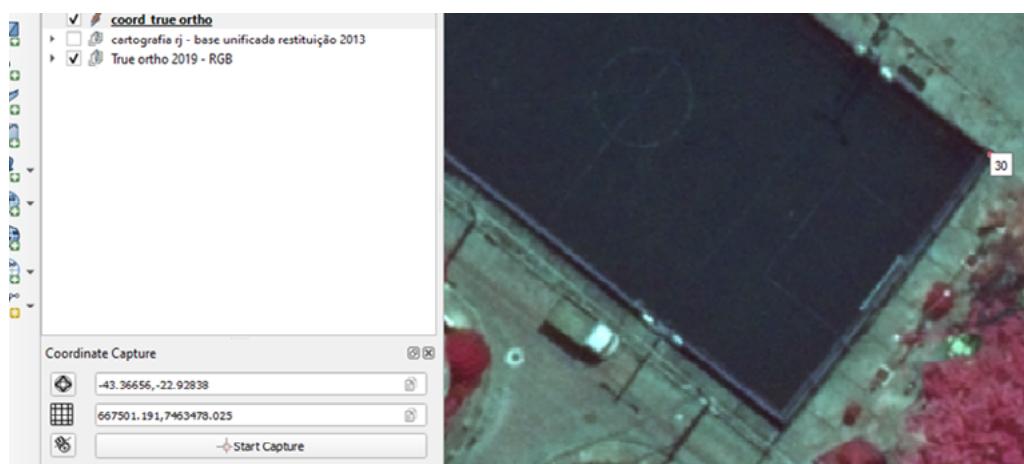
A avaliação da precisão posicional de dados geoespaciais contratados é crucial para entidades públicas, pois permite verificar se eles atendem aos padrões da ET-CQDG (item 2.3.1) para a escala específica. Isso envolve comparar a localização das características geoespaciais com coordenadas conhecidas ou outras fontes de referência.

Entretanto, a acurácia posicional não se resume a feições tipo ponto. No âmbito da administração da infraestrutura rodoviária, a ET-PCDG (item 2.1.1) é utilizada para assegurar a precisão posicional de dados geoespaciais referentes a vias públicas, abrangendo estradas, rodovias e vias urbanas. A exatidão na localização e na geometria das vias desempenha papel fundamental no planejamento de aprimoramentos na infraestrutura viária, como construção de novas estradas, instalação de sinalizações e realização de manutenções.

Como exemplo de avaliação de acurácia posicional, foi feita análise de qualidade de dados de mosaico de ortoimagens adquirido pelo IPP, de modo a subsidiar a produção de mapas-básicos e ortofotocartas, bem como atualizar a base cadastral da cidade do Rio de Janeiro. Tal mosaico foi adquirido mediante contrato e possui escala de aquisição nominal de 1:5.000.

Nesse exemplo, foram selecionados pontos de fácil visualização na imagem e conformes às regras de amostragem propostas pela ET-CQDG (item 2.3.1). A Figura 4 apresenta seleção de coordenadas de um canto de quadra, e a Tabela 3, coordenadas obtidas no sistema Universal Transverse Mercator (UTM) e seus valores, advindos da base vetorial de maior precisão, que será tomada como verdade do terreno.

Figura 4 – Seleção de ponto para medição de coordenadas na imagem



Fonte: selecionada pelos autores.

**Tabela 3 – Pontos selecionados para análise de acurácia posicional**

Ponto	Base vetorial		Ortoimagem	
	E	N	E	N
01 - piscina	653203,138	7467980,793	668378,211	7462110,811
02 - piscina	668377,087	7462103,932	668497,522	7462418,373
03 - piscina	667859,545	7462281,186	667859,545	7462281,186
04 - piscina	667917,720	7463932,517	667917,836	7463932,963
05 - piscina	666607,537	7463451,339	666607,669	7463451,339
06 - piscina	666605,156	7463446,973	667334,347	7463561,703
07 - piscina	667773,324	7464350,079	667772,993	7464350,277
08 - piscina	668401,048	7464596,869	668400,717	7464596,902
09 - piscina	668140,566	7464059,765	668140,169	7464059,633
10 - piscina	668571,903	7464087,48	668571,969	7464088,274
11 - Lote	667933,52	7464385,182	667933,388	7464385,248
12 - Lote	667870,351	7464350,918	667869,954	7464350,72
13 - Lote	668227,67	7464059,811	668227,472	7464059,744
14 - Lote	667798,053	7464188,398	667797,789	7464188,067
15 - Lote	667325,772	7463336,506	667325,573	743335,977
16 - Edificação baixa	667742,755	7463094,941	667742,557	7463095,338
17 - Edificação baixa	667142,945	7463630,524	667142,68	7463630,392
18 - Edificação baixa	667345,351	7463300,456	667345,087	7463299,993
19 - Edificação baixa	667424,528	7463574,631	667424,329	7463574,366
20 - Edificação baixa	667997,615	7463565,172	667996,491	7463564,709
21 - quadras	668481,670	7461893,931	668482,133	7461893,799

Ponto	Base vetorial		Ortoimagem	
	E	N	E	N
22 - quadras	668080,959	7461768,155	668080,76	7461768,354
23 - quadras	667154,487	746340,829	667154,09	7463409,762
24 - quadras	667337,612	7463122,293	667336,686	7463121,3
25 - quadras	667886,622	7462262,661	667886,755	7462263,455

Fonte: elaborado pelos autores.

Os dados foram, então, processados no software QGIS (livre), utilizando o plugin QPEC, elaborado por Elias *et al.* (2023), o qual realiza avaliação da acurácia posicional de dados geoespaciais de acordo com o padrão da ET-CQDG (item 2.3.1). Os resultados obtidos apontam para a consistência posicional da amostra levantada, qualificando o produto dentro da classe A para a escala de aquisição (1:5.000), podendo, até mesmo, ser empregado em escalas maiores, embora com menor qualidade (classe B na escala 1:2.000 e classe D na escala 1:1.000).

Tabela 4 – Cálculo do padrão de acurácia posicional para os 25 pontos selecionados

ID	EP	EMQ	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000
1	0,209171	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
2	0,503752	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
3	0,533285	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
4	0,49747	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
5	0,651461	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
6	0,238492	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
7	0,385693	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
8	0,264583	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
9	0,272726	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
10	0,796501	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
11	0,093544	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A



ID	EP	EMQ	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000
12	0,503752	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
13	0,187089	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
14	0,516615	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
15	0,591626	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
16	0,44372	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
17	0,295813	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
18	0,481549	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
19	0,385693	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
20	1,277488	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
21	0,56515	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
22	0,295813	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
23	0,337279	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
24	1,40628	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A
25	0,804699	0,586	Classe D	Classe B	Classe A	Classe A

Fonte: elaborada pelos autores.

4.2 Consistência topológica

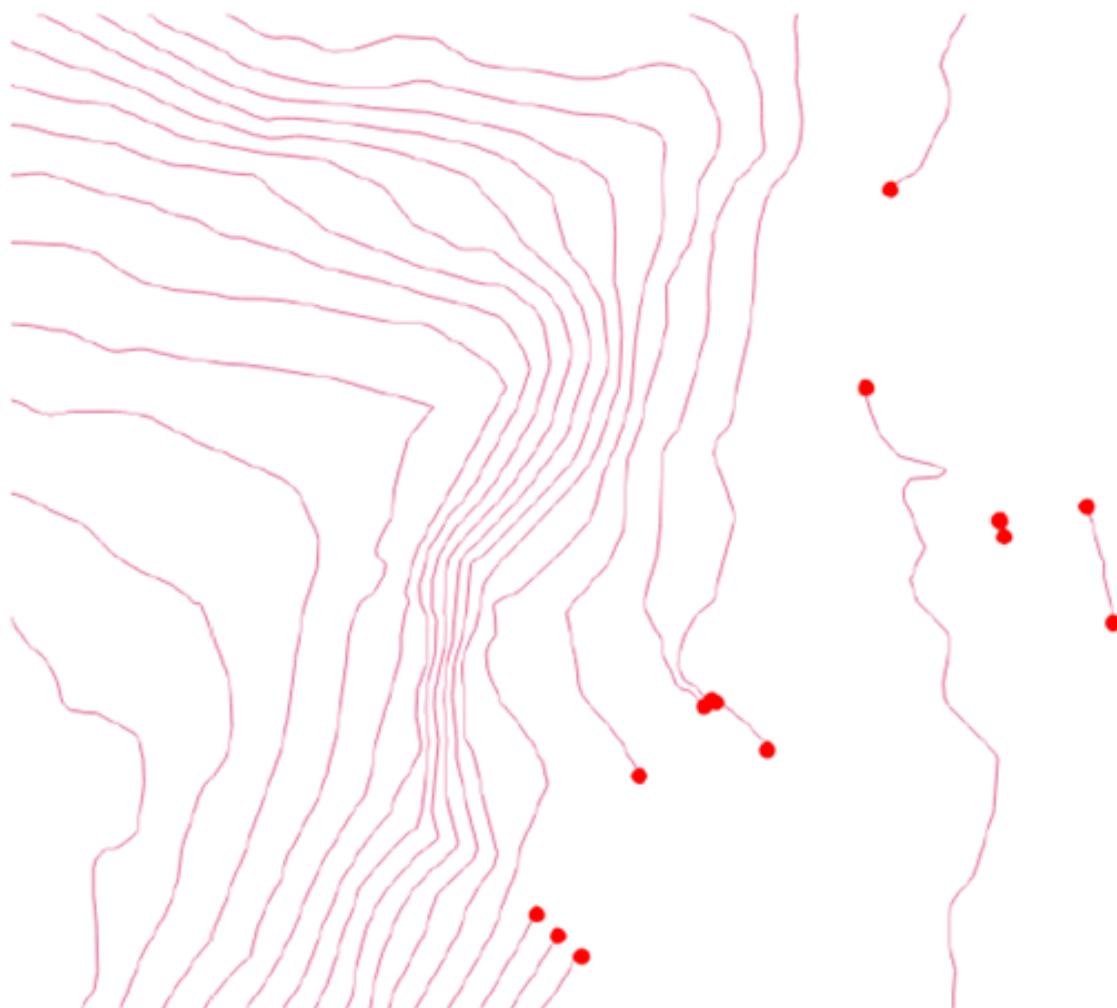
Os dados contratados pela Administração Pública devem ser avaliados quanto à consistência topológica, para garantir que as relações espaciais entre as feições estejam em conformidade com as diretrizes da norma. Isso pode ser realizado por meio de análises de integridade topológica em sistemas de informação geográfica.

Em projetos de desenvolvimento urbano e regional, as normas podem ser empregadas para garantir a consistência lógica dos dados geoespaciais relacionados a zoneamento urbano, uso do solo e infraestrutura urbana. A conformidade com os padrões estabelecidos nas normas assegura que os dados sejam interoperáveis e possam ser integrados a sistemas de planejamento urbano e gestão municipal.

Apresentam-se, a seguir, exemplos de análises de validação topológica que podem ser aplicadas na fiscalização de contrato de geoinformação. Tais verificações foram realizadas sobre a base vetorial unificada contratada pelo IPP e executada por meio de estereorrestituição.

No exemplo exposto na Figura 5, utilizaram-se as feições de curvas de nível referentes à Ilha de Brocoió, totalizando 334 itens. Ao empregar o verificador de topologia no software QGIS, foram identificados 154 erros. No entanto, como cada curva de nível não fechada resulta em 2 pontos de erro, a quantidade de objetos lineares não fechados totalizou 57. Portanto, a taxa de erro foi de 57 em 334, equivalente a 17%, percentual considerado inaceitável – acima de 5%, que é o limite de aceitação.

Figura 5 – Análise topológica de curvas de nível com inconsistências, representadas por pontos em vermelho



Fonte: selecionada pelos autores.

No exemplo ilustrado na Figura 6, realizou-se avaliação da sobreposição de lotes que, idealmente, deveriam ser contíguos. Utilizaram-se as feições de lote da Ilha de Paquetá, totalizando 1.981 itens. O verificador de topologia identificou 26 erros. Como cada erro envolveu duas feições, foram 52 erros no total. Assim, a taxa de erro, calculada como 52 em 1.981 e equivalente a 2,6%, atingiu percentual considerado aceitável.



Figura 6 – Análise topológica de lotes com inconsistências, representadas por áreas em vermelho



Fonte: selecionada pelos autores.

4.3 Avaliação de classificação de dados tipo imagem

Um exemplo de dado geoespacial corriqueiramente licitado pela Administração Pública são mosaicos de imagens de satélite, os quais têm diversos usos – desde classificação de usos do solo até confecção de cartas-imagem. Contudo, devido às características das órbitas dos satélites, vinculadas a certas passagens e tempos de revisita, eventualmente as imagens apresentam alguma cobertura de nuvens. Com aerofotogrametria, por aeronave ou drone, é possível definir as datas de voo para dias de céu claro, ao passo que, nas imagens de satélite, a aquisição está condicionada às passagens de órbitas.

Nesse sentido, a aceitação de um produto satelital necessita estar condicionada à qualidade das imagens, sem obstruções de neblina e nuvens. No exemplo do mosaico de imagens WorldView para o ano de 2022 (Figura 7), adquirido pelo IPP, nota-se a presença de certa quantidade de nuvens, que cobrem sobretudo a região da Floresta da Tijuca. Uma vez que tais imagens são utilizadas para elaboração de mapas de uso do solo e acompanhamento do crescimento de núcleos informais, a obstrução por nuvens dificulta a aquisição de dados precisos para planejamento e gestão.

Para avaliar a qualidade e a aceitabilidade do produto, foi realizado estudo de classificação das áreas encobertas por nuvens, quantificando-as em relação à área total contratada.

Nesse contexto, aplica-se de forma adequada a métrica “porcentagem de área indisponível”, prevista na ET-CQDG (item 2.3.1). Utilizando procedimento de classificação multiespectral supervisionada no software QGIS, foi possível identificar e delimitar regiões afetadas por cobertura de nuvens.

Utilizando a ferramenta de cálculo de área, identificou-se que aproximadamente 29 km² estavam cobertos por nuvens. Considerando a área total do município, de 1.204 km², esse valor corresponde a cerca de 2,4% de área indisponível, percentual que enquadra o produto como aceitável, a despeito de obstruções concentradas em certas áreas da cidade.

Figura 7 – Classificação de áreas cobertas por nuvens em mosaico de imagens de satélite Worldview



Fonte: selecionada pelos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As normas de qualidade de dados geoespaciais são fundamentais para definir requisitos que assegurem a precisão e a confiabilidade dessas informações. Sobre uma base geoespacial adequada, políticas públicas podem ser implementadas com muito maior segurança, abrangendo aplicações nas áreas de planejamento urbano e regional, gestão ambiental, defesa e segurança, e infraestrutura. Uma vez que a informação geográfica tem sido amplamente compartilhada e usada como ferramenta de gestão pública, é necessário que a ela também tenham acesso os atores que garantem a qualidade da execução de contratos e a adequação de processos finalísticos da Administração Pública, para sua correta utilização e compatibilização.



O trabalho em pauta apresentou uma sumarização das principais normas que regulam padrões de qualidade na aquisição e na disseminação de dados georreferenciados, sejam eles mapas, bases vetoriais ou produtos de imagem. É importante ressaltar que tais normas não contemplam, por completo, todo o corpus de regulamentos sobre a temática da geoinformação, uma vez que existem diretrizes e normas de caráter local, implementadas no âmbito dos entes federativos, além de boas práticas registradas em bibliografia mais extensa acerca de cartografia e sistemas de informação geográfica. As normativas aqui abordadas, contudo, resumem, de forma relativamente ampla, os principais critérios de avaliação da qualidade de dados geográficos. Em cada uma delas, buscou-se selecionar tópicos principais, de grande usabilidade e passíveis de serem examinados, por amostragem, na determinação da qualidade de um produto geoespacial.

Igualmente, os exemplos apresentados são simples e podem ser adaptados a diferentes contextos e realidades do serviço público, pois prescindem de equipamentos caros ou licenças de software proprietário. Reconhece-se que o auditor ou servidor responsável pela fiscalização de contrato envolvendo geoinformação muitas vezes não dispõe de tempo ou de recursos para realizar varredura completa de todos os produtos entregues. Entretanto, considera-se que é possível realizar análise confiável a partir de amostra dos dados.

Existe um entendimento, já razoavelmente consolidado, de que a informação geográfica pode ser empregada amplamente para melhorar a qualidade dos serviços contratados pela Administração Pública e dos serviços de auditoria (Ferraz *et al.*, 2015; Gevaert *et al.*, 2024). Permanece, contudo, a dúvida sobre como garantir a qualidade desses dados utilizados para a tomada de decisão. Por certo tempo, a responsabilidade desse controle de qualidade recaiu unicamente sobre os tradicionais órgãos produtores de geoinformação. Numa realidade em que a geração e a distribuição de tais dados perpassam todos os níveis da gestão pública – e, por que não dizer, da sociedade, torna-se cada vez mais necessário que grande variedade de agentes seja capaz de assegurar a pertinência de dados geoespaciais e a adequação deles a serviços em que são utilizados.

Como desdobramentos da temática apresentada neste artigo, sugere-se o estabelecimento de material didático de simples e amplo acesso, visando a orientar o gestor público no aceite e na fiscalização de serviço especializado que gere e dissemine geoinformação. E, no âmbito dos órgãos de auditoria, propõe-se que incorporem os elementos e os procedimentos aqui citados às auditorias de conformidade, em articulação com os principais atores envolvidos na utilização de informação geográfica. O objetivo é analisar a legalidade e a legitimidade dos dados geoespaciais à luz dos padrões normativos vigentes.

REFERÊNCIAS



AMORIM, Amilton; PELEGRINA, Marcos Aurélio; JULIÃO, Rui Pedro. **Cadastro e gestão territorial**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15777, de novembro de 2009**. Convenções topográficas para cartas e plantas cadastrais – Escalas 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BREVES, Antonio Melo; PERES, Clovis Belbute; CRUZ, Wolney de Oliveira. **O Sinter como integrador de dados dos imóveis rurais e urbanos do país**. Seminário de Metodologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (SMI IBGE). Rio de Janeiro: IGBE, 2018.

BRASIL. Comissão Nacional de Cartografia. **Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV 3.0)**. Brasília: Concar, 2017.

BRASIL. **Decreto-Lei n. 243, de 28 de fevereiro de 1967**. Fixa as diretrizes e bases da cartografia brasileira e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1967.

BRASIL. **Decreto n. 89.817, de 20 de junho de 1984**. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1984.

BRASIL. **Emenda Constitucional n. 19, de 4 de junho de 1998**. Modifica o regime e dispõe sobre princípios e normas da Administração Pública, servidores e agentes políticos, controle de despesas e finanças públicas e custeio de atividades a cargo do Distrito Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc19.htm. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Exército Brasileiro. Geoportal do Exército Brasileiro. **Gov.br**, 2024. Disponível em: <https://bdgex.eb.mil.br/portal/index.php>. Acesso em: 2 jan. 2024.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico – Convenções Cartográficas T 34-700**. 2. ed. Brasília: EB, 2002.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE 2006.

BRASIL. Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado. **Os avanços da reforma na administração pública**: 1995-1998. Brasília: MARE, 1998b.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Norma da Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG)**. 1. ed. Brasília: MD, 2016a.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual técnico**: convenções cartográficas 1ª parte – normas para o emprego dos símbolos. 2. ed. Brasília: MD, 2002.



BRASIL. Ministério da Defesa. **Norma da Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) Versão 3.0.** 3. ed. Brasília: MD 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Norma da Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG).** 2. ed. Brasília: MD, 2016b.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Infraestrutura nacional de dados especiais:** especificação técnica para estruturação de dados geoespaciais vetoriais. Versão 2.1.3. Brasília: MPO, 2010.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Plano de ação para implementação da INDE:** infraestrutura nacional de dados espaciais. Brasília: MPO, 2010.

COELHO, Luiz Carlos Teixeira; FORNELOS, Leonardo Franklin. O geoprocessamento como ferramenta de apoio ao controle externo em tempos de globalização. **Revista do Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 49, p. 90-100, jan. 2012.

ELIAS, Elias Nasr Naim; GIEHL, Samoel; AMORIM, Fabricio Rosa; SCHMIDT, Marcio Augusto Reolon; CAMBOIM, Silvana Phillipi; FERNANDES, Vivian de Oliveira. QPEC: QGIS toolkit for evaluating geospatial data positional accuracy according to the brazilian cartographic accuracy standard. **AIGEO**, v. 46, p.1-16, abr. 2023. DOI: https://doi.org/10.11137/1982-3908_2023_46_54245. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/54245>. Acesso em: 24 jul. 2023.

ERBA, Diego Alfonso; OLIVEIRA, Fabricio Leal de; LIMA JÚNIOR, Pedro de Novais. **Cadastro Multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana.** Rio de Janeiro: IPPUR, 2005.

ERBA, Diego Alfonso; PIUMETTO, Mário Andrés. **Para compreender o solo urbano:** cadastros multifinalitários para o planejamento e o desenvolvimento das cidades na América Latina. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2021.

FERRAZ, Carlos Augusto de Melo; VIEIRA, Rherman Raicchi Teixeira; BERBERIAN, Cynthia de Freitas Q.; DIAS FILHO, Nivaldo; NÓBREGA, Rodrigo Affonso de Albuquerque. O uso de geotecnologias como uma nova ferramenta para o controle externo. **Revista do Tribunal de Contas da União**, Brasília, v. 133, n. 1, p. 40-53, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/1304>. Acesso em: 2 jan. 2024.

GEVAERT, Caroline Margaux; BUUNK, Thomas; HOMBERG, Marc van den. Auditing geospatial datasets for biases: using global building datasets for disaster risk management. **IEEE**, v. 17, p. 12579-12590, jul. 2024. DOI:10.36227/techrxiv.170594611.18565119/v1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377607034_Auditing_geospatial_datasets_for_biases_using_global_building_datasets_for_disaster_risk_management. Acesso em: 2 jan. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF SUPREME AUDIT INSTITUTIONS. **ISSAI 5540:** use of geospatial information in auditing disaster management and disaster-related aid. Viena: Intosai, 2013.

LOCH, Carlos; ERBA, Diego Alfonso. **Cadastro técnico multifinalitário:** rural e urbano. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

LONGLEY, Paul Andrew; GOODCHILD, Michael Frank; MAGUIRE, David John; RHIND, David Willian. **Geographic information science and systems.** 4. ed. Hoboken: Wiley, 2015.

MBURA, Fausta; SIRIBA, David Nyangau; KARANJA, Faith. Developing a GIS audit framework in the context of information technology though a reductive model approach.

Journal of geographic information system, v. 15, n. 2, p. 196-222, jan. 2023. DOI:

<https://doi.org/10.4236/jgis.2023.152011>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/369957768> Developing a GIS Audit Framework in the Context of Information Technology though a Reductive Model Approach. Acesso em: 2 jan. 2024.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. **Standards.** Disponível em: <https://www.ogc.org/standards/>. Acesso em: 2 jan. 2024.

SERVIGNE, Sylvie; LESAGE, Nicolas; LIBOUREL, Thérèse. **Spatial data quality components, standards and metadata.** **Spatial data quality:** an introduction. Hoboken: Wiley, 2006.

Os conceitos e as interpretações emitidos nos trabalhos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.