

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, GEOCIÊNCIAS E SAÚDE COLETIVA - IGESC
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

ISMAEL SOUSA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL CADASTRAL COMO ETAPA PARA
INTEGRAÇÃO DE DADOS TERRITORIAIS**

Monte Carmelo

2026

ISMAEL SOUSA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL CADASTRAL COMO ETAPA PARA
INTEGRAÇÃO DE DADOS TERRITORIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geografia, Geociências e Saúde
Coletiva da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito para a obtenção do
título de bacharel em Engenharia de
Agrimensura e Cartográfica.

Área de concentração: Cadastro Técnico
Multifinalitário e Agrimensura Legal

Orientadora: Prof.^a Dra. Tatiane Assis Vilela
Maireles

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Luiz de Paula
Santil

DIAGNÓSTICO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL CADASTRAL COMO ETAPA PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS TERRITORIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geografia, Geociências e Saúde
Coletiva da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito para a obtenção do
título de bacharel em Engenharia de
Agrimensura e Cartográfica.

Área de concentração: Cadastro Técnico
Multifinalitário e Agrimensura Legal

Monte Carmelo, 2026

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Tatiane Assis Vilela Meireles (Orientadora)
Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo

Prof. Dr. Fernando Luiz de Paula Santil (Coorientador)
Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo

Prof.^a Dra. Luziane Ribeiro Indjai (Membro Convidado)
Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo

*"Grandes coisas fez o Senhor por nós, e
por isso estamos alegres." (Salmos 126:3)*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me dado força nos momentos mais difíceis desta caminhada, especialmente nas noites sem dormir e nos dias em que parecia impossível continuar. Foi Ele quem me sustentou e me deu coragem para vencer cada obstáculo.

Aos meus pais, Francisco e Francisca, minha gratidão eterna. Foram eles que me ensinaram a ser uma pessoa com princípios, a nunca desistir diante das dificuldades e a enfrentar a vida com determinação. Sem o apoio deles, eu não teria chegado até aqui. Aos meus irmãos, Igor e Ianara, agradeço por terem acompanhado de perto essa caminhada árdua. Nos momentos em que precisei conversar ou desabafar, sempre estiveram ao meu lado, oferecendo apoio e palavras de incentivo.

Venho de tão longe, rodando cerca de 2.000 km para estudar em um lugar onde não conhecia ninguém. No início foi muito difícil, mas em nenhum momento pensei em desistir, porque vim com um propósito e tinha o apoio dessas pessoas especiais (meus pais, meus irmãos, colegas, amigos e, principalmente, Deus). Foi essa rede de apoio que me deu forças para seguir firme e chegar até este momento.

Em terceiro lugar, agradeço à minha tia Neusa, que nunca deixou de enviar mensagens de apoio e carinho durante todo esse período. Seu cuidado constante foi um incentivo valioso para que seguisse firme até o fim. Minha gratidão também a todos os familiares (tios, tias e primos) que, de diferentes formas, estiveram presentes e me apoiaram nessa caminhada.

Agradeço ao meu pastor Isac, por ter sido meu líder espiritual durante esses cinco anos de caminhada, e à minha líder de jovens, irmã Denise, pelos ensinamentos e pela orientação que me ajudaram a permanecer firme na fé. Também expresso minha gratidão a todos os irmãos que conheci na cidade de Monte Carmelo: cada um deles ocupa um lugar especial no meu coração, pois me acolheram, me apoiaram e tornaram essa jornada mais leve e significativa.

Agradeço também a todos os professores da Universidade Federal de Uberlândia, que tiveram papel fundamental na minha formação. De cada um aprendi lições valiosas, tanto no âmbito acadêmico quanto pessoal e profissional. Em especial, agradeço aos meus orientadores, professora Tatiane Assis Vilela Meireles e professor Fernando Luiz de Paula Santil, pela dedicação e orientação durante a construção deste trabalho. A professora Tatiane foi uma das primeiras docentes com quem tive contato quando as aulas presenciais retornaram em 2022, ministrando a disciplina de Cartografia no segundo período. Desde então, com sua didática e incentivo, despertou em mim o gosto por mapas e pela área cartográfica.

O professor Santil merece minha profunda gratidão pela paciência e pelo cuidado em ensinar. Foi com ele, nas aulas de Cartografia Temática, que aprendi a importância de representar corretamente os mapas, inclusive a pintar com as “cores certas” e a organizar

coleções cartográficas. Esse foi um dos meus primeiros contatos com a arte de transformar dados em mapas significativos, e agradeço demais por ter repassado conhecimentos tão valiosos que levarei para toda a vida.

Minha gratidão também à professora Luziane, que esteve presente desde os primeiros momentos da graduação, sempre orientando com atenção e transmitindo confiança. Seu sorriso acolhedor e sua forma de tratar cada aluno com carinho e respeito marcaram profundamente minha trajetória acadêmica, tornando o ambiente universitário mais humano e motivador.

Não poderia deixar de mencionar os colegas da turma 32111, que tornaram a graduação mais leve e divertida. Pessoas especiais como Luiz (Todi), Heslen (Piauí), Pedro (Pão de Queijo), Pedro Augusto (Cabeça), Diego, Lawis, Kayky e Laís estiveram presentes até o final da graduação, e não poderia deixar de falar do Yuri a qual conheci no final do curso um cara gente boa demais. Desejo sucesso a cada um de vocês e agradeço por todos os momentos compartilhados.

Minha gratidão também ao Programa de Educação Tutorial de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica (PET EAC), do qual tive o privilégio de participar durante quase toda a graduação. Esse grupo foi essencial para meu crescimento pessoal e profissional. Agradeço ao tutor, professor Pedro Toledo, por todo apoio e orientação.

Por fim, agradeço a todos os familiares, amigos e colegas que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada momento vivido contribuíram para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

Este trabalho apresenta um diagnóstico da qualidade da informação espacial cadastral de uma área piloto no município de Monte Carmelo – MG, identificando aspectos estruturais que necessitam de aprimoramento para subsidiar futuras iniciativas de modernização e interoperabilidade territorial. A relevância da pesquisa consiste em investigar inconsistências existentes em uma base cartográfica cadastral municipal para qualificar as informações utilizadas pelo Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM). A metodologia compreendeu o confronto analítico entre as camadas vetoriais existentes e o levantamento de campo via receptor GNSS RTK em quatro quadras do bairro Cidade Jardim, utilizando a Quadra N para medições geométricas das parcelas. Para a validação dos resultados obtidos, aplicou-se uma matriz de avaliação técnica estruturada para mensurar o comportamento dos dados segundo critérios de metadados, acurácia posicional, consistência topológica, completude temática, atualidade e conformidade normativa, fundamenta nos parâmetros das normas ISO 19157, ABNT NBR 17047 e ET-EDGV 3.0. Com o uso do plugin DSGTools no software QGIS, diagnosticaram-se não conformidades críticas, como erro sistemático de translação para o quadrante Nordeste (NE), frestas perimetrais, linhas soltas por fechamento forçado em edificações e vazios cadastrais por omissão de lotes. Como etapa de melhoria, realizou-se a reestruturação experimental das tabelas de atributos da área piloto com base nos espelhos da Secretaria de Obras e estabeleceram-se diretrizes normativas de edição vetorial. Os resultados evidenciam limitações na consistência geométrica, topológica e estrutural dos dados, gerando riscos de bitributação e insegurança jurídica na gestão fiscal e urbana. Conclui-se que a qualificação da informação espacial cadastral local constitui uma etapa fundamental para o fortalecimento do CTM e para a preparação da base municipal frente a futuras integrações com modelos conceituais de administração territorial, como o *Land Administration Domain Model* (LADM).

Palavras-chave: Cadastro Técnico Multifinalitário. Qualidade de Dados Geoespaciais. Diagnóstico Cartográfico. Interoperabilidade. LADM.

ABSTRACT

This study presents an assessment of the quality of spatial cadastral information for a pilot area in the municipality of Monte Carmelo, Minas Gerais, identifying structural aspects requiring improvement to support future territorial modernization and interoperability initiatives. The research is significant for investigating existing inconsistencies in a municipal cadastral map database to enhance the quality of information used by the Multipurpose Technical Cadastre (CTM). The methodology involved an analytical comparison between existing vector layers and field surveys conducted using an RTK GNSS receiver across four city blocks in the Cidade Jardim, with one specific block (Block N) selected for detailed measurements of parcel frontages. To validate the results, a structured technical assessment matrix was applied to evaluate data performance based on criteria such as metadata, positional accuracy, topological consistency, thematic completeness, currency, and regulatory compliance, drawing upon parameters from ISO 19157, ABNT NBR 17047, and ET-EDGV 3.0 standards. Using the DSGTools plugin in QGIS software, critical non-conformities were identified, including a systematic translation error toward the Northeast (NE) quadrant, perimeter gaps, dangling lines resulting from forced closure at building footprints, and cadastral voids due to omitted lots. As an improvement measure, the pilot area's attribute tables were experimentally restructured based on Department of Public Works records, and guidelines for vector editing were established. The results reveal limitations in the geometric, topological, and structural consistency of the data, creating risks of double taxation and legal uncertainty in fiscal and urban management. It is concluded that the qualification of local cadastral spatial information constitutes a fundamental step for strengthening the CTM and for preparing the municipal database for future integrations with conceptual models of territorial administration, such as the Land Administration Domain Model (LADM).

Keywords: Multipurpose Technical Cadastre. Geospatial Data Quality. Cartographic Diagnosis. Interoperability. LADM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo	22
Figura 2 – Fluxograma das etapas metodológicas	24
Figura 3– Espelho cadastral de um lote da quadra N.....	26
Figura 4 – Trecho do Relatório de Voo fotogramétrico	27
Figura 5 Trecho do Relatório de Voo fotogramétrico referente a calibração da camera.....	27
Figura 6 – Receptor GNSS em operação de campo.....	29
Figura 7 – Croqui das medidas coletadas com trena na quadra N	30
Figura 8 Vetores de Deslocamento Planimétrico e Distorções nas Feições Cadastrais	41
Figura 9 – Identificação de sobreposições topológicas na camada vetorial de lotes	43
Figura 10 – Identificação de sobreposições topológicas na camada vetorial de construções.....	44
Figura 11 – Identificação de erro de delimitação e lacuna espacial entre lotes adjacentes	45
Figura 12 –Vazios topológicos e identificação de lote sem vetorização	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de critérios para seleção das unidades da área piloto	25
Tabela 2 – Checklist técnico	34
Tabela 3 – Confronto de Coordenadas (E/N) entre Ortofoto e GNSS dos Vértices Avaliados...	36
Tabela 4 – Estatísticas descritivas das discrepâncias posicionais.....	36
Tabela 5 – Resultados do teste de normalidade de Shapiro–Wilk.....	37
Tabela 6 – Resultados do teste de tendência posicional	38
Tabela 7 – Avaliação das inconsistências geométricas identificadas nas camadas vetoriais	47
Tabela 8 – Dicionário de dados da estrutura de atributos proposta para a camada imobiliária....	49
Tabela 9 - Estrutura original da tabela de atributos da camada de lotes fornecida pelo município	50
Tabela 10 – Estrutura de atributos proposta com base na ET-EDGV para camada lotes.....	51
Tabela 11 – original de atributos da camada de edificações fornecida pelo município	52
Tabela 12 – Estrutura de atributos proposta com base em elementos da ET-EDGV para camada edificações.....	53

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Matriz de requisitos mínimos para implementação do CTM.....	35
Quadro 2 – Matriz de requisitos mínimos para implementação do CTM e situação em Monte Carmelo.....	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precisão Posicional Planimétrica para a Componente Este (E).....	39
Gráfico 2 – Precisão Posicional Planimétrica para a Componente Norte (N)	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	JUSTIFICATIVA	16
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
4.1	CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO	17
4.2	QUALIDADE DA INFORMAÇÃO GEOESPACIAL.....	18
4.3	INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS E INTEROPERABILIDADE	19
4.4	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ESTRUTURAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS VETORIAIS (ET-EDGV)	19
4.5	LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM) E A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS CADASTRAIS.....	20
4.6	ATUALIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DA INFORMAÇÃO CADASTRAL	20
4.7	QUALIDADE DA INFORMAÇÃO CADASTRAL E MODERNIZAÇÃO DOS SISTEMAS TERRITORIAIS	21
5	MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1	ÁREA DE ESTUDO	21
5.2	MATERIAL	22
5.3	MÉTODOS.....	23
5.2.1	AQUISIÇÃO DOS DADOS	25
5.3.2	LEVANTAMENTO DE CAMPO	28
5.2.2	PROCESSAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	30
5.3.3.1	ANÁLISE DE NORMALIDADE E TENDÊNCIA	32
5.3.4	VALIDAÇÃO TÉCNICA	33
5.3.5	MATRIZ DE REQUISITOS MÍNIMOS	34
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.1	ACURÁCIA POSICIONAL DA ORTOFOTO MUNICIPAL	35
6.2	CONSISTÊNCIA TOPOLÓGICA	42
6.3	DIRETRIZES TÉCNICAS PARA CORREÇÃO E HOMOLOGAÇÃO DA CONSISTÊNCIA TOPOLÓGICA	48
6.3.1	CONFORMIDADE NORMATIVA.....	48
6.3.2	DIAGNÓSTICO DOS REQUISITOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO CTM EM MONTE CARMELO	54
6.3.3	IMPLICAÇÕES DA QUALIDADE DA INFORMAÇÃO ESPACIAL PARA FUTUROS MODELOS DE ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL.....	56
6.3.4	ERROS GEOMÉTRICOS E AS UNIDADES ESPACIAIS (SPATIAL UNITS)	57
6.3.5	ERROS TOPOLÓGICOS E A DEFINIÇÃO DE LIMITES.....	57
6.3.6	ESTRUTURA DOS ATRIBUTOS E A INTEROPERABILIDADE DE DADOS	57
6.3.7	O IMPACTO DA ESTRUTURAÇÃO DOS DADOS NA GESTÃO TERRITORIAL MUNICIPAL	58

7	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

A cartografia municipal não se limita à produção de representações gráficas elementares, consistindo em uma ferramenta de caráter estratégico fundamental para a ordenação, planejamento e gestão do espaço urbano. Sua função precípua ultrapassa a mera delimitação espacial geométrica, atuando como suporte técnico indispensável para a implementação de redes de infraestrutura, sistemas de mobilidade, monitoramento ambiental e políticas de arrecadação tributária. Quando vinculada diretamente às premissas de um Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), a base cartográfica assume relevância científica e administrativa ao viabilizar a integração unívoca entre dados de natureza espacial e alfanumérica, promovendo a eficiência institucional e a transparência na administração pública (DALAZONA; DE FREITAS, 2002; BRASIL, 2009; VELOSO, 2018)

Em administrações municipais de pequeno e médio porte¹, a estruturação e a manutenção dessa infraestrutura cartográfica enfrentam frequentes obstáculos operacionais. A escassez crônica de recursos financeiros e de corpo técnico especializado, associada à ausência de políticas públicas de modernização territorial, resulta na persistência de dados desatualizados, incompletos ou desalinhados em relação aos padrões de qualidade vigentes (SOUSA, 2014). É recorrente a identificação de municípios que operam suas bases em plataformas de desenho técnico bidimensional (sistemas CAD), desprovidos de ferramentas de inteligência geográfica ou de topologia relacional, o que restringe a capacidade de análise espacial e compromete a multifinalidade do cadastro territorial (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Sob a ótica da Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, a ausência de um controle de qualidade sistemático sobre os insumos oficiais atua como um fator crítico, podendo dificultar a associação inequívoca entre geometrias e inscrições imobiliárias e, caso essas inconsistências sejam reproduzidas nos sistemas tributários ou jurídicos, aumentam os riscos de vinculações incorretas e prejuízos potenciais à justiça fiscal e à demarcação jurídica dos limites imobiliários (NOGUEIRA JÚNIOR, 2013). Para mitigar tais fragilidades, faz-se indispensável submeter os produtos cartográficos, incluindo bases vetoriais e ortofotos, a avaliações técnicas estruturadas de aderência métrica e geométrica. A validação desses dados constitui uma etapa preliminar indispensável para assegurar a interoperabilidade e a integridade de sistemas voltados à governança territorial, atendendo aos requisitos técnicos de qualidade aplicáveis à informação geoespacial (NOGUEIRA JÚNIOR, 2013).

Diante do panorama exposto, justifica-se a necessidade de avaliar a consistência dos dados cartográficos locais para fundamentar os processos de tomada de decisão na esfera

¹ O critério é exclusivamente populacional. Conforme o Ministério das Cidades (2025), municípios de 20 mil a 100 mil habitantes são de pequeno porte, e os de 100 mil a 750 mil habitantes enquadram-se como de médio porte.

municipal. Nesse contexto, a presente pesquisa busca responder à seguinte questão: quais inconsistências geométricas, topológicas e estruturais estão presentes na informação espacial cadastral de uma área piloto no município de Monte Carmelo – MG e de que forma elas podem comprometer a integração e a modernização territorial?

Para responder a esse questionamento, realizou-se um diagnóstico da qualidade da informação espacial cadastral de uma área piloto do município, identificando inconsistências geométricas, topológicas e estruturais que necessitam de aprimoramento antes de qualquer ampliação metodológica para a totalidade da malha urbana. O estudo parte do pressuposto de que a qualificação da informação espacial constitui uma etapa fundamental para o fortalecimento do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), contribuindo para a construção de bases territoriais mais confiáveis, organizadas e tecnicamente preparadas para a interoperabilidade institucional.

Sob essa perspectiva, o diagnóstico realizado busca fornecer subsídios para futuras iniciativas de modernização da gestão territorial municipal, evidenciando a importância da adoção de padrões técnicos voltados à integração entre dados espaciais e alfanuméricos. Além disso, o estudo apresenta elementos que poderão apoiar, em etapas posteriores de maturidade institucional, a incorporação de diretrizes conceituais internacionais de administração territorial, como o Land Administration Domain Model (LADM), entendido neste trabalho como uma referência para a padronização e a interoperabilidade dos dados territoriais.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Diagnosticar as inconsistências geométricas, topológicas e estruturais da informação espacial cadastral de uma área piloto do município de Monte Carmelo – MG, analisando suas implicações para a integração de dados territoriais.

2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar a consistência topológica das camadas vetoriais existentes utilizando rotinas automatizadas do plugin DSGTools no ambiente QGIS.
- Verificar a conformidade estrutural das tabelas de atributos fornecidas pela administração municipal em relação às exigências e ao dicionário de classes definidos pela ET-EDGV 3.0.
- Discutir as implicações das inconsistências diagnosticadas para a integração de dados territoriais, para a modernização do Cadastro Técnico Multifinalitário e para futuras iniciativas de interoperabilidade fundamentadas em modelos de administração territorial, como o LADM.

3 JUSTIFICATIVA

O Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) constitui um instrumento estratégico para a gestão territorial, reunindo informações espaciais e alfanuméricas indispensáveis ao planejamento urbano, à arrecadação tributária, ao ordenamento do uso e ocupação do solo e à formulação de políticas públicas. Entretanto, a efetividade desse instrumento depende diretamente da qualidade dos dados, da atualização e da consistência das informações que compõem a base cadastral municipal.

Apesar dos avanços tecnológicos observados nas últimas décadas, há municípios brasileiros que enfrentam desafios relacionados à estruturação, à manutenção e à integração de suas bases cartográficas. Limitações técnicas, escassez de recursos humanos especializados e a ausência de procedimentos sistemáticos de controle de qualidade frequentemente resultam na utilização de dados incompletos, desatualizados ou incompatíveis com os padrões normativos vigentes, comprometendo a confiabilidade das análises territoriais e a eficiência da administração pública.

No município de Monte Carmelo – MG, a implantação do Cadastro Técnico Multifinalitário ocorreu por meio da contratação de empresa especializada para a produção da base cartográfica e cadastral. Parte desse material foi disponibilizada pela administração municipal e utilizada nesta pesquisa como área experimental para a aplicação de procedimentos de verificação da qualidade da informação geográfica. Dessa forma, o estudo concentra-se na

identificação de aspectos geométricos, topológicos e estruturais da base cadastral, buscando compreender sua adequação às demandas relacionadas ao planejamento e à modernização da gestão territorial.

Nesse contexto, a presente pesquisa fundamenta-se na importância de diagnosticar a qualidade da informação espacial cadastral utilizada pelo município, utilizando como área piloto um conjunto de quadras do bairro Cidade Jardim. A partir da análise integrada de levantamentos de campo, bases vetoriais e documentos técnicos, busca-se identificar inconsistências que possam comprometer a gestão territorial e dificultar futuras iniciativas de integração de dados.

Além de contribuir para a compreensão da realidade local, o estudo apresenta potencial para subsidiar discussões mais amplas sobre a modernização dos cadastros municipais, fornecendo procedimentos e critérios técnicos passíveis de aplicação em outros municípios que enfrentam desafios semelhantes. Dessa forma, a investigação reforça a importância da avaliação sistemática da qualidade da informação espacial como etapa fundamental para o fortalecimento do Cadastro Técnico Multifinalitário e para a construção de sistemas territoriais mais eficientes, interoperáveis e alinhados às normas técnicas nacionais e internacionais.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Cadastro Territorial Multifinalitário

A administração territorial contemporânea consolidou-se como um pilar essencial para o desenvolvimento sustentável e para o gerenciamento eficiente dos recursos espaciais (WILLIAMSON et al., 2010). Tradicionalmente voltado a finalidades fiscais ou jurídicas, o conceito de cadastro passou por significativa evolução nas últimas décadas. De acordo com a International Federation of Surveyors (FIG, 1995), o cadastro moderno configura-se como um sistema de informações territoriais baseado em parcelas, contendo o registro oficial de direitos, restrições e responsabilidades sobre a terra. Essa mudança paradigmática ampliou o papel das estruturas cadastrais, que deixaram de ser instrumentos exclusivamente voltados ao registro e à tributação territorial para se tornarem ferramentas estratégicas de planejamento, gestão e administração territorial (WILLIAMSON et al., 2010).

No contexto brasileiro, a implementação e evolução desse instrumento enfrentam desafios históricos relacionados à integração de dados entre diferentes instituições e à organização das informações territoriais. Carneiro, Erba e Augusto (2012) destacam que a estrutura cadastral brasileira apresenta dificuldades relacionadas à fragmentação das informações e à necessidade de integração entre diferentes bases territoriais, evidenciando a importância de modelos capazes de unificar dados geométricos, jurídicos e administrativos. Sob a ótica de Loch e Erba (2007), o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) surge como

alternativa capaz de superar essa fragmentação, atuando como uma infraestrutura informacional estratégica ao integrar dados territoriais de diferentes naturezas, contribuindo para a gestão pública, o planejamento urbano e o ordenamento territorial.

A necessidade de modernização e aprimoramento do CTM no Brasil impulsionou o desenvolvimento de alternativas metodológicas e tecnológicas de aplicação local. Pimentel e Carneiro (2012) demonstram que a implantação do Cadastro Territorial Multifinalitário em municípios de pequeno porte pode ocorrer de forma gradual, considerando as características e limitações locais, permitindo a organização das informações territoriais e a estruturação de bases cadastrais adequadas à gestão municipal. Complementarmente, Rizzatti et al. (2024) destacam que a utilização de geotecnologias e softwares livres possibilita o desenvolvimento de soluções de baixo custo para a criação e atualização de cadastros multifinalitários, contribuindo para a estruturação de bases geoespaciais e para o planejamento territorial municipal.

4.2 Qualidade da Informação Geoespacial

A utilidade prática de um Cadastro Territorial Multifinalitário depende diretamente do nível de confiabilidade e fidedignidade dos dados que o compõem. Conforme destacado por Câmara, Davis e Monteiro (2001), a ciência da geoinformação exige que qualquer modelagem do mundo real em ambiente digital considere aspectos relacionados à representação, organização e análise dos dados espaciais. Nesse contexto, variáveis críticas como acurácia posicional, completude, consistência lógica e linhagem dos dados são fundamentais para garantir a confiabilidade das informações geográficas. A negligência em relação a esses fatores gera um efeito cascata de erros, comprometendo análises espaciais complexas e podendo induzir gestores públicos a decisões equivocadas no território.

Para mitigar tais riscos e padronizar a avaliação da informação geográfica em escala global, foram instituídos parâmetros de controle de qualidade. A ISO 19157, publicada pela Organização Internacional para Padronização, estabelece princípios e requisitos relacionados à descrição, avaliação e comunicação da qualidade dos dados geográficos, contemplando aspectos fundamentais para a análise da qualidade da informação espacial (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2023).

Além dos aspectos de estruturação computacional e lógica, a precisão métrica dos levantamentos de campo permanece como o alicerce físico da cartografia cadastral. Monico et al. (2009) ressaltam que a avaliação da qualidade dos dados geoespaciais depende da correta compreensão dos conceitos de acurácia, precisão e dos erros associados às observações realizadas. A qualidade geométrica de loteamentos ou quadras representadas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) depende, portanto, do controle adequado das incertezas e do cumprimento das tolerâncias matemáticas durante a coleta de dados em campo.

4.3 Infraestruturas de Dados Espaciais e Interoperabilidade

A eficiência na circulação e no consumo da informação geográfica depende da criação de ambientes cooperativos capazes de superar o isolamento institucional. A Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR², 2010) explica que as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) configuram-se como arranjos estruturados de tecnologias, políticas, padrões e recursos humanos que facilitam o acesso, o compartilhamento e a utilização integrada de dados geoespaciais em diferentes níveis governamentais. A ausência desse alinhamento resulta na duplicação de esforços e em gastos públicos redundantes para a produção de uma mesma base cartográfica.

No contexto brasileiro, o marco regulatório fundamental para a organização dessas redes informacionais foi estabelecido pelo Poder Executivo Federal. O Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008, instituiu formalmente a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), com o objetivo de catalogar, integrar e harmonizar os dados geoespaciais produzidos por órgãos públicos nas esferas federal, estadual e municipal (BRASIL, 2008). Sob a gestão técnica do IBGE, o portal da INDE atua como nó centralizador dessa rede de interoperabilidade, permitindo que as bases de dados municipais, incluindo aquelas de cartografia cadastral, sigam os mesmos padrões de metadados e serviços de mapas da União (CONCAR, 2010).

4.4 Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV)

A padronização das feições e dos atributos em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) é regida no Brasil por documentos técnicos de referência que orientam a produção cartográfica oficial. A Comissão Nacional de Cartografia publicou a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV), que define a modelagem conceitual, as classes de objetos (como edificações, vias e hidrografia) e os dicionários de atributos para o mapeamento vetorial (CONCAR, 2018). Essa especificação assegura que diferentes órgãos produzam dados sob a mesma estrutura lógica, viabilizando a integração imediata de camadas geoespaciais em qualquer banco de dados corporativo.

A aderência a esse modelo é o que possibilita a unificação informacional em plataformas de alcance nacional promovidas pelo governo federal. Souza, Costa e Oliveira (2020) destacam o potencial do Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER) como ferramenta de integração cadastral no país, evidenciando a importância da padronização das informações territoriais para a interoperabilidade entre diferentes sistemas. A padronização ditada pela ET-EDGV garante que o fluxo de dados entre os cadastros municipais e o nó

² Comissão Nacional de Geoinformação – CONGEO, instituída pela Portaria nº 32, de 14 de março de 2025, substitui à Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR, que esteve inativa de 2019 a 2024.

centralizador do SINTER ocorra de forma automatizada e livre de incompatibilidades estruturais.

4.5 Land Administration Domain Model (LADM) e a evolução dos sistemas cadastrais

A busca por uma arquitetura informacional padronizada internacionalmente para sistemas de administração de terras resultou no desenvolvimento de modelos conceituais unificados. A Organização Internacional para Padronização formalizou essa estrutura por meio da ISO 19152-1, que estabelece o Land Administration Domain Model (LADM) como padrão internacional para a modelagem de dados de administração territorial (ISO, 2024). O LADM estabelece uma linguagem formal abstrata baseada em classes de objetos que representam os sujeitos (partes), as unidades espaciais (parcelas e subparcelas) e os vínculos jurídicos que os unem.

Esse modelo conceitual oferece uma estrutura capaz de permitir que sistemas nacionais e municipais dialoguem de maneira semanticamente coerente. Lemmen (2012) destaca que o padrão LADM proporciona a flexibilidade necessária para integrar dados provenientes de diferentes fontes jurídicas e geométricas, atuando como núcleo para a construção de modelos de dados multifuncionais. Ao adotar a arquitetura sugerida pela ISO 19152-1, torna-se possível estruturar bancos de dados em que direitos, restrições e responsabilidades sobre a terra estejam matematicamente vinculados à geometria exata das parcelas territoriais.

4.6 Atualização e Manutenção da Informação Cadastral

A perenidade e a utilidade prática de um sistema cadastral estão diretamente relacionadas ao seu dinamismo e à capacidade de acompanhar as transformações físicas do ambiente urbano. A Associação Brasileira de Normas Técnicas normatizou esses procedimentos por meio da ABNT NBR 17047, que dispõe sobre as diretrizes técnicas para o Cadastro Territorial voltado a Registros Públicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022). Essa norma estabelece regras para a execução, atualização e manutenção contínua das informações cadastrais, enfatizando a necessidade de fluxos sistemáticos de atualização para evitar o rápido sucateamento e a obsolescência dos dados diante das constantes mutações do tecido urbano.

Para dar suporte geométrico a esses processos de atualização contínua, torna-se indispensável o estabelecimento de uma infraestrutura geodésica estável no município. A ABNT NBR 14166 define as condições para implantação e manutenção da Rede de Referência Cadastral Municipal (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022). A conformidade com essa norma assegura que novos levantamentos topográficos, desmembramentos de lotes e retificações de áreas sejam referenciados a um mesmo sistema de

coordenadas, garantindo maior confiabilidade geométrica e evitando distorções métricas no momento da incorporação dos novos polígonos à base cadastral existente

4.7 Qualidade da informação cadastral e modernização dos sistemas territoriais

O cadastro territorial, quando devidamente atualizado e estruturado sob rígidos padrões de qualidade, deixa de ser um mero repositório de dados para se consolidar como eixo central da governança pública. Enemark (2004) descreve o Paradigma da Administração Territorial como a integração indissociável entre quatro funções essenciais: o valor da terra, o uso da terra, a ocupação da terra e o desenvolvimento territorial. Sob essa ótica, a qualidade intrínseca da geoinformação cadastral fornece a sustentação técnica para que essas quatro dimensões operem de forma harmônica e eficiente na administração pública.

Esse entendimento é reforçado globalmente por diretrizes emitidas por organismos internacionais voltados ao desenvolvimento social e à segurança jurídica da posse. O Comitê de Especialistas da ONU em Gestão de Informação Geoespacial Global estabeleceu o Framework for Effective Land Administration (FELA), apontando que bases cadastrais geometricamente precisas, integradas e transparentes são fundamentais para fortalecer a administração territorial, melhorar os processos de tomada de decisão e promover uma gestão eficiente dos recursos fundiários (UN-GGIM, 2020). Da mesma forma, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura ressalta em suas Diretrizes Voluntárias sobre a Governança Responsável da Posse da Terra que a qualidade, confiabilidade e acessibilidade das informações cadastrais constituem elementos fundamentais para a governança democrática, a segurança da posse, a redução da pobreza e o planejamento territorial sustentável (FAO, 2012).

5 MATERIAL E MÉTODOS

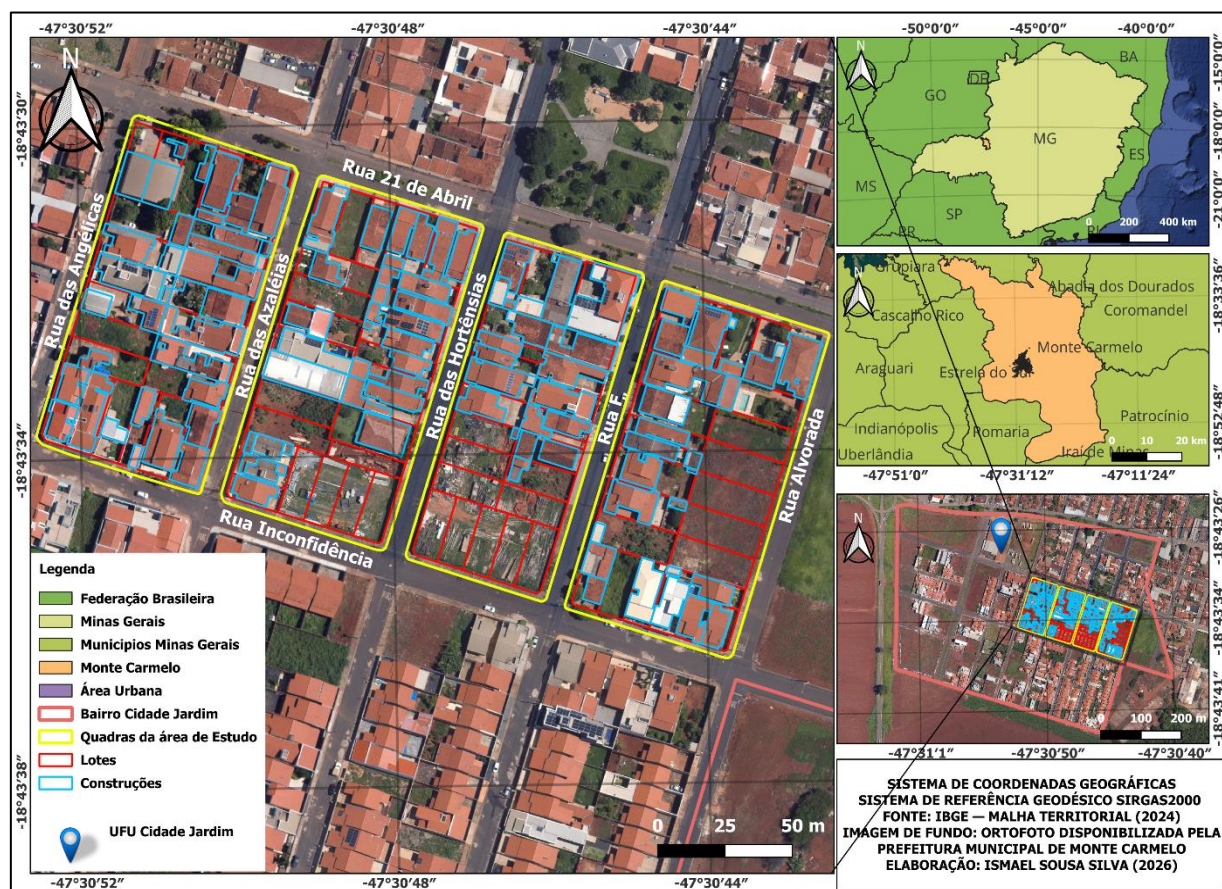
5.1 Área de Estudo

As quatro quadras analisadas estão localizadas no bairro Cidade Jardim, na área urbana do município de Monte Carmelo, situado na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, estado de Minas Gerais (Figura 1). A área de estudo compreende aproximadamente as latitudes 18°43'30"S a 18°43'38"S e as longitudes 47°30'44"O a 47°30'52"O. O perímetro que engloba as quadras é delimitado pelas vias urbanas Rua das Angélicas, Rua 21 de Abril, Rua Alvorada e Rua Inconfidência, sendo internamente intersectado pelas ruas das Azaleias, das Hortênsias e Rua F.

O município de Monte Carmelo possui área territorial de 1.343 km² e população estimada em 49,5 mil habitantes em 2025, segundo dados do IBGE. A densidade demográfica é de aproximadamente 35,5 hab/km², e o gentílico local é carmelitano. A economia municipal é marcada pela agricultura, especialmente pelo cultivo de café, mas também apresenta expansão

urbana e crescimento do setor de serviços, refletindo na criação de bairros planejados como o Cidade Jardim.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: O autor (2026)

5.2 Material

Para a realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- **Dados vetoriais do IBGE:** limites estaduais, municipais e mesorregiões, obtidos a partir do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), disponíveis em www.ibge.gov.br.
- **Dados vetoriais da Prefeitura de Monte Carmelo:** limites de bairros, quadras, lotes, eixos das vias e construções.
- **Receptores GNSS Topcon Hiper V:** dois equipamentos utilizados para o levantamento de campo em modo Real Time Kinematic (RTK).
- **Software QGIS Desktop 3.44.1:** empregado para confecção dos mapas, verificação dos dados coletados e análise espacial.
- **Trena de fita de 30 m:** utilizada para obtenção de medidas das **testadas das construções** e limites das parcelas da Quadra N.
- **Relatório de Voo Aerofotogramétrico:** documento técnico elaborado pela empresa G.I. Geotecnologia, descrevendo os procedimentos de aerolevantamento realizados em novembro

de 2022.

- **Espelhos das parcelas da Quadra N:** documentos técnicos disponibilizados pelo setor de IPTU, contendo todos os lotes da quadra analisada.

- **Ortofoto oficial de Monte Carmelo:** produzida pela empresa G.I. Geotecnologia, Sistemas e Aerolevantamentos Ltda., destinada à implantação do cadastro territorial do município.

- **Plugin DSGTools:** empregado dentro do QGIS para análise dos dados vetoriais, permitindo a validação de geometria, atributos e consistência topológica das camadas utilizadas.

- **Checklist Técnico:** modelo aplicado para avaliar a base cartográfica municipal segundo critérios de metadados, acurácia posicional, consistência topológica, completude temática, atualidade e conformidade normativa.

- **Software Excel:** utilizado para geração de tabelas e cálculos necessários à análise dos dados.

- **Documentos legais municipais:** Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal (Lei Complementar nº 11/2006) e Lei nº 1546/2019 sobre parcelamento do solo, utilizados como referência normativa para avaliar os requisitos jurídicos do CTM.

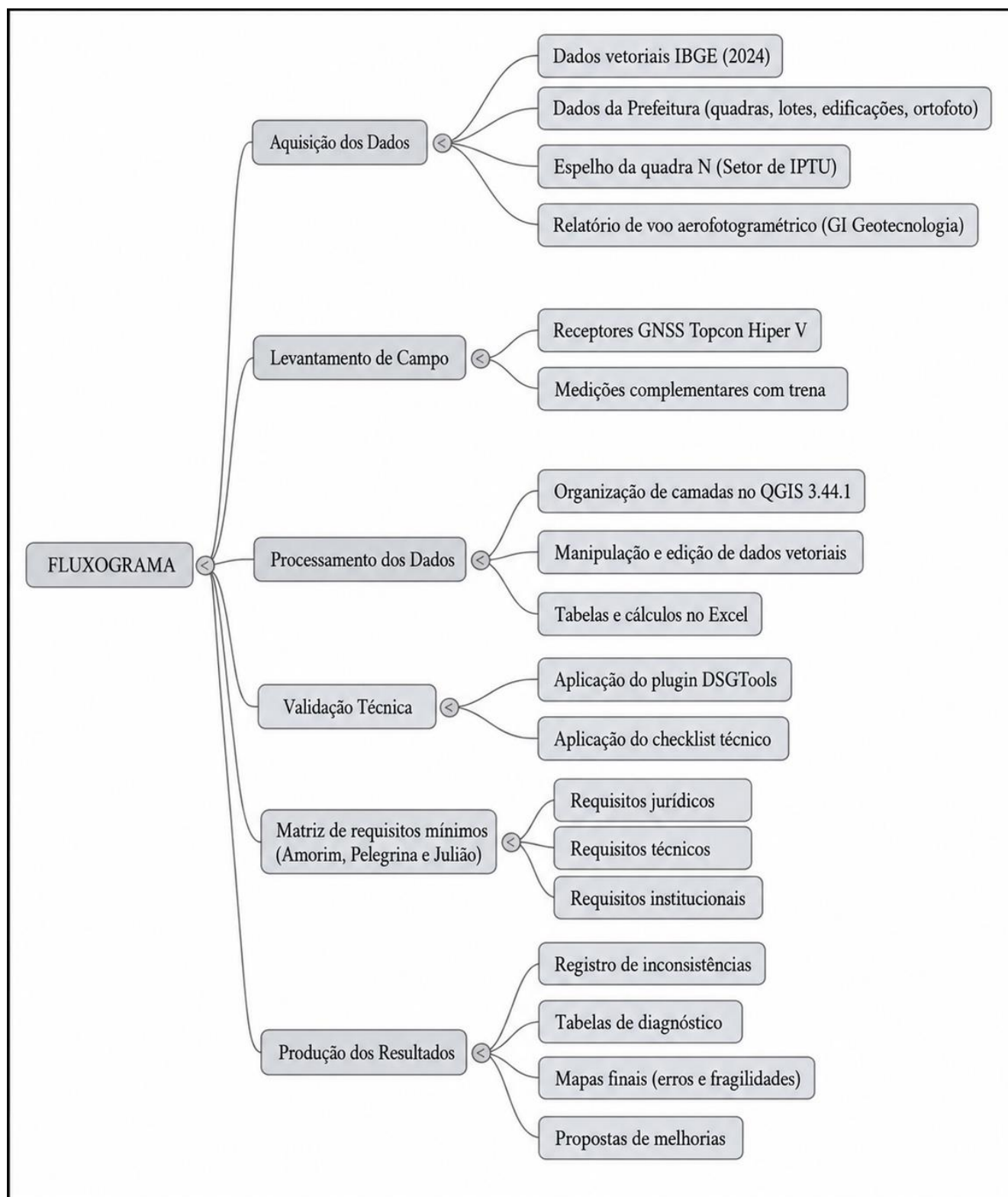
- **Informações institucionais da Prefeitura:** obtidas por meio de pesquisa documental e consultas técnicas informais junto aos servidores responsáveis pela guarda dos dados cadastrais do setor de IPTU, responsáveis pela guarda e administração do banco de dados cadastral.

- **Matriz de requisitos mínimos para implementação do CTM:** instrumento analítico estruturado com base em Amorim, Pelegrina e Julião, aplicado para confrontar os dados coletados com os parâmetros teóricos e verificar o grau de atendimento dos requisitos jurídicos, técnicos e institucionais em Monte Carmelo.

5.3 Métodos

A metodologia adotada está sintetizada no fluxograma apresentado na Figura 2 e foi estruturada em quatro etapas principais: aquisição dos dados, levantamento de campo, processamento das informações e diagnóstico da qualidade da informação espacial cadastral.

Figura 2 – Fluxograma das etapas metodológicas



Fonte: O autor (2026)

5.2.1 Aquisição dos Dados

A primeira etapa consistiu na reunião de informações provenientes de diferentes fontes oficiais e técnicas. Foram utilizados dados vetoriais do IBGE (2024), contendo limites estaduais, municipais e mesorregiões. A Prefeitura de Monte Carmelo disponibilizou parcialmente a base cartográfica municipal, fornecendo arquivos vetoriais em formato shapefile (.shp), com informações essenciais para a análise, incluindo vias públicas, limites de bairros, quadras, lotes e edificações.

O setor de IPTU disponibilizou os espelhos cadastrais dos lotes da Quadra N, documento que possibilitou a análise detalhada da estrutura parcelaria urbana. A amostra foi definida de forma não probabilística e intencional. As quatro quadras foram selecionadas em razão da disponibilidade da base vetorial, da acessibilidade para levantamento de campo e da possibilidade de identificação de feições homólogas.

A Quadra N foi escolhida para a análise detalhada por apresentar documentação cadastral complementar, incluindo os espelhos imobiliários disponibilizados pelo setor municipal responsável. Dessa forma, a área não é considerada estatisticamente representativa da totalidade do município, mas constitui uma unidade piloto para testar e demonstrar os procedimentos propostos. A matriz de critérios técnicos que justificou a seleção e a caracterização das unidades que compõem a área piloto do estudo está detalhada na Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de critérios para seleção das unidades da área piloto

Critério	Quadra N	Demais quadras
Disponibilidade de espelhos cadastrais	Sim	Não
Cobertura pela ortofoto	Sim	Sim
Acesso para levantamento	Sim	Sim
Número de lotes	26	81
Diversidade de edificações	Alta (Casas, Anexos e Terrenos)	Média (Predominância Residencial)
Possibilidade de identificar pontos homólogos	Sim	Sim

Fonte: O autor (2026)

Para ilustrar esse material, apresenta-se na Figura 3 um exemplo do espelho cadastral de um dos lotes da quadra N, disponibilizado pelo setor de IPTU.

Figura 3– Espelho cadastral de um lote da quadra N

	PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE CARMELO Praça Getúlio Vargas 272 - Centro Monte Carmelo - MG - CEP: 38.500-000 Estado de Minas Gerais - CNPJ: 18.593.103/0001-78		EMISSÃO: 11/06/2026 HORA: 15:59:22																																																																														
	ESPELHO DO IMÓVEL		PÁGINA: 1																																																																														
	Imóvel: 2273 Inscrição: 17.N00.1000.00																																																																																
Compromissário _____		CPF/CNPJ: _____																																																																															
Proprietário(s) Nome _____		CPF/CNPJ _____																																																																															
Endereço(s) End. imóvel: RUA VINTE E UM DE ABRIL, 1000 Seção: _____ Grupo/Lado: _____ Complemento: matrícula 14682 Bairro: CIDADE JARDIM Cep: 38500000 End. entrega: RUA HUM, 45 Complemento: _____ Bairro: DO CARMO II Cep: 38500000 Cidade: MONTE CARMELO Estado: MG		Áreas Área terreno: 144,0000 Área construída: 98,0000 Área dependência: 0,0000 Área total: 98,0000 Nº unidades: 1 Área total construída: 98,0000 Recuo residencial: Recuo comercial: Cadastro: 08/03/2017																																																																															
Testada(s): <table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Logradouro</th> <th>Seção</th> <th>Grupo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 12,0000</td> <td>RUA VINTE E UM DE ABRIL</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Valor	Logradouro	Seção	Grupo	1 12,0000	RUA VINTE E UM DE ABRIL			Principal Loteamento: ATIVO Zona: ZONA 07 Categoria: RESIDENCIAL PADRÃO N.R-8 C. Tipo construção: CASA/SOBRADO Tipo cobrança: IPTU Quadra: N Lote: 1 Ano construção:																																																																							
Valor	Logradouro	Seção	Grupo																																																																														
1 12,0000	RUA VINTE E UM DE ABRIL																																																																																
Informações do Imóvel <table border="1"> <tbody> <tr><td>POSIÇÃO</td><td>ISOLADA</td></tr> <tr><td>TIPO DE CONSTRUÇÃO</td><td>ALVENARIA</td></tr> <tr><td>ESTADO DE CONSERVAÇÃO - PR</td><td>REGULAR</td></tr> <tr><td>SITUAÇÃO DA CONSTRUÇÃO</td><td>FRENTE</td></tr> <tr><td>FACHADA</td><td>ALINHADA</td></tr> <tr><td>DESTINAÇÃO</td><td>RESIDÊNCIA</td></tr> <tr><td>SITUAÇÃO DO TERRENO - S</td><td>DUAS TESTADAS</td></tr> <tr><td>PEDOLOGIA - P</td><td>NORMAL</td></tr> <tr><td>TOPOGRAFIA - T</td><td>PLANO</td></tr> <tr><td>MURO/PASSEIO</td><td>SIM</td></tr> <tr><td>ISENÇÕES</td><td>NORMAL</td></tr> <tr><td>PATRIMÔNIO</td><td>PARTICULAR</td></tr> <tr><td>OCUPAÇÃO</td><td>CONSTRUÍDO</td></tr> <tr><td>GALERIA PLUVIAL - I</td><td>NÃO</td></tr> <tr><td>REDE DE TELEFONIA E LÓGICA - I</td><td>SIM</td></tr> <tr><td>GUIAS E SARJETAS - I</td><td>SIM</td></tr> <tr><td>REDE DISTRIB. ÁGUA POTÁVEL - I</td><td>SIM</td></tr> <tr><td>COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO - I</td><td>SIM</td></tr> <tr><td>DISTRIB. ENERGIA ELÉTRICA - I</td><td>SIM</td></tr> <tr><td>SERVIÇO DE COLETA DE LIXO - I</td><td>SIM</td></tr> <tr><td>LIMPEZA PÚBLICA</td><td>SIM</td></tr> <tr><td>IMUNIDADE</td><td>SEM INFORMAÇÃO</td></tr> <tr><td>CONSTRUÇÃO</td><td>CASA/SOBRADO</td></tr> <tr><td>CATEGORIA</td><td>SEM INFORMAÇÃO</td></tr> <tr><td>TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO - I</td><td>ASFALTO</td></tr> </tbody> </table>		POSIÇÃO	ISOLADA	TIPO DE CONSTRUÇÃO	ALVENARIA	ESTADO DE CONSERVAÇÃO - PR	REGULAR	SITUAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	FRENTE	FACHADA	ALINHADA	DESTINAÇÃO	RESIDÊNCIA	SITUAÇÃO DO TERRENO - S	DUAS TESTADAS	PEDOLOGIA - P	NORMAL	TOPOGRAFIA - T	PLANO	MURO/PASSEIO	SIM	ISENÇÕES	NORMAL	PATRIMÔNIO	PARTICULAR	OCUPAÇÃO	CONSTRUÍDO	GALERIA PLUVIAL - I	NÃO	REDE DE TELEFONIA E LÓGICA - I	SIM	GUIAS E SARJETAS - I	SIM	REDE DISTRIB. ÁGUA POTÁVEL - I	SIM	COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO - I	SIM	DISTRIB. ENERGIA ELÉTRICA - I	SIM	SERVIÇO DE COLETA DE LIXO - I	SIM	LIMPEZA PÚBLICA	SIM	IMUNIDADE	SEM INFORMAÇÃO	CONSTRUÇÃO	CASA/SOBRADO	CATEGORIA	SEM INFORMAÇÃO	TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO - I	ASFALTO	Histórico do Valor Venal <table border="1"> <tbody> <tr><td>2013</td><td>19.899,97</td></tr> <tr><td>2014</td><td>20.877,51</td></tr> <tr><td>2015</td><td>27.799,72</td></tr> <tr><td>2016</td><td>30.712,20</td></tr> <tr><td>2017</td><td>29.329,63</td></tr> <tr><td>2018</td><td>27.071,05</td></tr> <tr><td>2019</td><td>28.891,48</td></tr> <tr><td>2020</td><td>29.835,64</td></tr> <tr><td>2021</td><td>31.123,07</td></tr> <tr><td>2022</td><td>34.464,48</td></tr> <tr><td>2023</td><td>36.499,07</td></tr> <tr><td>2024</td><td>38.206,94</td></tr> <tr><td>2025</td><td>40.070,12</td></tr> <tr><td>2026</td><td>247.461,07</td></tr> </tbody> </table>		2013	19.899,97	2014	20.877,51	2015	27.799,72	2016	30.712,20	2017	29.329,63	2018	27.071,05	2019	28.891,48	2020	29.835,64	2021	31.123,07	2022	34.464,48	2023	36.499,07	2024	38.206,94	2025	40.070,12	2026	247.461,07
POSIÇÃO	ISOLADA																																																																																
TIPO DE CONSTRUÇÃO	ALVENARIA																																																																																
ESTADO DE CONSERVAÇÃO - PR	REGULAR																																																																																
SITUAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	FRENTE																																																																																
FACHADA	ALINHADA																																																																																
DESTINAÇÃO	RESIDÊNCIA																																																																																
SITUAÇÃO DO TERRENO - S	DUAS TESTADAS																																																																																
PEDOLOGIA - P	NORMAL																																																																																
TOPOGRAFIA - T	PLANO																																																																																
MURO/PASSEIO	SIM																																																																																
ISENÇÕES	NORMAL																																																																																
PATRIMÔNIO	PARTICULAR																																																																																
OCUPAÇÃO	CONSTRUÍDO																																																																																
GALERIA PLUVIAL - I	NÃO																																																																																
REDE DE TELEFONIA E LÓGICA - I	SIM																																																																																
GUIAS E SARJETAS - I	SIM																																																																																
REDE DISTRIB. ÁGUA POTÁVEL - I	SIM																																																																																
COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO - I	SIM																																																																																
DISTRIB. ENERGIA ELÉTRICA - I	SIM																																																																																
SERVIÇO DE COLETA DE LIXO - I	SIM																																																																																
LIMPEZA PÚBLICA	SIM																																																																																
IMUNIDADE	SEM INFORMAÇÃO																																																																																
CONSTRUÇÃO	CASA/SOBRADO																																																																																
CATEGORIA	SEM INFORMAÇÃO																																																																																
TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO - I	ASFALTO																																																																																
2013	19.899,97																																																																																
2014	20.877,51																																																																																
2015	27.799,72																																																																																
2016	30.712,20																																																																																
2017	29.329,63																																																																																
2018	27.071,05																																																																																
2019	28.891,48																																																																																
2020	29.835,64																																																																																
2021	31.123,07																																																																																
2022	34.464,48																																																																																
2023	36.499,07																																																																																
2024	38.206,94																																																																																
2025	40.070,12																																																																																
2026	247.461,07																																																																																
Características da Construção <table border="1"> <tbody> <tr><td>REVESTIMENTO EXTERNO</td><td>ÓLEO/ LATEX/ PVA</td></tr> <tr><td>PISOS</td><td>CERÂMICA/ MOSAICO</td></tr> <tr><td>FORRO</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>COBERTURA</td><td>TELHA CERÂMICA</td></tr> <tr><td>INSTALAÇÃO SANITÁRIA</td><td>MAIS DE UMA INTERNA</td></tr> <tr><td>ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO</td><td>ALVENARIA</td></tr> <tr><td>INSTALAÇÃO ELÉTRICA</td><td>EMBUTIDA</td></tr> </tbody> </table>		REVESTIMENTO EXTERNO	ÓLEO/ LATEX/ PVA	PISOS	CERÂMICA/ MOSAICO	FORRO	LAJE	COBERTURA	TELHA CERÂMICA	INSTALAÇÃO SANITÁRIA	MAIS DE UMA INTERNA	ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO	ALVENARIA	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	EMBUTIDA	Serviços/Equipamentos CERTIDÃO DE AVALIAÇÃO DE ITBI																																																																	
REVESTIMENTO EXTERNO	ÓLEO/ LATEX/ PVA																																																																																
PISOS	CERÂMICA/ MOSAICO																																																																																
FORRO	LAJE																																																																																
COBERTURA	TELHA CERÂMICA																																																																																
INSTALAÇÃO SANITÁRIA	MAIS DE UMA INTERNA																																																																																
ESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO	ALVENARIA																																																																																
INSTALAÇÃO ELÉTRICA	EMBUTIDA																																																																																
Observação: 16/03/2022: Notificação 0270/2022 emitida em 15/03/2022 em desfavor do contribuinte _____ para regularização dos débitos de IPTU dos																																																																																	

Fonte: setor de IPTU (2026)

Entre os dados disponibilizados, integrou-se também o Relatório de Voo Aerofotogramétrico elaborado pela empresa G.I. Geotecnologia, responsável pelo recobrimento aéreo realizado em novembro de 2022. Esse relatório descreve os procedimentos técnicos do levantamento, incluindo a aquisição de imagens aéreas verticais e métricas, com resolução espacial de 10 cm (GSD).

A partir desse levantamento foi gerada a ortofoto oficial do município de Monte Carmelo, cobrindo aproximadamente 50 km² e articulada em 21 folhas, produto que passou por mosaicagem e ajustes de cores para garantir homogeneidade visual. O resultado foi classificado, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC-PCD), Classe A para a escala 1:1000. Na Figura 4, apresenta-se a parte do relatório que trata da classificação da ortofoto segundo o PEC-PCD.

Figura 4 – Trecho do Relatório de Voo fotogramétrico

3.1. GERAÇÃO DE MDS, MDT E CURVAS DE NÍVEL

Os produtos de MDS, MDT e Curvas de Nível foram gerados a partir das imagens aéreas. Através do módulo específico que faz parte do sistema fotogramétrico INPHO Mach-T (Trimble's Inpho™ software) as imagens inseridas no sistema foram das quais resultaram numa superfície do terreno determinada pela correlação de pixel entre as imagens (MDS).

A partir do arquivo MDS foram classificados os elementos do solo para determinação do MDT, através do software Global Mapper 20.

Para validação da precisão do produto do MDT foram utilizados pontos HVs (apoio determinado em campo por equipamentos GPS geodésicos), com a leitura da componente altimétrica do produto gerado comparando-a com os valores determinados em campo. O resultado consistiu no padrão PEC-PCD, classe A para a escala de 1:1000.

Fonte: Relatório de Voo fotogramétrico – G.I. Geotecnologia (2022)

O mesmo relatório incluiu ainda o trecho referente à calibração da câmera utilizada no aerolevanteamento, registrando parâmetros técnicos como abertura da câmera (f/5.6), número de imagens utilizadas (79), número de observações (33.982) e variância de peso a priori e a posteriori. Entre os dados apresentados, destaca-se a utilização de 14 pontos de apoio, com precisão das coordenadas estimada em $\sigma_{XY} = 5$ cm e $\sigma_Z = 10$ cm.

Na Figura 5, apresenta-se a parte do relatório que trata da calibração da câmera, evidenciando os parâmetros técnicos empregados na geração da ortofoto oficial de Monte Carmelo.

Figura 5 Trecho do Relatório de Voo fotogramétrico referente a calibração da camera

Número de imagens: 79
 Número de pontos de controle: 14
 (Precisão das coordenadas: $\sigma_{xy} = 5$ cm, $\sigma_z = 10$ cm)
 Número de observações: 33.982
 (Precisão na medida das coordenadas: $\sigma = 1,2$ μ m (0,2 pixel))
 Graus de liberdade: 7.995
 Variância de peso a priori: 1,0
 Variância de peso a posteriori: 0,5

Fonte: Relatório de Voo fotogramétrico – G.I. Geotecnologia (2022)

Além dos insumos cartográficos e técnicos, foram incorporados documentos legais e institucionais que serviram de referência para avaliar os requisitos jurídicos e administrativos do CTM. O Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal (Lei Complementar nº 11/2006) e a Lei nº 1546/2019 sobre parcelamento do solo foram analisados como instrumentos normativos que orientam a política urbana e a organização territorial de Monte Carmelo. Esses documentos permitiram verificar a existência de diretrizes legais relacionadas ao cadastro e identificar lacunas na regulamentação específica do CTM.

Complementarmente, foram coletadas informações junto ao setor de IPTU de Monte Carmelo, por meio de pesquisa documental e conversas técnicas com servidores responsáveis pela guarda dos espelhos cadastrais e pela administração do banco de dados. Essa etapa possibilitou compreender a forma como o cadastro vem sendo operacionalizado na prática administrativa municipal.

5.3.2 Levantamento de Campo

Para a execução do levantamento de campo foi empregado o receptor GNSS Topcon Hiper V, configurado no modo *Real Time Kinematic* (RTK). Esse procedimento garante correções em tempo real, permitindo alcançar precisão centimétrica entre 1 e 3 cm. A estratégia adotada envolveu o uso de dois receptores: um instalado como base fixa sobre o marco geodésico SAT 99657, cujas coordenadas são previamente conhecidas e certificadas, e outro atuando como *rover*, responsável pela coleta das coordenadas em deslocamento.

O receptor base permaneceu em operação contínua, transmitindo correções diferenciais em alta frequência, enquanto o *rover* registrava as posições instantâneas dos pontos levantados. Essa configuração possibilitou maior eficiência operacional, reduzindo a necessidade de múltiplos operadores e assegurando a confiabilidade dos dados. Com esse arranjo foi possível realizar o levantamento das quatro quadras da área de estudo e, De forma mais detalhada, na Quadra N foram coletadas as coordenadas das testadas das edificações, garantindo a delimitação precisa das frentes voltadas para as vias públicas. Esse procedimento permitiu avaliar a acurácia posicional dos dados e identificar possíveis deslocamentos entre a base cartográfica e a realidade observada em campo.

O procedimento pode ser observado na Figura 6, que ilustra o equipamento em uso durante a coleta.

Figura 6 – Receptor GNSS em operação de campo



Fonte: O Autor (2026)

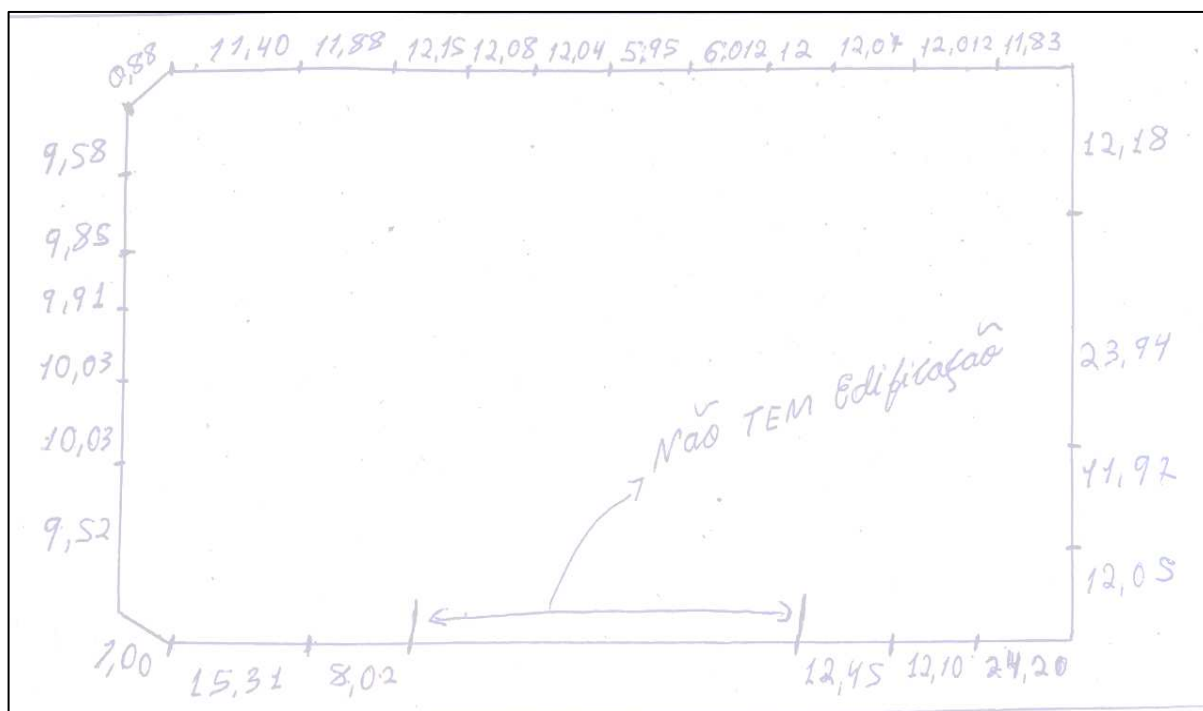
Na sequência, foi realizado um levantamento mais detalhado na Quadra N, onde foram coletadas as testadas das edificações existentes, servindo como uma das bases principais para o estudo aprofundado. Em situações de obstrução de sinal GNSS, como a presença de construções ou vegetação densa, tornou-se necessário complementar as medições com o uso de uma trena de fita de 30 m (trinta metros).

A utilização da trena foi usada para registrar a testada, garantindo obtenção das dimensões em locais onde o sinal GNSS não estava disponível. Nessas condições, o procedimento exigiu dois operadores: um responsável por segurar a ponta da trena e outro por realizar a leitura das medidas. Para o seu uso, esta foi esticada de tal modo que se evitasse o erro de catenária durante a coleta dos dados.

Complementarmente, em campo foi elaborado um croqui com as medidas coletadas por meio da trena, apresentado na Figura 7. Esse registro gráfico teve como finalidade servir de orientação, organizando de forma clara as dimensões levantadas, como a testada e o fundo das edificações. Dessa forma, o croqui contribuiu para representar a disposição dos elementos

na quadra N e facilitar a interpretação dos dados obtidos durante o levantamento.

Figura 7 – Croqui das medidas coletadas com trena na quadra N



Fonte: O Autor (2026)

5.2.2 Processamento e análise estatística dos dados

Os dados coletados em campo foram organizados e processados no software QGIS Desktop 3.44.1, que é gratuito. As coordenadas obtidas com receptores GNSS em modo RTK foram adotadas como referência para a avaliação posicional, enquanto as coordenadas correspondentes foram extraídas de pontos homólogos identificados na ortofoto municipal. Todos os dados foram representados no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), referidos ao SIRGAS 2000, fuso 23 Sul.

Dentro do ambiente do QGIS, foi empregado o plugin DSGTools para a validação e análise de dados geoespaciais, permitindo verificar a geometria das feições, atributos e consistência topológica, identificando sobreposições entre camadas, lacunas topológicas e duplicidades de elementos. Além disso, os dados foram sistematizados em tabelas, gráficos e cálculos elaborados no Microsoft Excel, possibilitando a análise quantitativa dos erros.

Inicialmente, foram calculadas as discrepâncias posicionais nas componentes Este e Norte. As discrepâncias foram determinadas mantendo-se os respectivos sinais, de modo a permitir a identificação da direção e da magnitude de eventuais tendências sistemáticas. Para cada ponto (i), as discrepâncias foram calculadas pelas Equações 1 e 2.

A discrepância planimétrica foi calculada por meio da Equação 1.

$$\Delta E_i = E_{\text{ortofoto},i} - E_{\text{GNSS},i} \quad (1)$$

Para o cálculo do erro na componente Norte, utilizou-se a Equação 2.

$$\Delta N_i = N_{\text{(ortofoto),i}} - N_{\text{(GNSS,i)}} \quad (2)$$

Sendo: (2)

ΔE_i e ΔN_i correspondem às discrepâncias posicionais do ponto (i) nas componentes Este e Norte, respectivamente;

$E_{\text{ortofoto},i}$ e $N_{\text{ortofoto},i}$ representam as coordenadas extraídas da ortofoto; e $E_{\text{GNSS},i}$ e $N_{\text{GNSS},i}$ correspondem às coordenadas de referência obtidas em campo.

A discrepância planimétrica resultante para cada ponto foi calculada por meio da Equação 3.

$$d_i = \sqrt{(\Delta E_i^2 + \Delta N_i^2)} \quad (3)$$

Em seguida, foram calculadas as médias das discrepâncias nas duas componentes, utilizadas para verificar a direção predominante do deslocamento posicional.

A média das discrepâncias na componente Este foi calculada por meio da Equação 4.

$$\Delta \bar{E} = (\sum \Delta E_i) / n \quad (4)$$

A média das discrepâncias na componente Norte foi calculada por meio da Equação 5.

$$\Delta \bar{N} = (\sum \Delta N_i) / n \quad (5)$$

Em que (n) representa o número de pontos de verificação utilizados na avaliação.

Para analisar a dispersão das discrepâncias em torno de seus valores médios, foram calculados os desvios padrão amostrais nas componentes Este e Norte. As equações 6 e 7 mostram esses cálculos.

O desvio padrão das discrepâncias na componente Este foi calculado por meio da Equação 6.

$$s\Delta E = \sqrt{[\Sigma(\Delta E_i - \Delta \bar{E})^2 / (n - 1)]} \quad (6)$$

O desvio padrão das discrepâncias na componente Norte foi calculado por meio da Equação 7.

$$s\Delta N = \sqrt{[\Sigma(\Delta N_i - \Delta \bar{N})^2 / (n - 1)]} \quad (7)$$

A magnitude global das discrepâncias foi avaliada por meio do erro médio quadrático nas componentes Este e Norte, usando as equações 8 e 9, respectivamente.

O erro médio quadrático (RMSE) da componente Este foi calculado por meio da Equação 8.

$$RMSE_e = \sqrt{[\Sigma(\Delta E_i^2) / n]} \quad (8)$$

O erro médio quadrático (RMSE) da componente Norte foi calculado por meio da Equação 9.

$$RMSE_n = \sqrt{[\Sigma(\Delta N_i^2) / n]} \quad (9)$$

O erro médio quadrático planimétrico (RMSE_{2D}) foi obtido pela combinação dos erros médios quadráticos das componentes Este e Norte, conforme a Equação 10.

$$RMSE_{2D} = \sqrt{(RMSE_e^2 + RMSE_n^2)} \quad (10)$$

5.3.3.1 Análise de normalidade e tendência

A normalidade das discrepâncias posicionais foi avaliada separadamente para as componentes Este e Norte por meio do teste de Shapiro–Wilk, adotando-se nível de significância de 5%. A hipótese nula estabeleceu que as discrepâncias apresentavam distribuição normal, enquanto a hipótese alternativa considerou que os dados não seguiam uma distribuição normal. Para valores de probabilidade superiores a 0,05, não se rejeitou a hipótese de normalidade.

Após a avaliação da normalidade, a existência de tendência posicional foi verificada por meio do teste *t* de Student para uma amostra. O teste foi aplicado separadamente às discrepâncias nas componentes Este e Norte, considerando as seguintes hipóteses:

$$H_0: \mu\Delta = 0$$

$$H_1: \mu\Delta \neq 0$$

A hipótese nula indica ausência de tendência posicional, enquanto a hipótese alternativa indica que a média das discrepâncias difere significativamente de zero. A estatística do teste foi calculada pela Equação 11.

A estatística do teste t de Student foi calculada por meio da Equação 11.

$$t = \bar{\Delta} / (s\Delta / \sqrt{n}) \quad (11)$$

Sendo que:

$\bar{\Delta}$ representa a média das discrepâncias na componente analisada;

$s\Delta$ corresponde ao respectivo desvio padrão amostral; e

(n) representa o número de pontos avaliados.

Para uma amostra de 28 pontos, foram considerados 27 graus de liberdade. Adotando-se nível de significância de 5% e teste bilateral, utilizou-se o valor crítico de $\pm 2,052$. Quando o módulo do valor de t calculado foi superior ao valor crítico, rejeitou-se a hipótese nula e considerou-se a componente estatisticamente tendenciosa.

5.3.4 Validação Técnica

A validação da base cartográfica foi realizada por meio da aplicação do checklist técnico, que avaliou critérios essenciais para a qualidade dos dados geoespaciais. O checklist contemplou:

- Metadados: sistema de referência, escala, origem dos dados e data da última atualização.
- Acurácia posicional: comparação das feições com ortofotos confiáveis, verificando deslocamentos e distorções geométricas.
- Consistência topológica: identificação de sobreposições indevidas, lacunas entre feições adjacentes e duplicidades.
- Completude temática: verificação do preenchimento dos atributos obrigatórios, como nome, código e data.
- Conformidade normativa: compatibilidade com a Especificação Técnica para Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV).

O instrumento metodológico utilizado para complementar a verificação dos dados pode ser observado na Tabela 2, que apresenta o checklist técnico aplicado na validação da base

cartográfica.

Tabela 2 – Checklist técnico³

Critério	Item avaliado	Descrição	Status	Observações
1. Metadados	Sistema de referência	Está definido e compatível com SIRGAS2000?	Sim	Base georreferenciada em SIRGAS2000 / UTM fuso 23S.
	Escala	É adequada ao uso urbano? ($\approx 1:2.000$)	Sim	Compatível com PEC-PCD Classe A na escala 1:1.000.
	Origem dos dados	Possui documentação técnica (fonte, método)?	Sim	Dados oriundos de aerolevantamento fotogramétrico municipal.
	Data da última atualização	Está disponível? É atual (< 5 anos)?	Sim	Aerolevantamento realizado em novembro de 2022.
2. Acurácia Posicional	Precisão dos vértices	Há deslocamentos em relação a ortofotos confiáveis?	Parcial	Verificadas diferenças nas coordenadas (E/N) entre pontos GNSS RTK e pontos digitalizados na ortofoto, indicando deslocamentos geométricos pontuais.
	Erros de posicionamento	Há distorções visíveis nas feições?	Sim	Foram observadas distorções geométricas pontuais.
3. Consistência Topológica	Sobreposição de feições	Linhas/polígonos se sobrepõem indevidamente?	Sim	Identificadas sobreposições em algumas feições vetoriais.
	Vazios	Há lacunas entre feições adjacentes?	Sim	Foram identificadas lacunas topológicas entre feições adjacentes.
4. Completude Temática⁴	Atributos obrigatórios	As camadas possuem nome, código, data etc.?	Parcial	Parte dos atributos apresenta preenchimento incompleto.
	Presença de camadas básicas	Contém pelo menos quadras, lotes, edificações e vias?	Sim	Base contém quadras, lotes, edificações e eixos viários.
5. Conformidade Normativa	Compatibilidade com ET-EDGV	A estrutura segue o modelo da especificação?	Não	A estrutura atual contém identificadores básicos, mas o modelo adequado deveria incluir atributos normativos, como área, perímetro, vínculo topológico com a quadra, uso do lote e data de atualização.
	Uso de nomenclatura padrão	Os nomes de camadas, atributos e domínios seguem padrões técnicos?	Sim	Camada nomeada como “Lotes” e atributos seguem convenção básica, embora alguns campos estejam sem dados.

Fonte: O Autor (2026)

5.3.5 Matriz de Requisitos Mínimos

Como complemento metodológico, foi utilizada a Matriz de requisitos mínimos para implementação do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), sistematizada por Amorim, Pelegrina e Julião (2018). Esse instrumento reúne os principais parâmetros jurídicos, técnicos e institucionais considerados essenciais para a estruturação de um CTM, funcionando como referência teórica para confrontar os dados coletados com os requisitos estabelecidos na literatura especializada.

No presente trabalho, o quadro original é apresentado no Quadro 1, servindo como modelo-base. A partir dele, foi criada uma coluna adicional intitulada “Situação em Monte Carmelo”, destinada a registrar os resultados da pesquisa documental (Plano Diretor, Lei nº

³ Adaptado de IBGE (2020)

⁴ O manual de coleta de nomes geográficos do IBGE (2023) foi usado para indicação dos nomes das ruas, entre outras feições.

1546/2019, Relatório de Voo fotogramétrico).

Quadro 1 – Matriz de requisitos mínimos para implementação do CTM

Nº	Requisito	Descrição	Situação em Monte Carmelo
1.1	Legislação Cadastral	Lei de cadastro nacional ou legislações que definam o cadastro	
1.2	Identificação cadastral	Código único e inequívoco para identificação das parcelas	
1.3	Definição da Precisão Posicional	Precisão posicional definida em legislação	
1.4	Sistema Geodésico de Referência	Obrigatoriedade de georreferenciar ao sistema geodésico	
1.5	Sistema de Coordenadas	Obrigatoriedade de sistema de coordenadas específico	
1.6	Fórmula de cálculo do imposto	Legislação sobre cálculo do imposto territorial	
1.7	Método para avaliação dos imóveis	Legislação definindo método de avaliação dos imóveis	
1.8	Método de atualização do valor dos imóveis	Legislação definindo metodologia de atualização	
2.1	Rede Geodésica	Implementação de rede geodésica e topográfica	
2.2	Normas Técnicas para Limites	Normas técnicas para definição de limites e confrontações	
2.3	Infraestrutura de Dados Espaciais	Legislação para IDE cadastral	
2.4	Padrões e Metadados	Normas técnicas e legislação específica para cartografia cadastral	
2.5	Interoperabilidade	Normas técnicas e legislação específicas para interoperabilidade	
2.6	Certificação Digital	Normas técnicas para cadastro jurídico digital	
3.1	Instituição responsável pelo cadastro jurídico	Gestão dos aspectos jurídicos da propriedade	
3.2	Instituição responsável pelo cadastro físico	Gestão da cartografia cadastral	
3.3	Instituição responsável pelo cadastro econômico	Gestão dos impostos territoriais	

Fonte: Amorim, Pelegrina e Julião (2018, p. 56-57)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Acurácia posicional da ortofoto municipal

A avaliação da acurácia posicional planimétrica foi realizada mediante o confronto entre as coordenadas de 28 pontos homólogos identificados na ortofoto municipal e as respectivas coordenadas de referência obtidas em campo com receptores GNSS em modo RTK. Os dois conjuntos de dados foram representados no sistema de projeto UTM, referidos ao SIRGAS 2000, fuso 23 Sul.

Para cada ponto, calcularam-se as discrepâncias com sinal nas componentes Este e Norte, considerando a subtração das coordenadas GNSS das coordenadas extraídas da ortofoto. Também

foram determinadas as discrepâncias planimétricas resultantes. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Confronto de Coordenadas (E/N) entre Ortofoto e GNSS dos Vértices Avaliados

Vértices	Ortofoto (E) m	GNSS (E) m	Diferença m	Ortofoto N	GNSS N	Diferença m
1	235081,136	235080,878	0,258	7927658,187	7927657,912	0,275
2	235069,432	235069,210	0,222	7927661,470	7927661,359	0,111
3	235066,241	235065,583	0,658	7927650,506	7927650,087	0,419
4	235062,553	235061,898	0,655	7927638,980	7927638,558	0,422
5	235058,915	235058,421	0,494	7927627,504	7927626,988	0,516
6	235055,393	235054,891	0,502	7927615,978	7927615,532	0,446
7	235053,549	235053,042	0,507	7927610,000	7927609,725	0,275
8	235051,796	235051,250	0,546	7927604,460	7927604,054	0,406
9	235048,042	235047,588	0,454	7927592,620	7927592,435	0,185
10	235044,388	235043,929	0,459	7927581,028	7927580,827	0,201
11	235040,816	235040,394	0,422	7927569,436	7927569,217	0,219
12	235037,244	235036,853	0,391	7927558,092	7927557,787	0,305
13	235033,788	235033,329	0,459	7927547,244	7927546,856	0,388
14	235034,515	235033,789	0,726	7927546,153	7927546,141	0,012
15	235043,280	235043,072	0,208	7927543,590	7927543,251	0,339
16	235052,788	235052,450	0,338	7927540,514	7927540,403	0,111
17	235062,330	235061,878	0,452	7927537,670	7927537,424	0,246
18	235072,152	235071,577	0,575	7927534,809	7927534,496	0,313
19	235081,694	235081,187	0,507	7927531,948	7927531,650	0,298
20	235090,508	235090,357	0,151	7927529,286	7927528,863	0,423
21	235091,434	235091,377	0,057	7927529,534	7927529,476	0,058
22	235096,196	235096,010	0,186	7927544,383	7927544,141	0,242
23	235098,528	235098,377	0,151	7927551,907	7927551,735	0,172
24	235116,520	235116,110	0,410	7927609,868	7927609,288	0,580
25	235120,125	235119,810	0,315	7927621,741	7927621,055	0,686
26	235127,268	235126,856	0,412	7927644,330	7927643,794	0,536
27	235115,660	235115,238	0,422	7927647,587	7927647,384	0,203
28	235104,217	235103,844	0,373	7927651,325	7927651,079	0,246

Fonte: O autor (2026)

As discrepâncias na componente Este variaram entre 0,057 m e 0,726 m, enquanto que, na componente Norte, os valores oscilaram entre 0,012 m e 0,686 m. Em todos os pontos avaliados, as discrepâncias apresentaram sinais positivos nas duas componentes, indicando que as posições identificadas na ortofoto se encontravam deslocadas para leste e para norte em relação às coordenadas de referência obtidas com GNSS.

A partir dessas discrepâncias, foram calculadas as estatísticas descritivas, incluindo média, desvio padrão, valores mínimo e máximo e erro médio quadrático. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Estatísticas descritivas das discrepâncias posicionais

Estatística	Componente Este	Componente Norte	Planimétrica
Número de pontos	28	28	28
Média (m)	0,404	0,308	0,527
Desvio padrão (m)	0,165	0,160	0,181
Valor mínimo (m)	0,057	0,012	0,081
Valor máximo (m)	0,726	0,686	0,780
RMSE (m)	0,435	0,346	0,556

Fonte: O autor (2026)

A componente Este apresentou discrepância média de 0,404 m e RMSE de 0,435 m, enquanto a componente Norte apresentou média de 0,308 m e RMSE de 0,346 m. A discrepância planimétrica média foi de 0,527 m, e o RMSE planimétrico atingiu 0,556 m. A maior magnitude observada na componente Este demonstra que o deslocamento foi mais acentuado nessa direção.

Os valores de RMSE representam a magnitude global das discrepâncias e incorporam tanto a componente sistemática quanto a dispersão dos dados. Por esse motivo, valores elevados de RMSE não devem ser interpretados apenas como variabilidade aleatória, especialmente diante da predominância de sinais positivos nas duas componentes.

Antes da aplicação do teste de tendência, avaliou-se a normalidade das discrepâncias por meio do teste de Shapiro–Wilk, considerando nível de significância de 5%. Os resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados do teste de normalidade de Shapiro–Wilk

Variável	Estatística W	p-valor	Decisão
Discrepância em Este	0,973	0,674	Normalidade não rejeitada
Discrepância em Norte	0,983	0,916	Normalidade não rejeitada
Discrepância planimétrica	0,956	0,272	Normalidade não rejeitada

Fonte: O autor (2026)

Para a componente Este, o teste de Shapiro–Wilk resultou em ($W=0,973$) e ($p=0,674$). Na componente Norte, foram obtidos ($W=0,983$) e ($p=0,916$). Em ambos os casos, os valores de probabilidade foram superiores ao nível de significância adotado de 0,05. Portanto, não foram encontradas evidências estatísticas para rejeitar a hipótese de normalidade das discrepâncias.

A discrepância planimétrica também apresentou valor de probabilidade superior a 0,05, com ($W=0,956$) e ($p=0,272$). Esses resultados indicam que a distribuição dos dados não apresentou afastamento estatisticamente significativo da normalidade, possibilitando a aplicação do teste paramétrico t de Student para a avaliação da tendência nas componentes Este e Norte.

A existência de tendência posicional foi avaliada separadamente nas componentes Este e Norte por meio do teste t de Student para uma amostra. Para 28 pontos e 27 graus de liberdade, adotou-se o valor crítico bilateral de $\pm 2,052$, correspondente ao nível de significância de 5%. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados do teste de tendência posicional

Componente	Média (m)	Desvio padrão (m)	t calculado	p-valor	Intervalo de confiança de 95% (m)	Classificação
Este	+0,404	0,165	12,969	<0,001	0,340 a 0,468	Tendenciosa
Norte	+0,308	0,160	10,185	<0,001	0,246 a 0,370	Tendenciosa

Fonte: O autor (2026)

Na componente Este, o valor calculado foi ($t=12,969$), enquanto, na componente Norte, obteve-se ($t=10,185$). Em ambos os casos, os módulos das estatísticas calculadas foram superiores ao valor crítico de 2,052, e os valores de probabilidade foram inferiores a 0,001. Dessa forma, rejeitou-se a hipótese nula de que as médias das discrepâncias fossem iguais a zero, caracterizando a presença de tendência posicional estatisticamente significativa nas duas componentes.

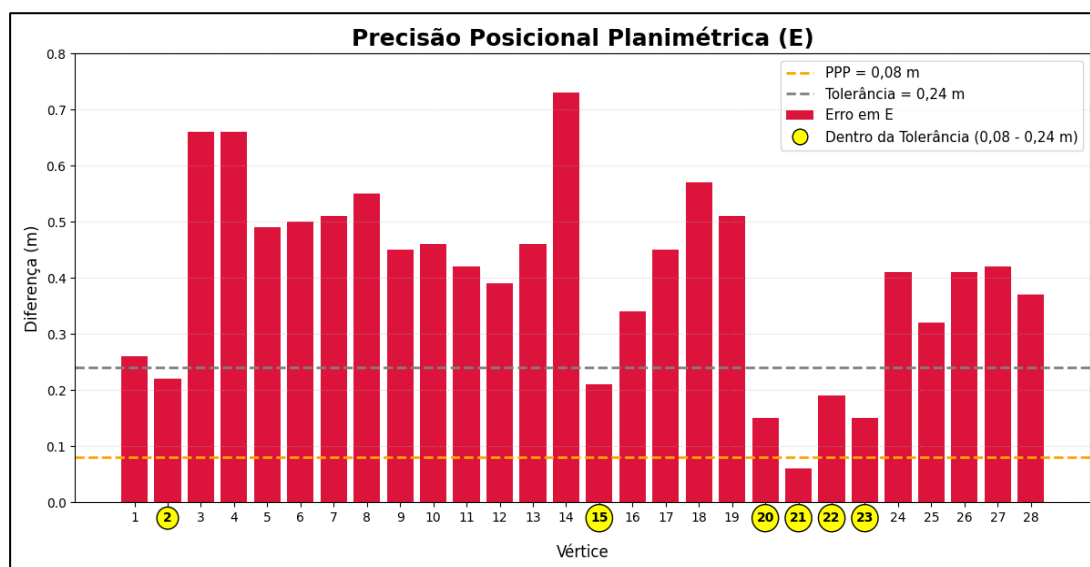
Os intervalos de confiança de 95% também não incluíram o valor zero. Para a componente Este, a média populacional das discrepâncias foi estimada entre 0,340 m e 0,468 m; para a componente Norte, o intervalo variou entre 0,246 m e 0,370 m. Esses resultados reforçam que as diferenças observadas não decorrem apenas da dispersão aleatória dos pontos.

Considerando que as discrepâncias foram calculadas pela subtração das coordenadas GNSS das coordenadas extraídas da ortofoto, os sinais positivos indicam deslocamento médio de aproximadamente 0,404 m para leste e 0,308 m para norte. A resultante das médias das duas componentes apresentou magnitude aproximada de 0,508 m e azimuth de $52,7^\circ$, calculado a partir do Norte no sentido horário, caracterizando deslocamento predominante em direção Nordeste.

A orientação relativamente uniforme das discrepâncias e os resultados do teste t confirmam estatisticamente a existência de uma componente sistemática no posicionamento da ortofoto na área analisada. Entretanto, essa constatação não permite identificar, isoladamente, a etapa em que a tendência foi introduzida. Sua origem pode estar relacionada à configuração espacial dos pontos de apoio, ao ajustamento da aerotriangulação, à orientação das imagens, à calibração do sistema sensor, às transformações entre referenciais geodésicos ou a outras etapas do processamento aerofotogramétrico.

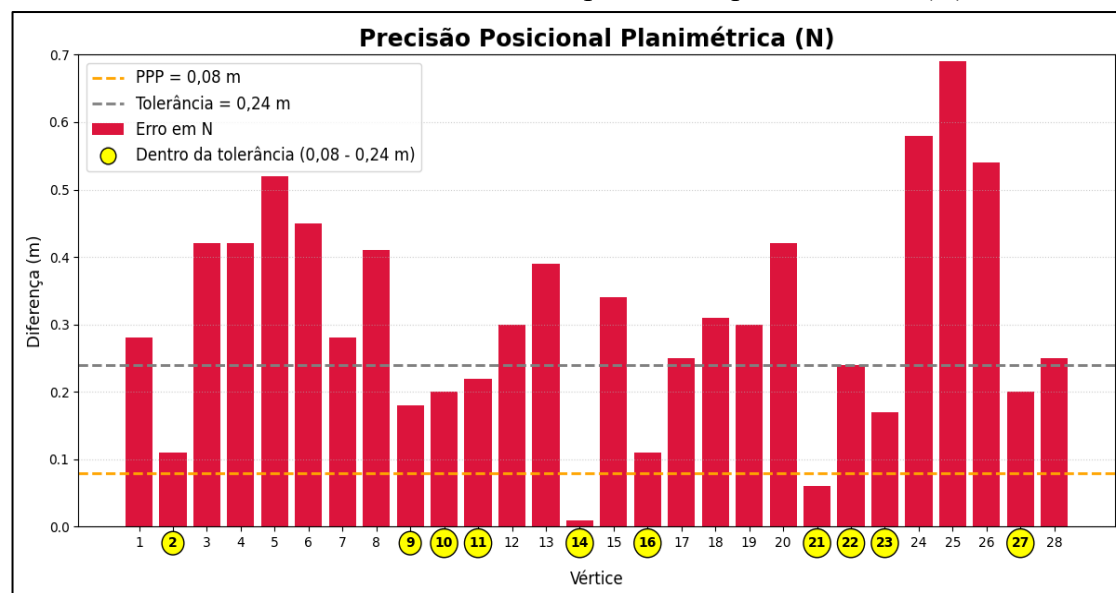
Para analisar o comportamento individualizado e a frequência de enquadramento de cada vértice frente aos limites normativos estabelecidos. Desse modo, o Gráfico 1 ilustra o comportamento das discrepâncias para a componente Leste (E), enquanto o Gráfico 2 apresenta para a componente Norte (N).

Gráfico 1 – Precisão Posicional Planimétrica para a Componente Este (E)



Fonte: O autor (2026)

Gráfico 2 – Precisão Posicional Planimétrica para a Componente Norte (N)



Fonte: O autor (2026)

A análise visual comparativa dos Gráficos 1 e 2 demonstra o comportamento das discrepâncias em cada eixo individualmente. No componente Este (Gráfico 1), observa-se a variação dos desvios que atingiram o valor máximo absoluto de 0,726 metros no vértice 14. No componente Norte (Gráfico 2), o desvio máximo absoluto atingiu 0,686 metros no vértice 25, enquanto o menor desvio do eixo foi de 0,012 metros no vértice 14.

Contudo, conforme os parâmetros normativos, a análise separada das componentes Este e Norte é relevante para identificar a direção da tendência, mas não deve ser utilizada isoladamente para declarar a conformidade posicional do produto. A comparação com os parâmetros normativos deve considerar a discrepância planimétrica de cada ponto, além dos

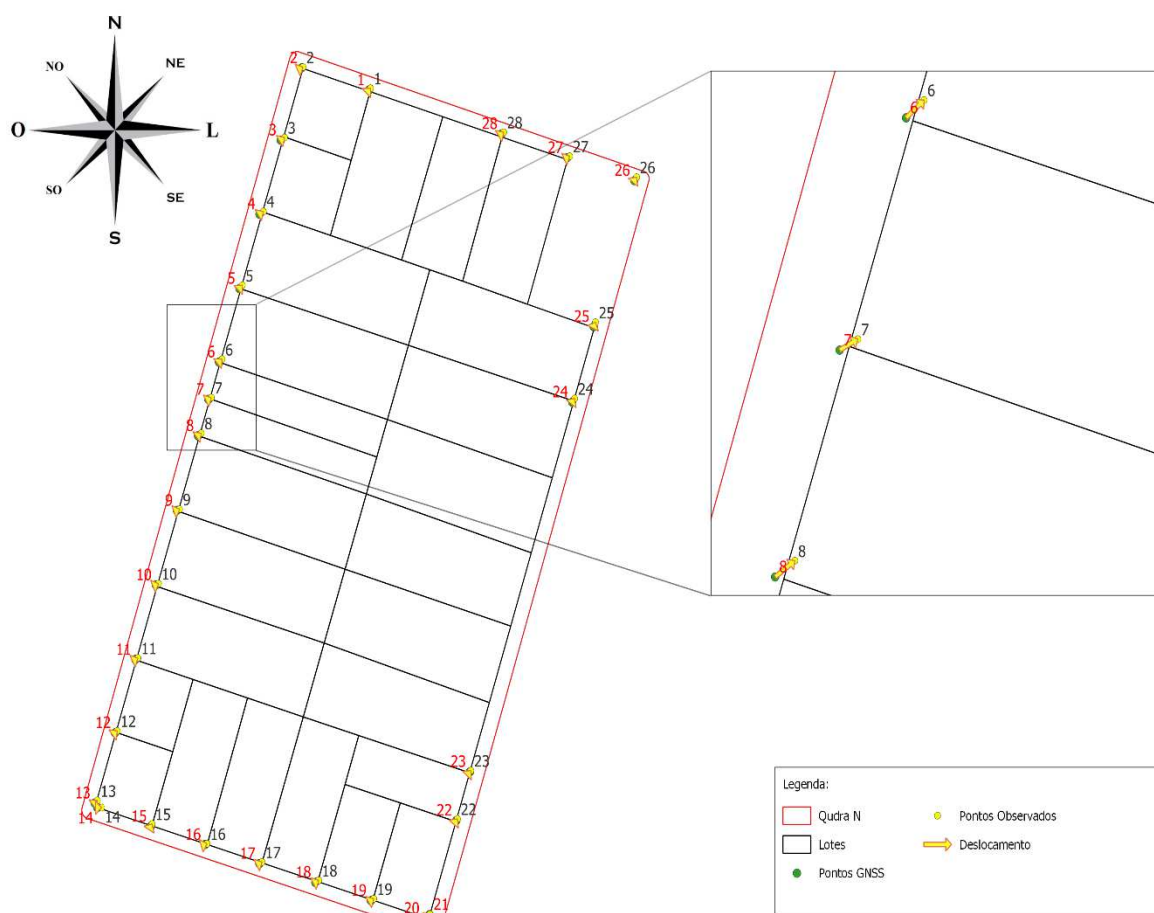
indicadores globais de acurácia e da proporção de pontos que atendem ao limite estabelecido.

O RMSE planimétrico de 0,556 m e a presença de tendência estatística indicam que a ortofoto, na área amostrada, apresenta limitações para aplicações que demandem maior rigor posicional. A classificação normativa definitiva deve ser apresentada com base na regra de decisão correspondente ao padrão adotado, explicitando o limite aplicável, a escala avaliada, a proporção mínima de pontos exigida e o erro padrão admitido.

Essenciais para a compreensão do comportamento global, esses resultados se restringem à ortofoto e à área amostrada na Quadra N. Portanto, não devem ser automaticamente generalizados para a totalidade do recobrimento aerofotogramétrico ou atribuídos às camadas vetoriais municipais sem avaliações complementares e espacialmente distribuídas.

A orientação das discrepâncias e os resultados do teste t confirmam estatisticamente a existência de uma componente sistemática no posicionamento da ortofoto na área analisada. Com o propósito de espacializar essas tendências estatísticas e verificar visualmente a direção e a ocorrência dessas distorções locais sobre os elementos da planta cadastral municipal, as discrepâncias foram representadas sob a forma de vetores. A Figura 8 exibe o mapa de deslocamento planimétrico gerado a partir do confronto posicional dos elementos geométricos de quadras e lotes urbanos.

Figura 8 Vetores de Deslocamento Planimétrico e Distorções nas Feições Cadastrais



Fonte: O autor (2026)

A visualização espacial da Figura 8 valida as conclusões das etapas prévias e subsidia a avaliação da qualidade técnica dos dados da área piloto. As setas amarelas, que representam os vetores de deslocamento, apresentam um comportamento altamente direcional, apontando quase em sua totalidade para direção Nordeste (NE). Essa tendência homogênea indica a ocorrência de um erro sistemático de translação em toda a base cartográfica analisada.

Contudo, a análise minuciosa da malha de lotes e quadras revela também a presença de distorções geométricas pontuais, conforme evidenciado na janela de ampliação da (figura 10) para o vértice 24. Nota-se que a direção e o tamanho do vetor neste ponto rompem sutilmente com o padrão do bloco de lotes vizinhos, gerando desalinhamentos visíveis entre as linhas desenhadas na ortofoto e a geometria real de referência coletada em campo.

É importante destacar que o relatório técnico da empresa licitada menciona a utilização de 14 pontos de apoio para o aerolevanteamento. Com base na documentação técnica disponível, não foi possível determinar conclusivamente se a quantidade e a distribuição espacial dos pontos de apoio foram compatíveis com as características do recobrimento aerofotogramétrico e com a acurácia requerida para o produto. Embora as discrepâncias posicionais observadas na área analisada indiquem a presença de uma tendência sistemática, sua origem não pode ser associada exclusivamente ao número de pontos de apoio empregados. Esse comportamento

pode resultar de diferentes fatores, incluindo a configuração espacial desses pontos, o ajustamento da aerotriangulação, a calibração do sistema sensor, a orientação das imagens, eventuais transformações entre referenciais geodésicos ou outras etapas envolvidas no processamento aerofotogramétrico. Conforme estabelecem os critérios recomenda-se a utilização de pelo menos 20 pontos de controle bem distribuídos por toda a extensão da área de interesse.

De acordo com as diretrizes da *International Federation of Surveyors* (FIG, 1996) e análises metodológicas complementares (AMORIM; PELEGRINA; JULIÃO, 2018), a confiabilidade de um CTM depende de uma rede de referência robusta vinculada ao sistema geodésico nacional. Para o mapeamento de municípios inteiros, recomenda-se a expansão e o adensamento para uma quantidade representativa de pontos bem distribuídos, considerando as variações de relevo e a densidade das edificações (BRASIL, 2009)

Os resultados obtidos sugerem que a quantidade e a distribuição dos pontos de controle empregados podem ter contribuído para o deslocamento sistemático identificado. Entretanto, outros fatores relacionados ao processamento aerofotogramétrico, ao ajustamento do bloco e ao processo de vetorização também podem influenciar esse comportamento. Sem uma quantidade redundante de amarrações geodésicas locais, o algoritmo de ajustamento perde a capacidade de corrigir distorções regionais e estabilizar a posição das feições vetoriais na malha urbana de Monte Carmelo – MG.

Em síntese, o diagnóstico integrado unindo tabelas de coordenadas, estatística descritiva, análise gráfica e mapeamento vetorial aponta que a base cartográfica possui distorções e um deslocamento constante para o Nordeste, impedindo sua aplicação direta em mapeamentos que exijam alta precisão absoluta.

Os resultados obtidos fundamentam e justificam a classificação da acurácia posicional das feições examinadas como parcial, evidenciando inconsistências que decorrem não apenas de falhas geométricas, mas também da quantidade insuficiente e da distribuição limitada dos pontos de controle utilizados no processo de georreferenciamento.

6.2 Consistência Topológica

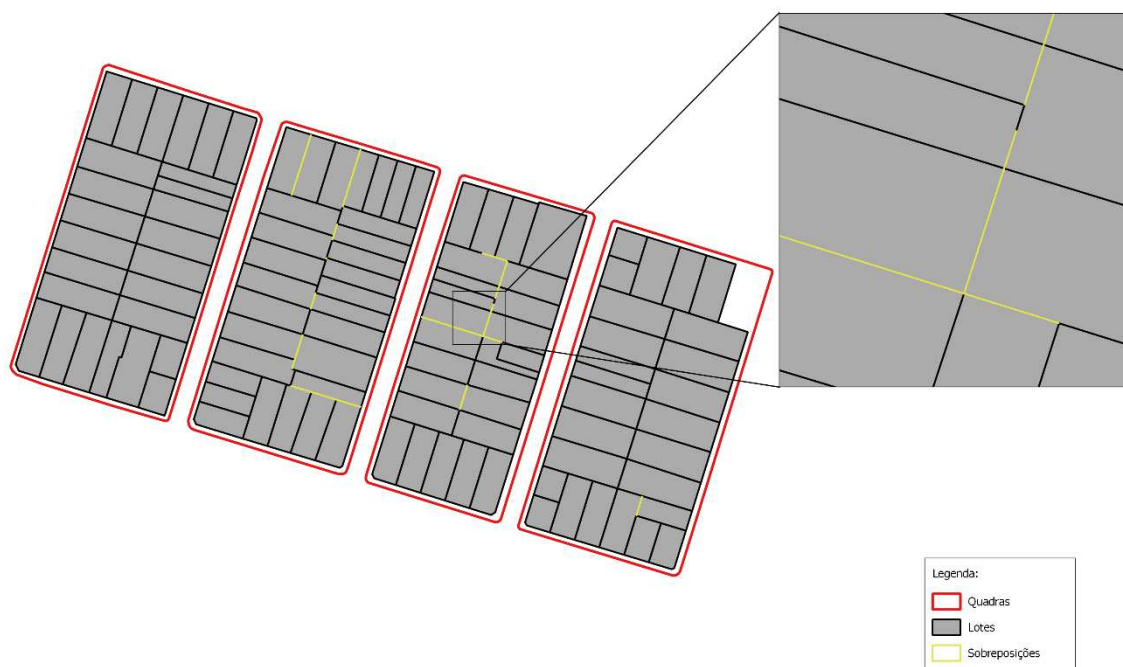
A avaliação da consistência topológica da base cartográfica municipal consistiu na verificação das relações espaciais de vizinhança, conexão e cruzamento entre os elementos vetoriais que compõem a malha urbana da área de estudo. Para a execução automatizada dessa validação geométrica na fase de análise dos resultados, utilizou-se o *plugin* DSGTools integrado ao software QGIS. Essa ferramenta, desenvolvida pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro, atua na verificação automatizada de bancos de dados geoespaciais, permitindo confrontar a integridade estrutural das camadas frente às regras

topológicas estabelecidas pelas especificações técnicas nacionais.

A execução das rotinas de consistência no DSGTools revelou inconformidades estruturais na base fornecida pela prefeitura, as quais foram categorizadas em falhas de sobreposição de feições e ocorrência de vazios (*gaps*). Na camada correspondente à delimitação imobiliária, os algoritmos de validação acusaram a existência de polígonos que se sobrepõem indevidamente, rompendo com o princípio de exclusividade espacial das parcelas. Observa-se a ocorrência dessas inconsistências ao longo das divisas das quatro quadras analisadas, em que as linhas de sobreposição destacadas em amarelo evidenciam o cruzamento incorreto de limites (Figura 9).

O detalhe ampliado na Figura 9 expõe esse fenômeno, revelando que a divisa de um lote cruza incorretamente a área da parcela vizinha em vez de manter o alinhamento perfeito. Essa falha indica problemas no ajuste ou na digitalização original das linhas de loteamento fornecidas. Sob a ótica de modelos cadastrais modernos, essas sobreposições, lacunas e falhas de fechamento prejudicam diretamente a definição dos limites das parcelas, que constituem as unidades espaciais básicas para a organização do território.

Figura 9 – Identificação de sobreposições topológicas na camada vetorial de lotes



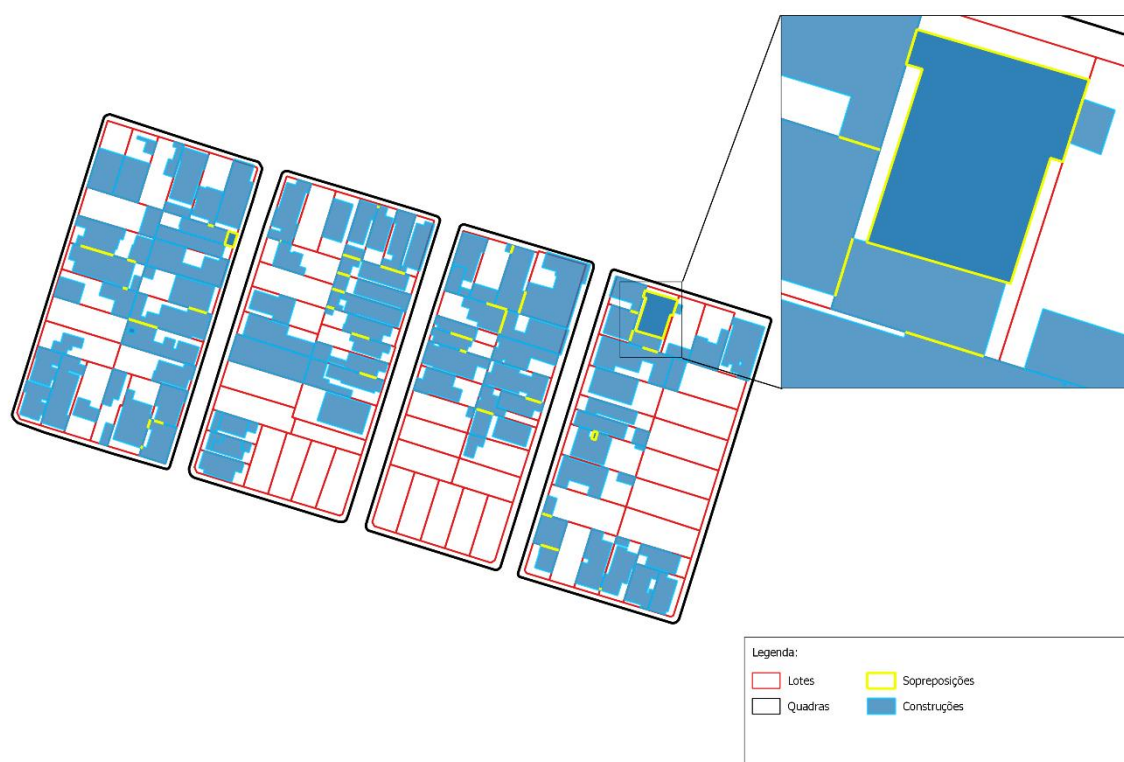
Fonte: O autor (2026)

A validação automatizada pelo *plugin* DSGTools sobre a camada de construções prediais também acusou o rompimento das regras de integridade territorial, conforme representado na Figura 10. Para esta verificação, utilizou-se a ferramenta de identificação de

sobreposições, cuja rotina computacional realiza o cruzamento analítico de feições de polígono com a própria camada em processamento. Os algoritmos identificaram diversos trechos com falhas apontadas pela coloração amarela. Essas inconsistências são compatíveis com a presença de linhas soltas ou com falhas de conexão entre vértices durante o processo de digitalização.

Sob a perspectiva prática do desenho técnico, infere-se que o processo de edição original pode ter forçado o fechamento do polígono sem a precisão devida, fazendo com que o algoritmo do *plugin* gerasse o apontamento de falha topológica por falta de atração (*snapping*) nos nós geométricos vizinhos. A garantia da consistência topológica por meio da eliminação dessas falhas é essencial para assegurar que as unidades espaciais estejam corretamente representadas no sistema, gerando a base confiável necessária para que os dados possam ser futuramente integrados a outros sistemas territoriais externos ou municipais.

Figura 10 – Identificação de sobreposições topológicas na camada vetorial de construções



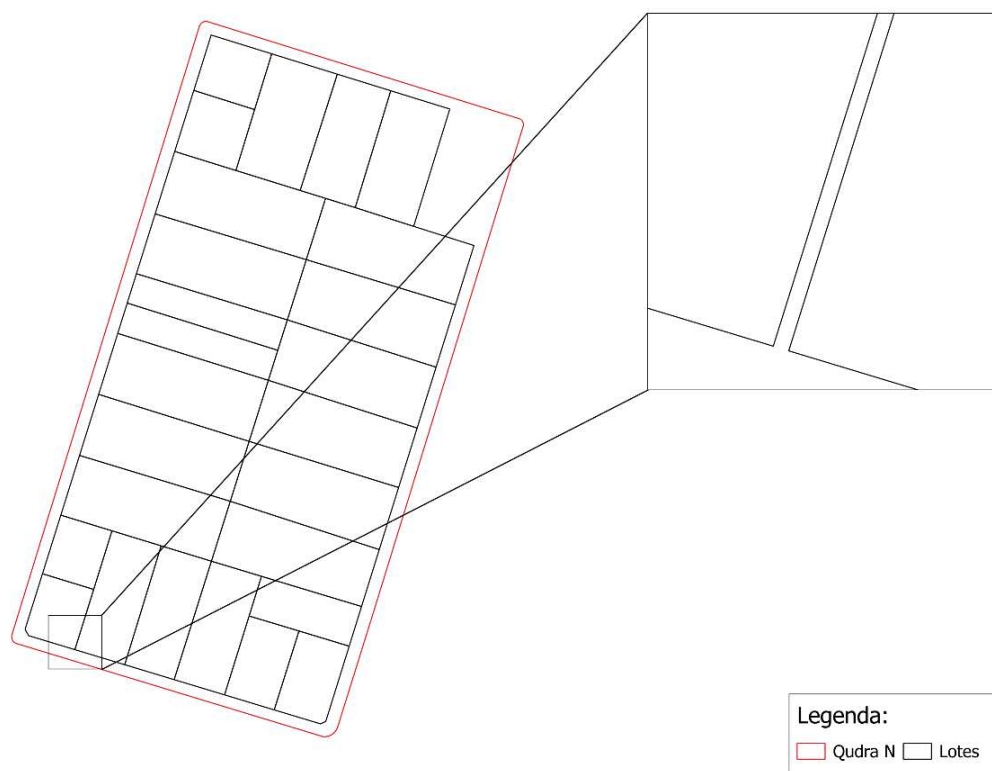
Fonte: O autor (2026)

As análises topológicas também acusaram falhas de descontinuidade geométrica causadas por erros de delimitação cartográfica. Conforme representado na Figura 11, o diagnóstico na porção inferior esquerda da Quadra N detectou um distanciamento inadequado entre polígonos vizinhos. A janela de aproximação expõe nitidamente o problema, evidenciando que as divisas estruturais de dois lotes não se conectam de forma perfeita, o que gera uma abertura ou lacuna espacial entre as feições.

Essa falha de vizinhança indica que os limites perimetrais imobiliários foram digitalizados sem a devida amarração topográfica através de ferramentas de atração, resultando

em incoerências na demarcação das divisas. A consistência topológica é essencial para garantir que as unidades espaciais estejam corretamente representadas e possam ser integradas a outros sistemas territoriais. A ocorrência dessas lacunas prejudica diretamente a definição clara dos limites das parcelas, gerando distorções que precisam ser corrigidas antes que o município planeje integrar seus dados com plataformas externas ou automatizar seus fluxos de atualização.

Figura 11 – Identificação de erro de delimitação e lacuna espacial entre lotes adjacentes



Fonte: O autor (2026)

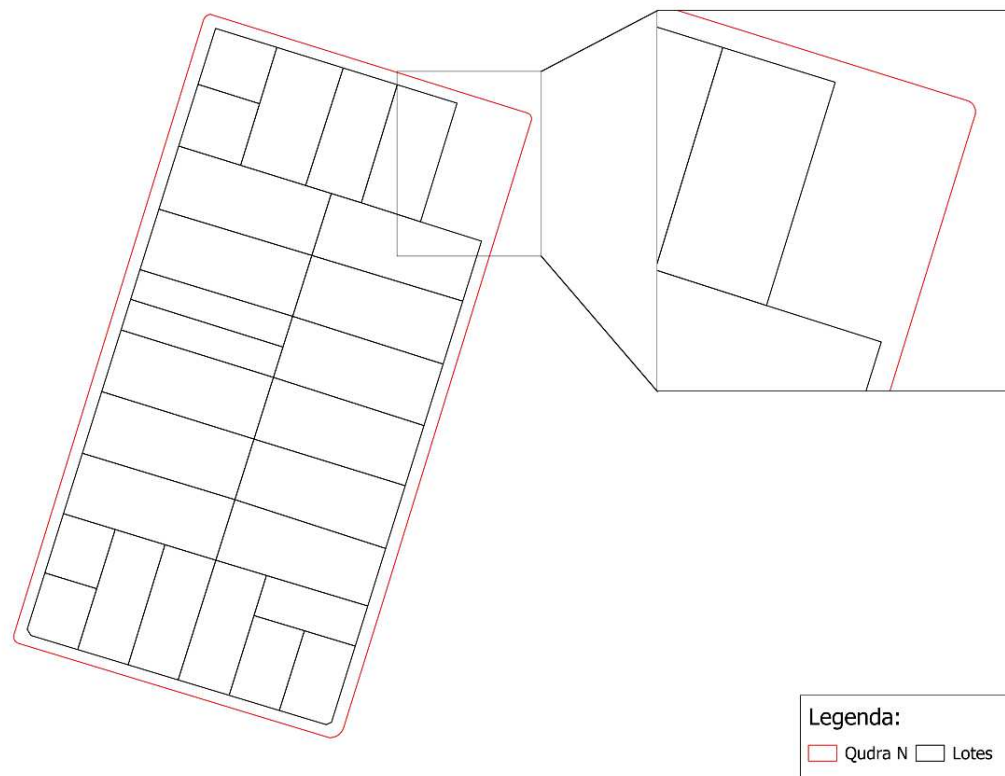
Outra inconsistência importante observada diz respeito à presença de vazios absolutos na malha cartográfica urbana. O processamento efetuado sobre a Quadra N, destacado na Figura 12, acusou uma desconformidade severa em relação à integridade e à continuidade do parcelamento cadastrado. Conforme evidenciado no detalhe ampliado, a ferramenta espacial identificou uma omissão técnica na porção superior direita da quadra, caracterizada pela existência de um lote físico integralmente desprovido de vetorização.

A total ausência de uma feição poligonal para caracterizar esse lote imobiliário interrompe a malha perimetral, criando um vazio cadastral que afeta a integridade territorial e a confiabilidade do banco de dados fornecido pela prefeitura. Sob a perspectiva da gestão, a padronização e a organização estruturada dos atributos cadastrais representam uma etapa importante para ampliar a interoperabilidade das informações territoriais, permitindo futuras integrações entre diferentes sistemas e instituições.

A persistência de lacunas absolutas e lotes não desenhados impede o cruzamento automático de dados fiscais e jurídicos, reforçando a importância de realizar diagnósticos

rigorosos na base cartográfica antes que o município tente adotar sistemas modernos de administração de terras.

Figura 12 –Vazios topológicos e identificação de lote sem vetorização



Fonte: O autor (2026)

A avaliação da consistência geométrica das camadas de lotes e edificações foi realizada utilizando a ferramenta “Identificar Sobreposições”, disponível no plugin DSGTools, integrado ao ambiente QGIS. Essa ferramenta tem como finalidade identificar feições do tipo polígono ou linha que apresentam sobreposição com outras feições pertencentes à mesma camada, permitindo a detecção de inconsistências geométricas na estrutura dos dados vetoriais.

Para a análise, foram utilizadas como camadas de entrada (*Input layer*) as camadas de lotes e edificações, sendo o processamento realizado individualmente em cada conjunto de feições. A ferramenta identificou segmentos geométricos coincidentes, caracterizados pela presença de linhas sobrepostas, ou seja, elementos lineares posicionados exatamente sobre outros elementos da mesma camada. Como as ocorrências encontradas correspondem à sobreposição de linhas e não há sobreposição de polígonos com diferenças de extensão territorial, não foram considerados cálculos de áreas sobrepostas.

A ferramenta “Identificar Sobreposições” não possui parâmetro de tolerância espacial configurável, sendo os resultados determinados pela análise geométrica direta das feições pertencentes à mesma camada. Dessa forma, foram consideradas como inconsistências todas as ocorrências de sobreposição identificadas pelo algoritmo do DSGTools.

Os resultados obtidos pela aplicação da ferramenta nas camadas avaliadas são apresentados na Tabela 7, contendo os quantitativos de ocorrências identificadas, as feições afetadas, a taxa de ocorrência em relação ao total analisado, a classificação de criticidade e as observações relacionadas a cada inconsistência encontrada.

Tabela 7 – Avaliação das inconsistências geométricas identificadas nas camadas vetoriais

Tipo de erro	Camada	Quantidade	Feições afetadas	Taxa	Impacto	Observação
Linhas sobrepostas	Lotes	42	28	39,3% (42/107)	Alto	—
Lote omitido	Lotes	1	1	0,9% (1/107)	Alto	—
Erro de delimitação	Lotes	1	2	0,9% (1/107)	Alto	Abertura de 0,11 m
Geometria inválida	Lotes	42	42	39,3% (42/107)	Médio	—
Linhas sobrepostas	Edificações	27	19	35,5% (27/76)	Alto	—
Geometria inválida	Edificações	27	27	35,5% (27/76)	Médio	—
Atributo obrigatório vazio	Edificações	76	76	100% (76/76)	Alto	Ano de construção, Estado de conservação, Área construída, Uso
Atributo obrigatório vazio	Lotes	107	107	100% (107/107)	Alto	Data de atualização, Fonte, Uso, Nome do lote

Fonte: O autor(2026)

A taxa corresponde ao percentual de feições afetadas por cada tipo de inconsistência em relação ao total de feições analisadas na respectiva camada, sendo calculada pela razão entre a quantidade de feições afetadas e o total de feições da camada, multiplicada por 100.

Conforme apresentado na Tabela 7, foram identificadas inconsistências geométricas e cadastrais nas camadas de lotes e edificações analisadas. As ocorrências de linhas sobrepostas representam feições lineares coincidentes dentro da mesma camada, indicando possíveis duplicidades ou falhas no processo de edição e estruturação dos dados vetoriais. Embora essas ocorrências não representem necessariamente alterações na área das parcelas ou edificações, podem comprometer a organização geométrica da base e gerar problemas em operações posteriores de análise espacial.

Nas camadas de lotes e edificações também foram identificadas geometrias inválidas, evidenciando a necessidade de procedimentos de correção e validação da estrutura geométrica das feições. Além disso, a ausência de atributos obrigatórios observada nas tabelas de dados demonstra limitações quanto à completude das informações associadas aos elementos espaciais, reduzindo o potencial de utilização da base para aplicações de caráter multifinalitário.

Dessa forma, os resultados apresentados permitem caracterizar as principais inconsistências existentes na área analisada, indicando a necessidade de etapas de revisão geométrica, correção dos elementos sobrepostos e complementação dos dados cadastrais antes

da utilização da base cartográfica como suporte ao Cadastro Técnico Multifinalitário municipal.

6.3 Diretrizes Técnicas para Correção e Homologação da Consistência Topológica

Para assegurar que o produto cartográfico cumpra os requisitos básicos de qualidade geométrica, semântica e organização, estruturou-se um roteiro com procedimentos para a retificação e o saneamento das inconsistências diagnosticadas no ambiente do software QGIS:

- **Configuração do Ambiente de Atração Magnética (*Snapping*):** Antes de qualquer alteração nos desenhos, as ferramentas do QGIS devem ser configuradas para impedir o surgimento de novos erros. Ativa-se a ferramenta de atração magnética em todas as camadas no modo "vértice e segmento", adotando uma tolerância de 0,10 metros para forçar o cursor do mouse a se conectar perfeitamente aos desenhos já existentes. Adicionalmente, habilita-se a função de "edição topológica" para garantir que os nós compartilhados se movam juntos e ativa-se a opção "evitar sobreposição", impedindo que novas linhas cruzem por cima de lotes vizinhos.
- **Correção de Falhas de Delimitação e Lacunas:** A resolução dos espaços vazios e buracos identificados entre os lotes vizinhos deve ser executada de forma pontual diretamente na tela do computador. Com a camada de lotes em modo de edição, seleciona-se a "ferramenta de vértices", aproxima-se o zoom na zona do erro e clica-se no ponto desalinhado, arrastando-o até o ponto correto do lote ao lado. O sistema de atração magnética garantirá que as linhas se encaixem perfeitamente, eliminando o buraco sem deixar frestas.
- **Ajuste Perimetral de Construções e Linhas Soltas:** Para sanar os problemas na camada de construções causados por fechamentos forçados e linhas soltas nos desenhos originais, utiliza-se a ferramenta de vértices para reajustar os contornos que estão invadindo outras áreas. Os nós que estão gerando sobreposições inválidas devem ser arrastados e colados de forma correta aos cantos das paredes das estruturas vizinhas utilizando o *snapping*, garantindo que o desenho feche perfeitamente de acordo com as casas visíveis na ortofoto. Nos casos em que a totalidade da construção está fora do lugar correto, usa-se o comando "mover feição" para arrastar o desenho para a sua posição real.
- **Desenho e Recuperação de Lotes Omitidos:** A falta de informação provocada pela ausência de desenho de lotes deve ser resolvida por meio da vetorização direta do espaço vazio. Com a camada de lotes em edição e usando a ortofoto de fundo-guia, aciona-se o comando "adicionar feição de polígono" e desenha-se o lote clicando nos cantos formados pelas propriedades vizinhas que já foram corrigidas. Como a edição topológica estará ativa, o novo polígono vai se moldar perfeitamente aos limites existentes, preenchendo o vazio da malha urbana de forma limpa e sem gerar erros de sobreposição.

6.3.1 Conformidade Normativa

A reestruturação de atributos aplicada nesta pesquisa não se configurou como uma adoção literal e isolada da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV 3.0), visto que a referida norma nacional não possui, originalmente, o escopo de cobrir a totalidade das demandas alfanuméricas de um cadastro fiscal urbano. Diante disso, desenvolveu-se um modelo híbrido adaptado às necessidades reais da administração municipal de Monte Carmelo.

Para demonstrar a aderência normativa e introduzir as bases corrigidas, apresenta-se na Tabela 8 o dicionário de dados que classifica a origem, o tipo e a obrigatoriedade dos principais campos estruturantes e chaves de ligação que foram implementados nas tabelas finais de resultados deste estudo.

Tabela 8 – Dicionário de dados da estrutura de atributos proposta para a camada imobiliária

Campo proposto	Origem	Obrigatoriedade	Tipo	Domínio / Formato	Observação / Função
ID	Modelo local	Obrigatório	Inteiro	Sequencial numérico (1 a 26)	Chave primária da feição de lote
NOME_LOTE	Cadastro fiscal	Obrigatório	Texto	Código da parcela (Ex.: 1, 1A)	Chave de ligação relacional na quadra
Geometria	ET-EDGV 3.0	Obrigatório	Polígono	—	Classe de feição adaptada (SIRGAS 2000)
NÚMERO_IMÓVEL	Cadastro fiscal	Obrigatório	Inteiro	Código numérico único	Inscrição do IPTU / Vínculo tributário
ÁREA_m²	Calculado	Obrigatório	Decimal	Valor positivo em m²	Área gráfica derivada da geometria
TIPO_CONSTRUÇÃO	Modelo local	Obrigatório	Texto	Lista fechada	Casa/Sobrado, Anexo, terreno

Fonte: O autor (2026)

A integração relacional desse modelo híbrido corrigido foi estabelecida por chaves lógicas: o campo ID atua como chave primária na camada de parcelas, enquanto o vínculo descritivo com a tabela de edificações e o sistema fiscal do município ocorre por meio do cruzamento entre os campos NOME_LOTE (na camada de lotes) e LOTE (na camada de edificações). Com essa amarração lógica, garante-se que os desmembramentos e as características físicas de conservação informadas no cadastro estejam vinculados de forma unívoca à respectiva geometria perimetral da parcela, assegurando a consistência dos dados e a futura interoperabilidade com o SINTER.

A avaliação da conformidade normativa consistiu em verificar o grau de aderência e adaptabilidade da base cartográfica vetorial e estrutural frente às diretrizes estabelecidas pelas Especificações Técnicas para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV 3.0). É fundamental ressaltar que a ET-EDGV 3.0 não se configura, por si só, como um modelo cadastral municipal completo. Diante disso, o diagnóstico inicial utilizou a estrutura original

fornecida pela prefeitura na Tabela 9 como ponto de partida para a formulação de uma estrutura de atributos proposta com base em elementos da ET-EDGV e nas necessidades cadastrais municipais, cujas especificações de modelagem, origem de dados e regras de chaves lógicas estão detalhadas no dicionário de dados da Tabela 8.

Tabela 9 – Estrutura original da tabela de atributos da camada de lotes fornecida pelo município

ORIG_ID	ID_SHAPE	ID_GEO	DISPLAY	N_MORADORE	AGENTE	PSF
17930	71974	4061	23			
18320	72364	3980	17			
18321	72365	3999	17-A			
18324	72368	4053	19			
18325	72369	4067	22			
18326	72370	4170	20			
18327	72371	4175	20-A			
18329	72373	3520	1			
18330	72374	3529	1A			
18333	72377	3722	6			
29414	98091	4179	21			
29416	98092	4089	18			
29703	98400	3580	2			
29704	98401	3633	3			
39643	110763	3688	4			
39667	110794	3818	11			
39669	110796	3806	10			
39671	110798	3795	9			
39673	110800	3769	8			
39675	110802	3748	7			
39720	110871	3455	12-A			
39724	110872	3931	14			
39744	110895	3457	12			
39745	110894	3458	13			
39758	110919	3953	15			
39781	110954	3970	16			

Fonte: O autor (2026)

A verificação dos dados consolidados na Tabela 9 indica que há incompatibilidade frente à padronização nacional para a estruturação de dados geoespaciais. A modelagem fornecida limita-se a armazenar identificadores numéricos internos e códigos de controle operacional básicos, como os campos ORIG_ID, ID_SHAPE, ID_GEO e DISPLAY, além de colunas voltadas ao recenseamento de saúde pública, como N_MORADORE, AGENTE e PSF, as quais se encontram desprovidas de preenchimento. Essa estrutura original não contempla o dicionário de feições, as classes e os domínios conceituais sugeridos pela ET-EDGV 3.0 para a caracterização adequada das parcelas territoriais urbanas, omitindo variáveis importantes para a gestão do território.

Para sanar essa inconsistência e visando subsidiar as bases potenciais para a interoperabilidade da planta cadastral, realizou-se a reestruturação experimental da tabela de

atributos da camada de lotes na área piloto da Quadra N. A matriz alfanumérica foi expandida no software para recepcionar os campos normativos e os metadados técnicos adequados, conforme estruturado na Tabela 10.

A proposta foi estabelecida por meio de chaves-lógicas estruturantes: o campo ID atua como chave primária na camada de parcelas urbanas, enquanto a amarração entre o mapa de lotes e a tabela de edificações é consolidada pelo relacionamento entre os campos NOME_LOTE e LOTE. O vínculo fiscal definitivo com o município ocorre por meio do preenchimento da inscrição imobiliária do IPTU. Essa organização estruturada corrige os vazios de informação alfanumérica, permitindo futuras integrações entre diferentes sistemas e instituições.

Tabela 10 – Estrutura de atributos proposta com base na ET-EDGV para camada lotes

Fonte: O autor (2026)

ID	NOME_LOTE	ID_GEO	ÁREA_m²	PERÍMETRO_m	ID_QUADRA	USO	DATA_ATUALIZAÇÃO	FONTE
1	1	3520,00	136,23	46,73	QUADRA N	Residencial		
2	1A	3529,00	150,34	49,05	QUADRA N	Residencial		
3	2	3580,00	305,58	72,94	QUADRA N	Residencial		
4	3	3633,00	255,54	68,67	QUADRA N	Residencial		
5	4	3688,00	277,84	70,64	QUADRA N	Residencial		
6	6	3722,00	363,10	84,08	QUADRA N	Residencial		
7	7	3748,00	368,80	84,52	QUADRA N	Residencial		
8	8	3769,00	365,47	84,34	QUADRA N	Residencial		
9	9	3795,00	363,63	84,26	QUADRA N	Residencial		
10	10	3806,00	368,53	84,63	QUADRA N	Residencial		
11	11	3818,00	353,50	83,67	QUADRA N	Residencial		
12	12	3457,00	159,82	51,47	QUADRA N	Residencial		
13	12A	3455,00	159,91	56,09	QUADRA N	Residencial		
14	13	3458,00	158,24	51,68	QUADRA N	Residencial		
15	14	3931,00	239,90	67,79	QUADRA N	Residencial		
16	15	3953,00	238,39	67,68	QUADRA N	Residencial		
17	16	3970,00	237,11	67,6	QUADRA N	Residencial		
18	17	3980,00	124,20	44,24	QUADRA N	Residencial		
19	17A	3999,00	121,07	44,12	QUADRA N	Residencial		
20	18	4089,00	364,03	84,56	QUADRA N	Residencial		
21	19	4053,00	367,98	84,84	QUADRA N	Residencial		
22	20	4170,00	183,70	72,71	QUADRA N	Residencial		
23	20A	4175,00	182,16	72,62	QUADRA N	Residencial		
24	21	4179,00	365,83	84,76	QUADRA N	Residencial		
25	22	4067,00	371,54	85,1	QUADRA N	Residencial		
26	23	4061,00	377,23	85,53	QUADRA N	Residencial		

A análise comparativa da Tabela 10 em relação à estrutura antiga demonstra uma evolução qualitativa importante no gerenciamento das informações geoespaciais da área piloto. O “novo modelo” organizado no software implementou um encadeamento lógico de integridade, identificando cada feição e vinculando a designação cadastral do imóvel (NOME_LOTE) ao seu respectivo código geodésico (ID_GEO). A inclusão dos parâmetros geométricos de ÁREA_m² e PERÍMETRO_m, calculados diretamente sob o sistema de projeção cartográfica, garante o rigor métrico necessário para fins de gestão e planejamento urbano.

Ademais, estabeleceu-se o vínculo de vizinhança com a unidade macro ao indexar o

campo ID_QUADRA, identificando todas as parcelas pertencentes à Quadra N, além de categorizar a ocupação do solo por meio do atributo USO, cujo domínio de valor foi classificado como residencial. Os campos destinados à data de atualização e à fonte de dados consolidam a estrutura de metadados necessária para atestar a atualidade e a linhagem da base cadastral. Diante dessa reestruturação experimental na área piloto, a estrutura de atributos proposta baseou-se em elementos da ET-EDGV e nas necessidades cadastrais municipais, garantindo o padrão de conformidade e adaptabilidade sugerido para a organização de dados espaciais locais.

Dando continuidade ao processo de diagnóstico analítico e validação normativa, foi identificada na camada vetorial de edificações fornecida pela administração pública municipal problema semelhante ao descrito anteriormente. Como demonstrado na Tabela 11, a matriz de atributos original das construções apresentava-se desorganizada e em desacordo com as especificações nacionais de cartografia para a estruturação de dados espaciais.

Tabela 11 original de atributos da camada de edificações fornecida pelo município

ORIG_ID	ID_SHAPE	ID_GEO
21307	76948	4067
22175	77816	3980
22380	78021	3580
22381	78022	3457
22406	78047	3931
22420	78061	3455
22513	78154	4175
22514	78155	4179
22515	78156	4061
22516	78157	3722
22517	78158	3633
22518	78159	3529
22519	78160	3520
22520	78161	4170
22521	78162	4170
22522	78163	4067
22523	78164	4053
22524	78165	4089
22525	78166	3999
22530	78171	3458
30862	98506	3633
32457	104421	4053
32474	104478	3580
34686	110909	3931
34694	110927	3953
34782	111109	3688
34831	111166	4067
34964	111501	3693

Fonte: O autor (2026)

A leitura da Tabela 11 evidencia que a camada original de edificações continha exclusivamente os campos codificados ORIG_ID, ID_SHAPE e ID_GEO, carecendo de dados descritivos básicos a respeito da natureza, destinação física e condições estruturais das feições construídas. Diante disso, realizou-se a reestruturação experimental da tabela de atributos dessa

camada no software, aplicando uma estrutura de atributos proposta com base em elementos da ET-EDGV e nas necessidades cadastrais municipais.

Para alcançar a organização e o preenchimento completo das informações alfanuméricas inseridas na nova planilha da área piloto da Quadra N, realizou-se a padronização e a criação de campos descritivos diretamente no ambiente do software QGIS. A modelagem híbrida expandiu a matriz de atributos para recepcionar variáveis físicas essenciais extraídas dos espelhos de IPTU, definindo domínios de valores específicos para a caracterização das feições locais, incluindo o tipo de construção (Casa/Sobrado ou Anexo), a tipologia dos materiais estruturais (Alvenaria ou Concreto) e as faixas de estado de conservação (Nova/Ótima, Bom, Regular e Mau).

A organização estruturada das colunas e o respeito aos domínios normativos locais representam uma etapa importante para ampliar a interoperabilidade das informações territoriais, permitindo futuras integrações entre diferentes sistemas e instituições. Esse procedimento gerou a nova tabela de atributos qualificada para a camada de construções urbanas da área piloto, conforme consolidado na Tabela 12.

Tabela 12 – Estrutura de atributos proposta com base em elementos da ET-EDGV para camada edificações

NÚMERO IMÓVEL	LOTE	TIPO CONSTRUÇÃO	MATERIAL	ESTADO CONSERVAÇÃO	ÁREA CONSTRUÍDA M2	NÚMERO UNIDADES	ANO CONSTRUÇÃO	USO
2273	1	Casa/Sobrado	Alvenaria	Regular	98	1,00	2009	Residencial
2298	1-A	Casa/Sobrado	Alvenaria	Bom	105	1,00	2007	Residencial
2275	2	Casa/Sobrado	Alvenaria	Nova/Ótima	391,7	1,00	2010	Residencial
2276	3	Casa/Sobrado (Anexo)	Concreto	Bom	45,15	1,00	2010	Residencial
2274	4	Casa/Sobrado	Alvenaria	Nova/Ótima	129,6	1,00	2009	Residencial
2277	5	Casa/Sobrado	Alvenaria	Nova/Ótima	213,75	1,00	2009	Residencial
2278	6	Casa/Sobrado	Concreto	Bom	61,51	1,00	2010	Residencial
2279	7	Terreno	Não Edificado	Bom	0	0,00	-	Não Edificado
2280	8	Terreno	Não Edificado	Bom	0	0,00	-	Não Edificado
2281	9	Terreno	Não Edificado	Bom	0	0,00	-	Não Edificado
2282	10	Terreno	Não Edificado	Bom	0	0,00	-	Não Edificado
2283	11	Terreno	Não Edificado	Bom	0	0,00	-	Não Edificado
2284	12	Casa/Sobrado	Concreto	Nova/Ótima	98,56	1,00	2017	Residencial
31089	12-A	Casa/Sobrado	Concreto	Nova/Ótima	94,57	1,00	2016	Residencial
2285	13	Casa/Sobrado	Concreto	Nova/Ótima	124,73	1,00	-	Residencial
2286	14	Casa/Sobrado	Concreto	Nova/Ótima	142,19	1,00	-	Residencial
2287	15	Casa/Sobrado	Alvenaria	Nova/Ótima	167,81	1,00	2018	Residencial
2288	16	Terreno	Não Edificado	Nova/Ótima	0	0,00	-	Não Edificado
2289	17	Casa/Sobrado	Alvenaria	Mau	56,9	1,00	-	Residencial
2290	17-A	Casa/Sobrado	Alvenaria	Mau	109,07	1,00	-	Residencial
2291	18	Terreno	Não Edificado	Bom	0	0,00	-	Não Edificado
2292	19	Casa/Sobrado	Alvenaria	Nova/Ótima	183,31	1,00	2005	Residencial
2293	20	Casa/Sobrado	Alvenaria	Nova/Ótima	130,96	1,00	2025	Residencial
2294	20-A	Casa/Sobrado	Alvenaria	Bom	92,31	1,00	-	Residencial
2296	21	Casa/Sobrado	Alvenaria	Regular	156,34	1,00	2013	Residencial
2295	22	Casa/Sobrado	Alvenaria	Bom	134,53	1,00	-	Residencial
2297	23	Casa/Sobrado	Alvenaria	Bom	253,2	1,00	-	Residencial

Fonte: O autor (2026)

A análise dos resultados quantitativos e qualitativos da Tabela 12 revela uma reestruturação nas propriedades alfanuméricas das feições construídas, integrando os dados cadastrais a uma estrutura de atributos proposta com base em elementos da ET-EDGV e nas necessidades cadastrais municipais. A nova tabela correlaciona o identificador oficial (NÚMERO_IMÓVEL) e a designação da parcela (LOTE) às características físicas específicas da construção.

O preenchimento do ESTADO_CONSERVAÇÃO variou qualitativamente entre

novo/ótimo, bom, regular e mau, fornecendo um diagnóstico de campo sobre as construções da área piloto. Adicionalmente, quantificou-se a `ÁREA_CONSTRUÍDA_M2`, o `NÚMERO_UNIDADES` e o `ANO_CONSTRUÇÃO`, amarrados ao domínio de USO residencial ou não edificado. A implementação desse dicionário de dados na tabela de atributos soluciona o déficit de informações estruturais e garante a consistência e a adaptabilidade da base de dados local.

6.3.2 Diagnóstico dos Requisitos para Implementação do CTM em Monte Carmelo

O Quadro 2 apresenta a matriz diagnóstica dos requisitos mínimos para implementação do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM). O preenchimento foi realizado a partir de pesquisa documental (Plano Diretor, Lei nº 1546/2019, Relatório de Voo Aerofotogramétrico) e investigação direta junto à Prefeitura Municipal, incluindo análise dos espelhos cadastrais.

Nº	Requisito	Descrição	Situação em Monte Carmelo
1.1	Legislação Cadastral	Lei de cadastro nacional ou legislações que definam o cadastro	Parcialmente atendido – Lei nº 1546/2019 trata do parcelamento do solo; Plano Diretor (2006) define política urbana, mas não há lei específica de CTM
1.2	Identificação cadastral	Código único e inequívoco para identificação das parcelas	Parcialmente atendido – Possui códigos para quadras e lotes no banco de dados, porém sem padronização; há casos em que o código de uma parcela remete a outra quadra ou lote
1.3	Definição da Precisão Posicional	Precisão posicional definida em legislação	Não atendido – Não há definição legal
1.4	Sistema Geodésico de Referência	Obrigatoriedade de georreferenciar ao sistema geodésico	Atendido – Relatório de voo usa SIRGAS 2000
1.5	Sistema de Coordenadas	Obrigatoriedade de sistema de coordenadas específico	Atendido – Relatório de voo usa UTM, fuso 23 Sul
1.6	Fórmula de cálculo do imposto	Legislação sobre cálculo do imposto territorial	Sem evidências
1.7	Método para avaliação dos imóveis	Legislação definindo método de avaliação dos imóveis	Sem evidências
1.8	Método de atualização do valor dos imóveis	Legislação definindo metodologia de atualização	Sem evidências
2.1	Rede Geodésica	Implementação de rede geodésica e topográfica	Parcialmente atendido – Pontos GNSS usados no voo, mas não há rede municipal permanente
2.3	Normas Técnicas para Limites	Normas técnicas para definição de limites e confrontações	Parcialmente atendido – Lei nº 1546/2019 define parâmetros urbanísticos
2.3	Infraestrutura de Dados Espaciais	Legislação para IDE cadastral	Não atendido
2.4	Padrões e Metadados	Normas técnicas e legislação específica para cartografia cadastral	Parcialmente atendido – Ortofotos e MDT seguem padrões técnicos, mas não há norma municipal
2.5	Interoperabilidade	Normas técnicas e legislação específicas para interoperabilidade	Não atendido
2.6	Certificação Digital	Normas técnicas para cadastro jurídico digital	Não atendido
3.1	Instituição responsável pelo cadastro jurídico	Gestão dos aspectos jurídicos da propriedade	Sem evidências
3.2	Instituição responsável pelo cadastro físico	Gestão da cartografia cadastral	Atendido (informalmente) – Empresa contratada produziu ortofoto e banco de dados; setor de IPTU guarda espelhos e dados cadastrais
3.3	Instituição responsável pelo cadastro econômico	Gestão dos impostos territoriais	Atendido (informalmente) – Setor de IPTU administra o banco de dados e vincula ao sistema tributário, embora sem respaldo legal formal

Fonte: O autor (2026)

A análise da matriz evidencia que Monte Carmelo apresenta avanços técnicos relevantes, como a existência de ortofoto oficial e a consolidação de um banco de dados cadastral. Esses elementos demonstram que o município já dispõe de uma infraestrutura mínima para a construção de um Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM). No entanto, o desenvolvimento de um CTM exige não apenas recursos técnicos, mas também a criação de marcos jurídicos e institucionais sólidos, capazes de assegurar a integração e a multifinalidade do sistema.

Os resultados mostram que os setores municipais não estão integrados. Os dados cadastrais encontram-se espalhados por diferentes secretarias, sem interoperabilidade, o que gera duplicidade, inconsistência e desalinhamento das informações. Essa fragmentação confirma o diagnóstico de Amorim et al. (2018), segundo o qual a ausência de um CTM leva à

coexistência de múltiplos cadastros paralelos, muitas vezes incompatíveis entre si, resultando em falhas de gestão e aumento de custos públicos.

Outro ponto crítico identificado é a omissão de informações por parte dos servidores, que compromete a completude e a confiabilidade da base cadastral. Essa lacuna reforça a constatação de que, embora haja códigos únicos vinculados ao sistema de IPTU para quadras e lotes, eles não estão padronizados e, em alguns casos, remetem a parcelas de outras quadras, evidenciando falhas na lógica espacial de identificação. Essa situação contraria o princípio destacado no Capítulo 4, que defende a necessidade de um código único e inequívoco para cada parcela, capaz de garantir integração com outras bases de dados e evitar duplicidades.

Além disso, o Plano Diretor desatualizado e a ausência de diretrizes específicas para o CTM revelam a falta de respaldo jurídico e institucional. A gestão prática dos dados permanece concentrada no setor de IPTU, sem articulação com outras áreas da administração municipal. Esse cenário confirma que Monte Carmelo se encontra em uma fase de transição: possui infraestrutura técnica consolidada, mas precisa avançar na formalização normativa, integração institucional e padronização dos dados.

Portanto, os resultados reforçam que a consolidação de um CTM em Monte Carmelo depende da superação de três desafios centrais:

- **Marco jurídico:** atualização da legislação urbanística e inclusão de diretrizes específicas para o cadastro.
- **Marco institucional:** integração entre secretarias e definição clara das responsabilidades na gestão cadastral.
- **Marco técnico:** padronização dos códigos e fortalecimento da infraestrutura de dados espaciais.

Somente com esses avanços será possível consolidar o CTM como instrumento multifinalitário e integrá-lo a modelos modernos de administração territorial, como o Land Administration Domain Model (LADM). Essa integração pode ocorrer de forma prática por meio da padronização dos códigos cadastrais (garantindo unicidade e lógica espacial), da vinculação das parcelas às informações jurídicas (escrituras, contratos, hipotecas e direitos reais), da inclusão dos dados econômicos (avaliação e valores de mercado para justiça tributária) e da construção de uma infraestrutura de dados espaciais confiável e interoperável. Além disso, é essencial que haja um marco institucional que defina responsabilidades e assegure a atualização contínua da base cadastral.

6.3.3 Implicações da Qualidade da Informação Espacial para Futuros Modelos de Administração Territorial

Os problemas estruturais identificados na área piloto de Monte Carmelo – MG trazem reflexos importantes quando analisados sob a ótica de modelos modernos de gestão de terras. A identificação de inconsistências nos dados serve como um diagnóstico real das condições que

o município precisa aprimorar antes de planejar qualquer modernização ou integração tecnológica futura.

6.3.4 Erros Geométricos e as Unidades Espaciais (Spatial Units)

O erro sistemático de translação observado nos lotes e nas edificações afeta diretamente a confiabilidade do cadastro de imóveis. No modelo conceitual internacional de administração de terras, as parcelas territoriais e as construções são tratadas como Unidades Espaciais (*Spatial Units*). As inconsistências posicionais identificadas interferem na representação espacial das parcelas cadastradas, elemento fundamental para futuros sistemas de gestão baseados em informações confiáveis.

Se as feições em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) apresentam-se deslocadas em relação aos limites físicos observados em campo, o sistema perde confiabilidade geométrica e a semântica. Sob a ótica das diretrizes nacionais da legislação de cadastros territoriais urbanos, dados com esse tipo de desvio geométrico enquadram-se na categoria de parcelas não certificadas. A persistência desses desvios impede que as unidades espaciais do município sejam vinculadas de forma automatizada e segura ao registro público de imóveis, gerando incertezas na demarcação do território.

6.3.5 Erros Topológicos e a Definição de Limites

As falhas espaciais catalogadas, como frestas perimetrais entre os lotes adjacentes e linhas soltas por fechamentos forçados nas edificações, impossibilitam a correta determinação das fronteiras imobiliárias. A consistência topológica é essencial para garantir que as unidades espaciais estejam corretamente representadas e possam ser integradas a outros sistemas territoriais. Na realidade territorial, duas propriedades confrontantes compartilham exatamente a mesma linha divisória. A presença de lacunas ou sobreposições quebra essa lógica e desrespeita as exigências técnicas que obrigam as bases cadastrais a garantirem a perfeita continuidade geométrica entre imóveis vizinhos. Sanar essas falhas de conectividade vetorial é um passo obrigatório para que os mapas de diferentes secretarias municipais consigam interoperar, evitando que o erro cartográfico se transforme em disputas territoriais ou distorções de planejamento urbano.

6.3.6 Estrutura dos Atributos e a Interoperabilidade de Dados

A desorganização encontrada nas tabelas de atributos originais e a existência de vazios cadastrais por omissão de dados inviabilizam o compartilhamento automático de informações. A padronização dos atributos cadastrais representa uma etapa importante para ampliar a interoperabilidade das informações territoriais, permitindo futuras integrações entre diferentes sistemas e instituições.

Ao reestruturar as tabelas com base nas classes nacionais da ET-EDGV 3.0, eliminando as colunas desnecessárias e preenchendo os dados imobiliários corretos, deixará o banco de dados da prefeitura preparado para se conectar a redes de ampla escala, como o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER), garantindo a autonomia e a eficiência da gestão pública.

6.3.7 O Impacto da Estruturação dos Dados na Gestão Territorial Municipal

A correção e a organização da base cartográfica geram impactos práticos e imediatos na qualidade da gestão pública. Uma base cadastral estruturada e livre de erros espaciais deixa de ser apenas uma representação gráfica estática para se tornar “o vetor de inteligência geográfica municipal”. Quando os dados geométricos e as tabelas alfanuméricas estão devidamente qualificados e integrados, o município ganha eficiência administrativa em quatro frentes estratégicas:

- **Compartilhamento entre Secretarias:** O setor de cadastro imobiliário, a Secretaria de Finanças, a Secretaria de Obras e o departamento de meio ambiente passam a utilizar exatamente o mesmo mapa, eliminando o problema crônico de cada setor ter uma informação diferente sobre o mesmo lote.
- **Integração com Sistemas Externos:** A base de dados fica estruturalmente preparada para se conectar a plataformas nacionais e aos cartórios de registro de imóveis, unindo a segurança jurídica da propriedade ao cadastro fiscal da prefeitura.
- **Atualização Contínua:** O estabelecimento de rotinas claras de desenho e ferramentas de atração magnética (*snapping*) impede que novos erros surjam no dia a dia da prefeitura à medida que a cidade se expande e novos loteamentos são aprovados.
- **Maior Confiabilidade das Informações:** A eliminação de distorções no tamanho das áreas construídas e nos perímetros dos lotes acabam com os riscos de bitributação e injustiças fiscais, garantindo cobranças corretas de IPTU e segurança nas decisões ligadas ao Plano Diretor.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que os componentes da informação espacial cadastral avaliados na área piloto apresentam limitações de natureza posicional, topológica e estrutural. A análise foi conduzida de forma distinta para a ortofoto municipal, as camadas vetoriais e os respectivos dados cadastrais, uma vez que cada componente possui características próprias e demanda procedimentos específicos de controle de qualidade.

Na avaliação da acurácia posicional da ortofoto, as discrepâncias médias foram de 0,404 m na componente Este e 0,308 m na componente Norte, enquanto o RMSE planimétrico atingiu 0,556 m. O teste de Shapiro–Wilk não indicou afastamento estatisticamente significativo da normalidade nas discrepâncias das componentes Este (($p=0,674$)) e Norte (($p=0,916$)), possibilitando a aplicação do teste paramétrico de tendência. Os resultados do teste t de Student demonstraram que as médias das discrepâncias diferem de zero nas duas componentes, com valores de ($t=12,969$) para este e de ($t=10,185$) para Norte, ambos com ($p<0,001$). Dessa forma, confirmou-se a presença de tendência posicional estatisticamente significativa no produto ortofoto avaliado.

A combinação das discrepâncias médias resultou em um vetor de aproximadamente 0,508 m, com orientação predominante para direção Nordeste. Esse comportamento evidencia uma componente sistemática no posicionamento da ortofoto na área amostrada. Entretanto, os dados disponíveis não permitem determinar conclusivamente a etapa em que essa tendência foi introduzida, tampouco atribuí-la exclusivamente à quantidade de pontos de apoio utilizada no aerolevanteamento. Sua origem pode estar relacionada à distribuição espacial desses pontos, ao ajustamento da aerotriangulação, à orientação das imagens, à calibração do sistema sensor, às transformações entre referenciais geodésicos ou a outras etapas do processamento aerofotogramétrico.

A inspeção das camadas vetoriais revelou inconsistências próprias da construção e da manutenção das geometrias, incluindo lacunas entre lotes, descontinuidades nas linhas divisórias, falhas de conexão perimetral e omissões de feições. Esses problemas devem ser interpretados separadamente da tendência identificada na ortofoto, pois podem ter sido introduzidos durante os procedimentos de vetorização, edição, conversão ou atualização dos arquivos. Embora possam comprometer a continuidade espacial e a associação inequívoca entre as parcelas e inscrições imobiliárias, as evidências disponíveis não permitem atribuir sua origem diretamente a ortofoto.

No componente cadastral, a análise das tabelas de atributos e dos espelhos imobiliários disponibilizados para a Quadra N identificaram campos incompletos, ausência de informações relevantes e limitações na vinculação entre as feições espaciais e seus respectivos registros descritivos. A reestruturação experimental das tabelas de lotes e edificações demonstrou a importância da adoção de identificadores únicos, domínios de valores e procedimentos

padronizados para reduzir ambiguidades e favorecer a integração entre informações espaciais, fiscais e administrativas.

A metodologia empregada mostrou-se tecnicamente aplicável à realização de diagnósticos preliminares da qualidade da informação cadastral. A utilização do QGIS e de ferramentas de código aberto possibilitou executar rotinas de análise posicional, inspeção topológica e organização de atributos sem custos de licenciamento, podendo ampliar a autonomia das equipes municipais. Essa possibilidade, contudo, depende da existência de profissionais capacitados, procedimentos formalizados, infraestrutura tecnológica e rotinas permanentes de atualização e controle de qualidade, não eliminando necessariamente a demanda por serviços técnicos especializados.

A principal contribuição deste estudo consiste na sistematização de uma abordagem que considera, de maneira complementar, a acurácia posicional da ortofoto, a consistência das camadas vetoriais e a estrutura dos dados cadastrais. Essa separação permite identificar com maior rigor a natureza das inconsistências e evita que limitações observadas em determinado componente sejam automaticamente atribuídas aos demais. O procedimento proposto apresenta potencial de replicação em outras áreas do município, desde que sejam ampliados o número e a distribuição espacial dos pontos de verificação e estabelecidos critérios amostrais compatíveis com as dimensões e a heterogeneidade da base municipal.

Como limitações, destacam-se a seleção intencional da área piloto, a concentração da análise detalhada na Quadra N, a disponibilidade parcial da documentação técnica do aerolevantamento e a ausência de pontos de verificação distribuídos por toda a área urbana. Por essa razão, os resultados caracterizam exclusivamente o comportamento dos dados na amostra examinada e não devem ser generalizados para a totalidade da ortofoto ou da base cadastral municipal. Também não permitem avaliar integralmente o serviço executado ou determinar, de maneira conclusiva, as causas das inconsistências encontradas.

Conclui-se, portanto, que a qualificação da informação espacial cadastral constitui uma etapa essencial para o aprimoramento do Cadastro Técnico Multifinalitário de Monte Carmelo. Recomenda-se, em estudos futuros, ampliar a avaliação posicional para outras regiões do município, empregar pontos independentes de verificação com distribuição espacial representativa e avaliar a correspondência entre parcelas, inscrições imobiliárias e documentos cadastrais. Somente após a consolidação desses componentes será possível avançar de forma segura para iniciativas mais abrangentes de integração e interoperabilidade territorial, como o uso do modelo conceitual Land Administration Domain Model.

REFERÊNCIAS

ADAMANTE, A. C.; GERONASSO, G. M. Cadastro Técnico Multifinalitário e as indicações fiscais dos logradouros públicos em Curitiba-PR. *Revista Harpia, ISULPAR*, 2022. Disponível em: <https://repositorio.isulpar.edu.br/harpia/article/download/55/53/210>. Acesso em: 17 jul. 2025.

AMORIM, Amilton; PELEGRINA, Marcos Aurélio; JULIÃO, Rui Pedro. Cadastro e gestão territorial: uma visão luso-brasileira para a implementação de sistemas de informação cadastral nos municípios. São Paulo: Editora UNESP Digital, 2018. 131 p. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/8b9n4/pdf/amorim-9788595462823.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14166: Rede de referência cadastral municipal — Requisitos e procedimento. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 18 jul. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17047: Levantamento cadastral territorial para registro público — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 18 jul. 2026.

BRASIL. Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6666.htm. Acesso em: 18 jul. 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria nº 511, de 7 de dezembro de 2009. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 234, p. 75-76, 8 dez. 2009. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/1560609/pg-75-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-08-12-2009>. Acesso em: 18 jul. 2026.

BRASIL. Censo demográfico, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102072>. Acesso em: 18 jul. 2026.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Org.). Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 18 jul. 2026.

CARNEIRO, Andrea Flávia Tenório; ERBA, Diego Alfonso; AUGUSTO, Eduardo Agostinho Arruda. Cadastro multifinalitário 3D: conceitos e perspectivas de implantação no Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, Uberlândia, v. 64, n. 2, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43791>. Acesso em: 18 jul. 2026.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (CONCAR). Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV), versão 3.0. Rio de Janeiro: CONCAR, 2018. Disponível em: https://geobases.es.gov.br/Media/Geobases/documentos/tecnicos/ET-EDGV-versao_3_0-2018_05_20.pdf. Acesso em: 18 jul. 2026.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (CONCAR). Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Rio de Janeiro: CONCAR, 2010. Disponível em: https://geobases.es.gov.br/Media/Geobases/documentos/tecnicos/CONCAR_Plano_de_Acao_INDE.pdf. Acesso em: 19 jul. 2026.

DALAZONA, Regiane; FREITAS, Sílvio Rogério Correia de. Efeitos na cartografia devido a evolução

do Sistema Geodésico Brasileiro e adoção de um referencial geocêntrico. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 54, n. 1, 2002. DOI: 10.14393/rbcv54n1-43939. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43939>. Acesso em: 29 jun. 2026.

ENEMARK, Stig. Building Land Information Policies. In: UN, FIG, PC IDEA INTER-REGIONAL SPECIAL FORUM ON THE BUILDING OF LAND INFORMATION POLICIES IN THE AMERICAS, 2004, Aguascalientes, Mexico. Proceedings [...]. Aguascalientes, Mexico, 2004. Disponível em: <https://homes.plan.aau.dk/enemark/Kursusmateriale/Mexico%20KeynotePaper%20SEFinalVersion.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2026.

FIG – INTERNATIONAL FEDERATION OF SURVEYORS. The FIG Statement on the Cadastre. FIG Publication No. 11. Copenhagen: International Federation of Surveyors, 1995. Disponível em: <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub11/FIG%20Statement%20on%20the%20Cadastre.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2026.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security. Rome: FAO, 2012. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i2801e/i2801e.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Monte Carmelo: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/monte-carmelo.html>. Acesso em: 19 jul. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual de coleta de nomes geográficos. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102007>. Acesso em: 29 jun. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Procedimentos de Inspeção de Qualidade de Bases Cartográficas Contínuas. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101775>. Acesso em: 29 jun. 2026.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19152-1:2024: Geographic information Land Administration Domain Model (LADM) Part 1: Generic Conceptual Model. Geneva: ISO, 2024. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/main.asp>. Acesso em: 19 jul. 2026.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19157-1:2023 Geographic information Data quality Part 1: General requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2023. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/main.asp>. Acesso em: 19 jul. 2026.

LEMMEN, Christiaan Hendrik. A Domain Model for Land Administration. Enschede: University of Twente, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), 2012. Tese (Doutorado). Disponível em: https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/155980301/Thesis_C._Lemmen.pdf. Acesso em: 19 jul. 2026.

LOCH, Carlos; ERBA, Diego Alfonso. Cadastro Técnico Multifinalitário Rural e Urbano. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. Disponível em: <https://www.lincolnst.edu/pt-br/publications/books/cadastro-tecnico-multifinalitario-rural-e-urbano/>. Acesso em: 19 jul. 2026.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Tipologia do fenômeno urbano. Brasília: MINC, 2025. Disponível em: <https://capacidades.gov.br/capaciteca/tipologias-do-fenomeno-urbano>. Acesso em: 29 jun. 2026.

MONICO, João Francisco Galera; DAL POZ, Aluir Porfírio; GALO, Mauricio; SANTOS, Marcelo Carvalho dos; OLIVEIRA, Leonardo Castro de. Acurácia e precisão: revendo os conceitos de forma acurada. *Boletim de Ciências Geodésicas*, Curitiba, v. 15, n. 3, p. 469-483, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/bcg/article/view/15513>. Acesso em: 19 jul. 2026.

NOGUEIRA JÚNIOR, João Bosco. Controle de qualidade de produtos cartográficos: uma proposta metodológica. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/88556>. Acesso em: 19 jul. 2026.

PIMENTEL, Junívio da Silva; CARNEIRO, Andrea Flávia Tenório. Cadastro Territorial Multifinalitário em município de pequeno porte de acordo com os conceitos da Portaria n. 511 do Ministério das Cidades. *Revista Brasileira de Cartografia*, Uberlândia, v. 64, n. 2, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43787>. Acesso em: 19 jul. 2026.

RIZZATTI, Maurício et al. Desenvolvimento de Cadastro Multifinalitário de baixo custo e plataforma web para sua atualização: contribuições de softwares livres e geotecnologias no planejamento territorial. *Confins*, n. 62, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.56269>. Acesso em: 19 jul. 2026.

SOUSA, Ana Elisa de. Estudo da viabilidade e da implementação do Cadastro Técnico Multifinalitário com o emprego do software livre Quantum GIS: São Tiago – MG. 2014. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstreams/9a519806-e241-4b75-9675-526fcf25c66a/download>. Acesso em: 19 jul. 2026.

SOUZA, Deborah Valandro; COSTA, Diogenes Cortijo; OLIVEIRA, Henrique Cândido de. O Potencial do Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (Sinter) como Ferramenta de Transparência e Integração de Cadastros. *Revista Brasileira de Cartografia*, Uberlândia, v. 72, n. 3, p. 532–540, 2020. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/50087>. Acesso em: 19 jul. 2026.

UNITED NATIONS COMMITTEE OF EXPERTS ON GLOBAL GEOSPATIAL INFORMATION MANAGEMENT (UN-GGIM). Framework for Effective Land Administration (FELA). New York: United Nations, 2020. Disponível em: https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/10th-Session/documents/E-C.20-2020-29-Add_2-Framework-for-Effective-Land-Administration.pdf. Acesso em: 19 jul. 2026.

WILLIAMSON, Ian P.; ENEMARK, Stig; WALLACE, Jude; RAJABIFARD, Abbas. Land Administration for Sustainable Development. Redlands: ESRI Press Academic, 2010. Disponível em: https://eng.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0004/3929728/land-admin-for-sustainable-development.pdf. Acesso em: 19 jul. 2026.