



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo**

**DEBORAH VALANDRO DE SOUZA**

**OTIMIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE BASE  
CARTOGRÁFICA E CADASTRO URBANO, COM  
GEOCÓDIGO DE ABRANGÊNCIA NACIONAL**

**CAMPINAS**

**2023**

**DEBORAH VALANDRO DE SOUZA**

**OTIMIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE BASE  
CARTOGRÁFICA E CADASTRO URBANO, COM  
GEOCÓDIGO DE ABRANGÊNCIA NACIONAL**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Civil, na área de Transportes.

**Orientador: Prof. Dr. Diogenes Cortijo Costa**

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA DEBORAH VALANDRO DE SOUZA E ORIENTADA PELO PROF. DR. DIOGENES CORTIJO COSTA

**CAMPINAS**

**2023**

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura  
Elizangela Aparecida dos Santos Souza - CRB 8/8098

So89o Souza, Deborah Valandro, 1978-  
Otimização e integração de base cartográfica e cadastro urbano, com geocódigo de abrangência nacional / Deborah Valandro de Souza. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Diogenes Cortijo Costa.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Cartografia. 2. Cadastro territorial multifinalitário. 3. Planejamento urbano. 4. Sistema de Informação Territorial. 5. Sistema de informação geográfica. 6. Sistema de posicionamento global. I. Costa, Diogenes Cortijo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

#### Informações Complementares

**Título em outro idioma:** Optimization and integration of cartographic base and urban cadastre with scope geocode

**Palavras-chave em inglês:**

Cartography

Multipurpose cadastre

City planning

Geographic information systems

Global positioning system

**Área de concentração:** Transportes

**Titulação:** Doutora em Engenharia Civil

**Banca examinadora:**

Diogenes Cortijo Costa [Orientador]

Jorge Luiz Alvez Trabanco

João Olympio de Araújo Neto

Jefferson Rocco

Emmanoel Guasti Ferreira

**Data de defesa:** 09-11-2023

**Programa de Pós-Graduação:** Engenharia Civil

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-5508-4294>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/0416234472348439>

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**

**OTIMIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE BASE**  
**CARTOGRÁFICA E CADASTRO URBANO, COM**  
**GEOCÓDIGO DE ABRANGÊNCIA NACIONAL**

**Deborah Valandro de Souza**

**Tese de doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:**

**Prof. Dr. Diogenes Cortijo Costa**  
**Presidente e Orientador - FECFAU/Unicamp**

**Prof. Dr. Jorge Luiz Alves Trabanco**  
**FECFAU/Unicamp**

**Prof. Dr. Jefferson Rocco**  
**Prefeitura Municipal de Campinas**

**Prof. Dr. Emmanoel Guasti Ferreira**  
**Instituto Federal do Espírito Santo**

**Prof. Dr. João Olympio de Araújo Neto**  
**Instituto Federal de Sul de Minas**

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da  
Unidade.

Campinas, 09 de Novembro de 2023.

## DEDICATÓRIA

**À minha família, Derli e Benício,**

*Através do amor, carinho e constante incentivo que vocês proporcionaram, minha jornada se tornou mais significativa. Vocês são a escada que me impulsionou em direção às conquistas, o amor que ilumina cada passo da minha vida.*

**A meus estimados pais, Alcides (presente em meu coração) e Gloria (minha joia rara), e a meus amados irmãos, Wanderson e Alcides Jr.,**

*Cada ensinamento que recebi, cada incentivo e apoio que me ofereceram, desempenharam um papel elementar em minha formação pessoal e profissional. Agradeço pelo amor incondicional e pelo companheirismo constante que sempre compartilhamos.*

**Ao meu orientador, o Prof. Dr. Diogenes Cortijo Costa,**

*Sua orientação não apenas moldou este trabalho, mas também fortaleceu a minha jornada acadêmica. Através do apoio, da amizade, da paciência e da confiança que depositou em mim, você tornou possível o crescimento e o aprendizado que experimentei ao longo dessa trajetória.*

*“Quem elegeu a busca não pode recusar a travessia”*

*Dr. Alfredo Bosi*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço infinitamente a Deus, fonte de toda inspiração e força em minha jornada. Tu és a razão de minha existência; não existe outro além de Ti. És o meu caminho, a minha verdade. Seguirei a Tua palavra enquanto eu viver e pelo tempo que Tu determinares.

À Universidade Estadual de Campinas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, por proporcionar a oportunidade de cursar este doutorado.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, pela concessão de afastamento para o período de obtenção dos créditos acadêmicos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Diogenes Cortijo Costa, pela orientação e dedicação ao longo deste trabalho. Agradeço sua disposição em compartilhar seu vasto conhecimento, o qual teve um impacto significativo no meu crescimento profissional.

Aos professores da FEC/UNICAMP, por transmitirem conhecimentos valiosos. Estendo minha gratidão, em particular, ao Prof. Dr. Jorge Luiz Alves Trabanco, cujo incentivo e apoio foram fundamentais nessa jornada.

Ao Prof. Dr. Jefferson Rocco, cujas contribuições foram de importância fundamental para finalizar este trabalho. Agradeço por todas as valiosas lições que adquiri por meio de seus ensinamentos.

Ao Prof. Dr. João Olympio de Araújo Neto, pelo incentivo que influenciou minha decisão de ingressar no doutorado na Unicamp.

Ao meu amigo, Me. Wagner Pizani Guidi, agradeço profundamente por sua prontidão constante em me ajudar, apoio inestimável e companhia contínua nessa jornada.

À minha amiga Bernadete Albuquerque, pela dedicação e paciência na revisão do texto.

Quero estender minha gratidão a todos os colaboradores de empresas e prefeituras que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial, agradeço à empresa Aerocarta S.A. e ao Eng. Moacir Canuto de Souza por sua disponibilidade sempre em

me receber na sede em São Paulo.

Por fim, e de forma mais que especial, externo minha gratidão aos meus pais, Gloria e Alcides (em meu coração), por todo o amor, apoio e valores que me transmitiram ao longo da vida. Ao meu esposo Derli, e ao nosso filho, Benício, pela paciência, compreensão e apoio sempre. Vocês foram meu alicerce e minha fortaleza, principalmente, durante os momentos desafiadores deste percurso. O apoio de vocês foi inestimável, e este doutorado não teria sido possível sem o amor de vocês.

**Com toda minha gratidão!**

## RESUMO

Esta tese de doutorado aborda lacunas e desafios no cadastro territorial urbano e nas bases cartográficas municipais, evidenciando inconsistências, incertezas e falta de integração com outras bases de dados, tanto em nível municipal, estadual e federal. A pesquisa busca contribuir para melhoria da gestão do espaço territorial, propondo soluções que possam elevar o conhecimento sobre o espaço territorial e a eficiência da administração pública municipal. Além disso, propõe diretrizes para otimizar e aprimorar o modelo cadastral territorial urbano, visando sua futura integração nacional, por meio de um código identificador para as parcelas urbanas e procedimentos específicos para a manutenção e atualização da base cartográfica legal. Isso envolve a realização de uma pesquisa abrangente sobre a situação cadastral nacional e internacional; uma proposta de um sistema de geocódigo exclusivo e de abrangência nacional para as parcelas urbanas; e uma proposta para a construção, atualização e manutenção da base cartográfica legal municipal, com suporte da Rede de Referência Cadastral Municipal, em conformidade com a legislação cartográfica e as normas brasileiras NBR 13.133 (2021) e NBR 14.166 (2022). A metodologia adotada é exploratória e qualitativa, envolvendo pesquisa em municípios, revisão da literatura e coleta de informações junto a empresas especializadas. As conclusões destacam uma proposta inovadora de código identificador único, baseada em um sistema híbrido com elementos hierárquicos, históricos e geográficos. Além disso, são sugeridos procedimentos para análise topográfica e padronização de *layers*, contribuindo para a construção e atualização da base cartográfica legal. O trabalho contribui significativamente para aprimorar o cadastro territorial urbano, fornecendo diretrizes práticas e inovadoras. As conclusões ressaltam a importância da integração nacional, destacando caminhos para futuras pesquisas e ações no campo.

**Palavras-chave:** Cadastro Territorial Multifinalitário, Geocódigo, Base Cartográfica, Sistema de Informação Territorial

## ABSTRACT

This doctoral thesis addresses deficiencies and limitations in urban territorial cadastre and municipal cartographic databases, highlighting inconsistencies, uncertainties, and a lack of integration with other databases at the municipal, state, and federal levels. The research aims to contribute to the improvement of territorial space management by proposing solutions that can enhance understanding of territorial space and the efficiency of municipal governance. Additionally, it proposes guidelines to optimize and enhance the urban cadastral model, aiming for its future national integration through a unique identifier code for urban parcels and specific procedures for maintaining and updating the legal cartographic base. This involves conducting comprehensive research on the national and international cadastral situation, proposing the implementation of a unique and nationally applicable geocode for urban parcels, and suggesting methods for the construction, updating, and maintenance of the municipal legal cartographic base, supported by the Municipal Cadastral Reference Network, in compliance with cartographic legislation and Brazilian standards NBR 13.133 (2021) and NBR 14.166 (2022). The adopted methodology is exploratory and qualitative, involving research in municipalities, literature review, and information gathering from specialized companies. The conclusions highlight an innovative proposal for a unique identifier code based on a hybrid system with hierarchical, historical, and geographical elements. Additionally, procedures for topographic analysis and layer standardization are suggested, contributing to the construction and updating of the legal cartographic base. The work significantly contributes to refining urban territorial cadastre by providing practical and innovative guidelines. The conclusions emphasize the importance of national integration, pointing out paths for future research and actions in the field.

**Keywords:** Multipurpose Cadastre, Geocode, Cartographic Base, Territorial Information System.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do recebimento de IPTU da Prefeitura de Belém .....	61
Figura 2 - Plano do Horizonte Local .....	93
Figura 3 - Distância projetada em diferentes planos .....	94
Figura 4 - Mancha urbana Campinas - SP e respectivo raio de abrangência .....	95
Figura 5 - Mancha urbana São Paulo - SP e respectivo raio de abrangência .....	96
Figura 6 - Marcos geodésicos da RRCM do município de Campinas - SP.....	99
Figura 7 - Vértice do SGB no município de Vitória - ES .....	101
Figura 8 - Vértice Superior da RRCM do município de Campinas - SP.....	101
Figura 9 - Vértice Principal da RRCM da cidade de Campinas - SP .....	102
Figura 10 - Marco geodésico de acordo com o padrão exigido pelo IBGE .....	103
Figura 11 - Vértice PMC08A pertencente a RRCM de Campinas - SP.....	107
Figura 12 - Vértice PMC08 pertencente a RRCM de Campinas - SP.....	107
Figura 13 - Avião <i>Cessna Caravan 208</i> modificado para instalação da câmara DMC.....	110
Figura 14 - Helicóptero equipado com sensor LiDAR RIEGL VUX-240.....	111
Figura 15 - Cobertura fotográfica com respectivos recobrimentos lateral e longitudinal .....	113
Figura 16 - Imagem aérea da cidade de Campinas - SP com faixa de recobrimento além do perímetro municipal.....	114
Figura 17 - Resolução espacial de diferentes GSD .....	115
Figura 18 - Ponto de apoio suplementar - utilização de feição antrópica.....	118
Figura 19 - Materialização de ponto de apoio suplementar antes do recobrimento aéreo .....	118
Figura 20 - Aerotriangulação em bloco.....	121
Figura 21 - Deslocamento das feições verticais causados pela projeção cônica.....	124
Figura 22 - Ortofoto representando parte da Cidade Universitária da Unicamp.....	124
Figura 23 - Ortofotocarta englobando parte do município de Campinas - SP .....	125
Figura 24 - Diferenças entre um MDT e um MDS .....	126
Figura 25 - Exemplo de VANT asa rotativa.....	130
Figura 26 - Exemplo de VANT asa fixa.....	130
Figura 27 - Princípio do posicionamento relativo .....	137
Figura 28 - Levantamento RTK .....	139
Figura 29 - Representação das estações da RBMC-IP .....	141

Figura 30 - Representação do lote mínimo (lei 6766/79) com respectiva margem de erro conforme Lei 10.406/02 .....	157
Figura 31 - Representação do lote mínimo (lei 6766/79) com respectiva margem de erro conforme NBR 17.047/2022 .....	157
Figura 32 - Representação do lote mínimo (lei 6766/79) com respectiva margem de erro conforme Brandão (2003).....	158
Figura 33 - Representação do lote mínimo (EHIS/Campinas - SP) com respectiva margem de erro conforme Costa et al. (2007).....	159
Figura 34 - Centroide da parcela .....	171
Figura 35 - Primeiro elemento referente ao código proposto.....	172
Figura 36 - Segundo elemento referente ao código proposto.....	172
Figura 37 - Terceiro elemento referente ao código proposto .....	172
Figura 38 - Formato proposto para o código identificador de parcela urbana .....	172
Figura 39 - Parcela localizada no município de Campinas - SP.....	174
Figura 40 - Coordenadas do centroide topográfico e dos vértices definidores da parcela .....	174
Figura 41 - Código identificador da parcela urbana situada em Campinas - SP.....	175
Figura 42 - Distância x correção em função da diferença altimétrica para o PTL .....	179
Figura 43 - Quadra J - Loteamento Caminhos de San Conrado (Campinas - SP) .....	188
Figura 44 - Lote 21(em negrito) da Quadra J - Loteamento Caminhos de San Conrado .....	189
Figura 45 - Representação do limite físico x legal na base cartográfica da Prefeitura de Campinas - SP .....	190
Figura 46 - Limite físico correspondente ao legal na base cartográfica da Prefeitura de Campinas .....	191
Figura 47 - Croqui de impressão de uma quadra.....	202
Figura 48 - Planta sem georreferenciamento loteamento Vila Assis (Sorocaba - SP) .....	204
Figura 49 - Planta sem georreferenciamento loteamento Morro de Setiba (Guarapari - ES) .....	205
Figura 50 - Planta de parcelamento georreferenciada ao SGB.....	206
Figura 51 - Base cartográfica contínua do IBGE (escala 1:250.000) estruturada no QGIS... ..	214
Figura 52 - Exemplo de níveis de informações que compõe a base cartográfica municipal.. ..	216

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALKIS	<i>Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem</i>
ARP	Aeronaves Remotamente Pilotadas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BDG	Banco de Dados Geográfico
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAFIR	Cadastro Fiscal de Imóveis Rurais
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CCIR	Certificado de Cadastro de Imóvel Rural
CIATA	Convênio para Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-Administrativo de Municipalidades
CIB	Cadastro Imobiliário Brasileiro
CNIR	Cadastro Nacional de Imóveis Rurais
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CTM	Cadastro Territorial Multifinalitário
DBDG	Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais
DGFIP	Direção Geral das Finanças Públicas
DITR	Declaração do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro
ET - ADGV	Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais
ET - CQDG	Especificação Técnica Para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FIG	Federação Internacional de Geômetras
GCP	<i>Ground Control Points</i>
GLONASS	<i>GLObal'naya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite Systems</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GRS80	<i>Geodetic Reference System 1980</i>
GSD	<i>Ground Sample Distance</i>

HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IAAO	Associação Internacional de Oficiais de Avaliação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITBI	Imposto sobre Transmissão Inter Vivos de Bens Imóveis
ITR	Imposto sobre a Propriedade Rural
LADM	<i>Land Administration Domain Model</i>
LiDAR	<i>Light Detection and Ranging</i>
LTM	<i>Local Transverso de Mercator</i>
MD	Ministério da Defesa
MED	Medidores Eletrônicos de Distância
MTGIR	Manual Técnico para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais
NBR	Norma Brasileira
NIRF	Número do Imóvel na Receita Federal
NTGIR	Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais
NTRIP	<i>Network Transport of RTCM via Internet Protocol</i>
PCDG	Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais
PDGeo	Plano Diretor de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Fortaleza
PDM	Plano Diretor Municipal
PDOP	<i>Positional Dilution of Precision</i>
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfico
PEC-PCD	Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais
POE	Parâmetros de Orientação Exterior
POI	Parâmetros de Orientação Interior
PPP	Posicionamento por Ponto Preciso
PRODABEL	Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte
RAAP	Rede Altimétrica de Alta Precisão
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS

RBMC-IP	RBMC dos Sistemas GNSS em tempo real
RFB	Receita Federal do Brasil
RI	Registro de Imóveis
RN	Referência de Nível
RRCM	Rede Referência Cadastral Municipal
RRNN	Referências de Nível
RRT	Registro de Responsabilidade Técnica
RTM	Regional Transverso de Mercator
SCM	Sistema Cartográfico Municipal
SCN	Sistema Cartográfico Nacional
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SICAD	Sistema Cartográfico do Distrito Federal
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGEF	Sistema de Gestão Fundiária
SINTER	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais
SIRGAS2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000
SIT	Sistema de Informação Territorial
SNCR	Sistema Nacional de Cadastro Rural
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
TRT	Termo de Responsabilidade Técnica
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UIGG	União Internacional de Geodésia e Geofísica
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UTM	Sistema Universal Transversal de Mercator
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VHF	<i>Very High Frequency</i>
VTOL	<i>Vertical Takeoff and Landing</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
1.1	Objetivo geral .....	22
1.1.1	Objetivos específicos .....	23
1.2	Justificativa .....	23
1.3	Metodologia .....	24
1.3.1	Estruturação da revisão sistemática .....	25
1.3.2	Discussão e análise dos resultados da revisão sistemática .....	27
1.4	Apresentação dos capítulos .....	28
<b>2</b>	<b>O ESTADO DA ARTE DO CADASTRO TERRITORIAL.....</b>	<b>30</b>
2.1	Introdução .....	30
2.2	Uma breve história do cadastro .....	32
2.3	Conceitos sobre cadastro .....	35
2.4	Aspectos do cadastro físico territorial urbano, fiscal, legal, rural e multifinalitário ....	37
2.4.1	Cadastro físico territorial urbano .....	38
2.4.2	O cadastro fiscal urbano .....	38
2.4.3	Cadastro legal .....	40
2.4.3.1	A propriedade rural e urbana, tributação e o registro de imóveis no Brasil .....	40
2.4.4	Cadastro rural .....	42
2.4.4.1	Cadastro Nacional de Imóveis Rurais .....	43
2.4.4.2	Certificação e georreferenciamento de imóveis rurais .....	44
2.4.4.3	Cadastro Fiscal de Imóveis Rurais .....	45
2.4.5	Cadastro territorial multifinalitário.....	45
2.5	Sistema de Informação Territorial.....	48
2.5.1	Estruturação do Sistema de Informação Territorial.....	48
2.5.2	Modelo de Domínio para Administração Territorial.....	49
2.5.2.1	Conformidade do LADM com o cadastro no Brasil .....	50
2.5.3	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais .....	51
2.5.3.1	O SINTER como ferramenta de transparência e abrangência nacional .....	52
2.6	Resumo e discussão sobre o capítulo .....	54
<b>3</b>	<b>DESAFIOS E BOAS PRÁTICAS NA IMPLANTAÇÃO DO CADASTRO URBANO: EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS BRASILEIRAS E UMA PERSPECTIVA</b>	

<b>INTERNACIONAL.....</b>	<b>57</b>	
3.1	Introdução..... 57	
3.2	A experiência com o CTM em municípios brasileiros..... 59	
3.2.1	Belém - PA ..... 59	
3.2.2	Campinas - SP ..... 61	
3.2.3	Fortaleza - CE..... 62	
3.2.4	Belo Horizonte - MG..... 63	
3.3	Conjuntura cadastral em outros países ..... 64	
3.3.1	França ..... 65	
3.3.2	Itália ..... 66	
3.3.3	Alemanha..... 67	
3.3.4	Suíça ..... 69	
3.3.5	Dinamarca..... 70	
3.3.6	Polônia ..... 71	
3.3.7	Argentina ..... 72	
3.3.8	Colômbia ..... 73	
3.3.9	Estados Unidos da América..... 75	
3.3.10	Nova Zelândia, Austrália e Canadá: a visão da FIG para o Cadastro 2034 ..... 76	
3.4	Resumo e discussão sobre o capítulo ..... 81	
<b>4</b>	<b>DIRETRIZES E ABORDAGENS PARA A ELABORAÇÃO DE BASES</b>	
	<b>CARTOGRÁFICAS MUNICIPAIS: REQUISITOS, MÉTODOS, TECNOLOGIAS E</b>	
	<b>LEGISLAÇÃO .....</b>	<b>84</b>
4.1	Introdução..... 84	
4.2	Conceitos ..... 86	
4.3	Escalas de cartas e plantas cadastrais ..... 87	
4.4	Legislação, normas e padrões..... 87	
4.5	Sistemas de Projeção ..... 90	
4.5.1	Sistema Transverso de Mercator ..... 91	
4.5.2	Sistema Topográfico Local..... 92	
4.5.3	Determinação e abrangência do STL ..... 94	
4.5.4	Considerações e vantagens da adoção do STL..... 96	
4.6	Implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal..... 98	
4.6.1	Planejamento para a implantação/densificação da Rede de Referência Cadastral	

Municipal.....	99
4.6.2 Vértices e Hierarquização.....	100
4.6.3 Implantação dos vértices superiores.....	102
4.6.4 Determinação das coordenadas.....	104
4.6.5 Formalização da RRCM.....	104
4.6.6 Manutenção da Rede de Referência Cadastral Municipal.....	106
4.7 Métodos usados na elaboração da Base Cartográfica.....	108
4.7.1 Levantamento aerofotogramétrico.....	109
4.7.1.1 Recobrimento aéreo.....	112
4.7.1.2 Resolução espacial da imagem - <i>Ground Sample Distance</i> .....	115
4.7.1.3 Apoio Terrestre (Básico e Suplementar).....	116
4.7.1.4 Reambulação.....	118
4.7.1.5 Aerotriangulação.....	120
4.7.1.6 Produtos cartográficos gerados por meio de processos fotogramétricos.....	121
4.7.1.7 O uso de VANT na aquisição de dados geoespaciais.....	127
4.7.1.8 Parâmetros para contratação de serviços especializados na elaboração da base cartográfica municipal.....	132
4.7.2 Base Cartográfica obtidas por levantamentos topográficos convencionais.....	134
4.7.2.1 Levantamentos topográficos com Estação Total.....	135
4.7.2.2 Posicionamento GNSS.....	136
4.7.3 Procedimentos para a atualização da Base Cartográfica.....	143
4.8 Resumo e discussão sobre o capítulo.....	145
<b>5 TOLERÂNCIA POSICIONAL NAS MEDIÇÕES CADASTRAIS URBANAS....</b>	<b>148</b>
5.1 Introdução.....	148
5.2 Conceito envolvido na tolerância posicional.....	149
5.3 Erros compreendidos na medição cadastral.....	150
5.4 Precisão e Exatidão.....	151
5.5 Limite do erro ou tolerância posicional.....	152
5.6 Padrões de exatidão no contexto internacional.....	152
5.7 Padrões de exatidão no contexto brasileiro.....	155
5.8 Resumo e discussão sobre o capítulo.....	160
<b>6 PROPOSTA PARA PADRONIZAÇÃO DO CÓDIGO IDENTIFICADOR DA PARCELA TERRITORIAL URBANA COM ABRANGÊNCIA NACIONAL .....</b>	<b>162</b>

6.1	Introdução.....	162
6.2	Unidade territorial: caracterização e organização do espaço urbano no Brasil.....	166
6.3	Visão geral do identificador exclusivo para a parcela territorial urbana.....	167
6.3.1	Critérios para estabelecer um sistema de identificação.....	168
6.3.1.1	Sistema sequencial.....	169
6.3.1.2	Sistema hierárquico.....	169
6.3.1.3	Geolocalização absoluta.....	170
6.4	Identificador baseado em um sistema híbrido.....	171
6.4.1	Estruturação do identificador.....	171
6.4.1.1	Primeiro elemento - unidades da divisão administrativa.....	173
6.4.1.2	Segundo elemento - Referencial histórico.....	173
6.4.1.3	Terceiro elemento - coordenadas plano-retangulares do STL do centroide.....	173
6.4.2	Estruturação definitiva do código identificador.....	175
6.4.3	Considerações do código identificador proposto.....	177
6.5	Resumo e discussão sobre o capítulo.....	181
<b>7</b>	<b>PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DA “BASE CARTOGRÁFICA LEGAL” EM PREFEITURAS MUNICIPAIS.....</b>	<b>184</b>
7.1	Introdução.....	184
7.2	Base cartográfica (limite físico x limite legal).....	186
7.3	Parcelamento do solo destinado a alteração da base cartográfica.....	192
7.3.1	Divergências e parâmetro de aceitação.....	193
7.3.2	Planta topográfica e projetos de arruamento e loteamento.....	197
7.3.3	Relatório técnico do levantamento topográfico.....	198
7.4	Implantação e atualização de base cartográfica legal em ambiente SIG.....	199
7.4.1	Contexto brasileiro.....	199
7.4.2	Levantamento topográfico padronizado.....	199
7.4.3	Proposta de procedimentos de análise do levantamento topográfico para Prefeituras.....	200
7.4.4	Proposta de procedimentos para a construção e atualização da base cartográfica legal ..	203
7.4.5	Implantação do Sistema de Informação Geográfica.....	208
7.4.5.1	SIG municipal como ferramenta de gestão.....	208

7.4.5.2	Softwares livres e padrões abertos para o SIG municipal .....	211
7.4.5.3	Organização do SIG municipal.....	214
7.5	Resumo e discussão sobre o capítulo .....	219
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>222</b>
8.1	Recomendações .....	225
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>227</b>
	<b>ANEXO I.....</b>	<b>245</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O poder público municipal enfrenta limitações de recursos para atender todas as demandas e busca aumentar sua capacidade de gerenciar e avaliar projetos e ações. Nesse contexto, as tecnologias de gestão e planejamento urbano desempenham um papel fundamental, orientando técnicos e gestores no monitoramento dos espaços urbanos e na disponibilização de serviços públicos essenciais aos cidadãos.

Entre esses serviços essenciais, está o saneamento, meio ambiente, transporte, saúde e educação. Esses serviços são impactados pelo crescimento acelerado das cidades, da escala humana, da noção de vizinhança e do controle desses processos, atualmente geridos por meio de uma infraestrutura dispersa e de alto custo.

Assim, o cadastro territorial em conjunto com a base cartográfica municipal surge como instrumentos fundamentais para o Sistema de Gestão Pública Municipal, independentemente do porte ou do número de habitantes do município. Dessa forma, é possível planejar e monitorar projetos viários, serviços, equipamentos e elementos urbanos, bem como a ocupação territorial e as transformações ambientais e dos recursos naturais. A falta de informações dificulta a formação de um sistema integrado que apoie a elaboração de planejamento urbano e estratégico, a gestão territorial e a política de desenvolvimento, fornecendo subsídios essenciais para um Plano Diretor Municipal (PDM), primordial para a organização e avanço do município como um todo.

No contexto tributário, o cadastro territorial, notadamente após a Constituição Federal de 1988, destaca-se com a relevância do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Em conjunto com o Imposto Sobre Serviço (ISS), o IPTU consolidou-se como um dos principais tributos, garantindo receitas para os municípios e financiando seus serviços. Especialmente para municípios de menor porte, o IPTU assume extrema relevância, sendo um instrumento essencial para a implementação de diversas políticas públicas.

No entanto, a utilidade do cadastro territorial vai além do aspecto fiscal, englobando diversas funções no contexto da gestão pública, desde o conhecimento detalhado do território até a organização eficiente da informação em sistemas geográficos.

A efetividade do cadastro municipal requer uma abrangência territorial total, compreendendo informações essenciais que servirão como base para diversas aplicações, configurando um cadastro multifinalitário. Sua relevância torna-se mais evidente quando

mantido atualizado e respaldado por uma base cartográfica confiável, especialmente após a obrigatoriedade de aprovação do PDM e devido à expectativa de implementação dos instrumentos urbanísticos estabelecidos pelo Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001).

Por essa razão, é preciso considerar a parcela como um elemento essencial para o cadastro, tornando-a a principal fonte de identificação em SIT, integrando todo o território de forma legal, exata, clara e única. Além disso, é importante conhecer os métodos e mínimos requisitos para a criação e atualização da base cartográfica municipal (como suporte para o cadastro territorial urbano) por meio da construção e apropriação do espaço urbano.

Diante desse contexto, esta pesquisa busca otimizar e integrar a base cartográfica e o cadastro urbano, incorporando um geocódigo de abrangência nacional e apresentando uma proposta para a codificação da parcela territorial urbana com alcance nacional. A proposta visa estabelecer um sistema de geocódigo único, baseado no centroide topográfico e na divisão administrativa do Brasil, que permita identificar de forma precisa e inequívoca as parcelas urbanas em todo o território brasileiro. Outra proposta inclui procedimentos para a implantação, atualização e manutenção da "Base Cartográfica Legal" no âmbito municipal. O objetivo é estabelecer um conjunto de procedimentos para a construção e manutenção contínua da base cartográfica legal de uma prefeitura, considerando as diferenças entre limites físicos e legais, o parcelamento do solo, a análise do levantamento topográfico e a gestão das parcelas por meio de um ambiente SIG.

Essas propostas buscam direcionar e aprimorar o modelo cadastral territorial em áreas urbanas, visando sua futura integração a nível nacional. Considerando as limitações presentes nos cadastros territoriais urbanos e na base cartográfica municipal, é imprescindível superar tais desafios para promover uma gestão territorial mais eficaz nos municípios brasileiros.

## **1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral desta pesquisa é propor diretrizes para otimizar e aprimorar o modelo cadastral territorial urbano, visando sua integração nacional, por meio de um código identificador para as parcelas urbanas e procedimentos específicos para a manutenção e atualização da base cartográfica legal.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- Realizar uma pesquisa abrangente e discussão sobre a situação cadastral nacional e internacional, identificando os desafios e oportunidades relacionados aos cadastros territoriais urbanos.
- Desenvolver e propor uma metodologia para a determinação de um código identificador para parcelas urbanas que permita a integração em nível nacional.
- Propor procedimentos de análise do levantamento topográfico pelo órgão público, para sua validação e padronização de *layers* para constituir a base cartográfica legal.
- Propor métodos para construção, atualização e manutenção da base cartográfica legal no âmbito municipal, tendo como apoio a Rede de Referência Cadastral Municipal.
- Propor níveis de informações com elementos passíveis de representação cartográfica para compor um SIG.

## 1.2 Justificativa

As limitações nos cadastros territoriais urbanos e, conseqüentemente, da base cartográfica municipal têm impactos significativos no planejamento urbano, na gestão pública e na qualidade de vida dos cidadãos. Estes problemas incluem inconsistências, falta de padronização e integração de dados, incertezas devido à falta de atualização e informações desatualizadas para a elaboração de Planos Diretores Municipais. Essas deficiências têm levado a gastos excessivos e desnecessários de recursos públicos, resultando da falta de conhecimento preciso do espaço territorial e a impossibilidade de incorporar efetivamente as informações municipais nas bases de dados estaduais e federais.

Diante deste contexto, emerge a necessidade de desenvolver um estudo que ofereça contribuições substanciais para abordar as lacunas de dados e informações<sup>1</sup> confiáveis que

---

<sup>1</sup> Os termos dados e informações são frequentemente usados como sinônimos, porém existem diferenças sutis entre eles e suas finalidades. Os dados são definidos como a forma bruta de conhecimento e, por si só, não carregam nenhum significado ou propósito, ou seja, eles são a matéria-prima da informação. Enquanto que a informação é a organização, análise e interpretação de dados. Enquanto os dados são as figuras, números ou gráficos individuais, a informação é a percepção dessa parte de conhecimento.

promovam um conhecimento adequado que permita a tomada de decisões mais eficientes na gestão do espaço territorial. É evidente que a grande maioria dos municípios brasileiros enfrenta carências nos mapeamentos cadastrais, caracterizados por baixa qualidade, confiabilidade insuficiente, falta de propostas de atualização e uma notável subutilização dos produtos gerados. Dessa forma, este trabalho é necessário, pela sua proposta, de dispor diretrizes e procedimentos operacionais que orientem a otimização e aprimoramento do cadastro físicos territoriais e, por conseguinte, da base cartográfica, nos municípios brasileiros. O propósito principal é minimizar as limitações presentes no cadastro urbano, resultando em um aprimoramento da qualidade dos dados cadastrais e provendo informações confiáveis, essenciais para a elaboração de Planos Diretores Municipais.

Além disso, este estudo visa otimizar a aplicação de recursos públicos ao permitir uma alocação precisa e eficiente, além de apoiar a capacitação e qualificação dos profissionais envolvidos nessa área vital. Adicionalmente, o trabalho busca estabelecer um ambiente propício à integração das informações municipais com as bases de dados estaduais e federais, contribuindo para uma abordagem holística da gestão territorial em âmbito nacional. Portanto, a justificativa deste estudo reside na necessidade premente de superar as limitações atuais e contribuir para uma gestão territorial mais eficiente, informada e integrada nos municípios brasileiros.

### **1.3 Metodologia**

A metodologia, procedimentos e processos utilizados até a elaboração final desta tese procurara identificar informações que contribuem para responder aos objetivos e problemáticas comentadas. Optou-se pela pesquisa exploratória e qualitativa que tem “[...] como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses para estudos posteriores” (GIL, 2007, p. 43) junto a alguns municípios de médio a grande porte verificando-se a situação cadastral atual, procedimentos de manutenção e atualização de bases cartográficas municipais, consistência, uso e gestão dos dados e, como procedimento técnico, por uma revisão bibliográfica sistemática em periódicos nacionais e internacionais.

A revisão sistemática é um método que permite maximizar o potencial de uma busca encontrando o maior número possível de resultados de uma maneira organizada. O seu resultado é uma simples relação cronológica ou uma exposição linear e descritiva de uma temática pois, a revisão sistemática deve se constituir em

um trabalho reflexivo, crítico e compreensivo a respeito do material analisado (SILVA, TEIXEIRA, PINTO, 2019, p.9).

Outro procedimento que compõe este trabalho consistiu em informações levantadas junto a entidades privadas (empresas) que prestam serviços para elaboração e atualização de cadastros.

### 1.3.1 Estruturação da revisão sistemática

Para a busca de informações foram feitos dois recortes em períodos distintos. Um para o levantamento da legislação e demais aspectos históricos que se inicia em 1964, data de criação do Estatuto da Terra (Lei 4.504/64), considerado o marco inicial do cadastro territorial brasileiro segundo Loch (2007) e especial destaque para o ano de 1998, data da publicação “*Cadastrre 2014: a vision for a future cadastral system*” pela Federação Internacional de Geômetras (FIG). Nos demais textos buscou-se produções científicas dos últimos 25 anos a partir dos seguintes descritores: Cadastro Técnico Municipal, Cadastro Territorial Multifinalitário, Cadastro Territorial Urbano, Sistema de Informação Territorial (SIT), Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER), *Land Administration Domain Model* (LADM), Gestão Pública, Políticas Públicas e Registro de Imóveis. Durante a busca, também foram utilizados os operadores booleanos “AND” e “OR” com o filtro: texto completo.

Adotou-se o seguinte percurso metodológico:

- (1) busca de textos completos em bases de dados nacionais e internacionais, selecionadas segundo os objetivos do estudo;
- (2) categorização do material;
- (3) avaliação dos estudos incluídos segundo seus objetivos;
- (4) síntese do conhecimento.

A revisão sistemática serviu para mapear e estabelecer nichos a serem explorados, buscando imprimir um aspecto inovador a este trabalho. E a partir dos descritores acima, conhecer mais sobre o cadastro ontem, hoje e tendência para o futuro.

Assim, além da pesquisa em títulos já editados e publicados foi realizada uma busca em textos veiculados *on-line* por meio da plataforma *Science Direct/Elsevier*, rede *Research Gate*, Base de Dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em páginas oficiais na *internet* em Ministérios (extintos ou não) responsáveis pela gestão de terras

e política habitacional brasileira, como Ministério das Cidades, Desenvolvimento Regional, Planejamento, Orçamento e Gestão etc., Prefeituras Municipais e órgãos como o Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Registro de Imobiliário do Brasil (IRIB), além de informações e normatizações publicadas *on-line* em páginas de outros países sobre Cadastro Territorial Multifinalitário e Cadastro Urbano em entidades como a *International Association of Assessing Officers* (IAAO), *International Organization for Standardization* (ISO), FIG, Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), entre outros.

Em um primeiro momento, a pesquisa resultou em 238 publicações, entre nacionais e internacionais. Apesar do retorno de muitos itens, a categorização e avaliação dos estudos para o refinamento após a leitura dos resumos, resultou ainda em 188 textos selecionados, distribuídos de acordo com o Quadro 1. Considerou-se como critério de inclusão a qualidade e confiabilidade das fontes de consulta e trabalhos que apresentassem informações contendo os descritores acima. Como critério de exclusão, foram adotadas fontes de consulta não confiáveis e publicações anteriores a 1964 (para a abordagem histórica) e para os demais tópicos textos publicados antes de 2000, distribuídos de acordo com o Quadro 2.

Quadro 1 - Número de publicações resultantes da pesquisa

Fonte de Consulta	Nº Publicações
Legislação/Normatizações	22
Bases de Dados: <i>Science Direct (Elsevier); Survey Review; Research Gate; Scielo</i>	23
Congressos/Simpósios/Conferências	35
Periódicos Open Access	24
Livros/Manuais	22
Ministérios/Órgãos Federais/Prefeituras/Órgãos governamentais de outros países	34
Conselhos/Institutos privados	06
Teses/Dissertações	22
Total	188

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Quadro 2 - Número de publicações por distribuição anual

Período	Nº Publicações
1964 a 1999	20
2000 a 2005	22
2006 a 2011	57
2012 a 2017	66
2017 a 2022	23
Total	188

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

### 1.3.2 Discussão e análise dos resultados da revisão sistemática

Para a discussão e análise dos resultados, foram considerados os objetivos e abordagens apresentados, que fundamentam os métodos e requisitos para a elaboração e atualização/manutenção da base cartográfica municipal, a qual serve como suporte ao Cadastro Urbano. Além disso, foram contempladas a proposta da codificação da parcela territorial urbana com abrangência nacional, aspectos estes delineados no âmbito deste estudo.

É amplamente reconhecido que deficiências no planejamento do ambiente urbano, decorrentes do desconhecimento do território, podem ser atribuídas à inexistência de bases cartográficas atualizadas. Como destacado por Campos (2011), para atender às demandas habitacionais de parte da população nas cidades, frequentemente composta por grupos de menor poder econômico, ocorre a ocupação de áreas livres, muitas vezes sujeitas a restrições ou de propriedade pública.

No contexto brasileiro, a Constituição de 1988 estipula que a política de desenvolvimento urbano é de responsabilidade dos municípios, conforme as diretrizes do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001). A utilização de novas metodologias e avanços tecnológicos na elaboração do cadastro, reconhecida por sua importância no desenvolvimento de políticas públicas e na melhoria da arrecadação do IPTU, constitui motivo relevante para que os municípios brasileiros mantenham o cadastro de maneira estruturada, administrada e, assim, potencializem a atratividade de investimentos em curto prazo.

A análise das publicações evidenciou a carência de uma base cartográfica atualizada e de um cadastro territorial bem consolidado na maioria dos municípios brasileiros, conforme apontado por Santos (2017, p. 27). Esta situação é descrita como "bastante desanimadora no que diz respeito à utilização do geoprocessamento e à implantação ou atualização das atividades de cadastro", sendo percebida pelos gestores municipais, predominantemente como um instrumento de arrecadação.

As pesquisas indicam a necessidade premente de tornar a base cadastral confiável e atualizada. Durante a revisão, foram identificadas dificuldades na implementação e organização dos dados pelos municípios, visando apoiar as ações e procedimentos para estruturação de um código identificador exclusivo para a parcela urbana. Isso inclui a coleta de dados para o cadastro, armazenamento, visualização gráfica e o estabelecimento de conexões entre os setores da administração municipal.

## **1.4 Apresentação dos capítulos**

### **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

Este capítulo introdutório apresenta o contexto, objetivos, justificativa e metodologia adotada para a realização deste estudo. A relevância da integração de cadastros e informações geoespaciais na gestão urbana é discutida, destacando as carências identificadas nos sistemas atuais.

### **CAPÍTULO 2: O ESTADO DA ARTE DO CADASTRO TERRITORIAL**

Neste capítulo é traçada uma linha histórica da evolução dos sistemas cadastrais, explorando a contribuição da FIG para reformas e modernizações. São discutidos os marcos legais e projetos que orientam os cadastros no Brasil, bem como a importância dos Cadastros Fiscal, Jurídico e Multifinalitário, incluindo o Cadastro Rural. Também são abordados o SIT e o LADM. Além disso, destaca-se a criação do SINTER, uma ferramenta inovadora com o propósito de integrar dados jurídicos, fiscais, cadastrais e geoespaciais de imóveis urbanos e rurais.

### **CAPÍTULO 3: DESAFIOS E BOAS PRÁTICAS NA IMPLANTAÇÃO DO CADASTRO URBANO: EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS BRASILEIRAS E UMA PERSPECTIVA INTERNACIONAL**

Neste capítulo são explorados os desafios enfrentados na implementação do Cadastro Urbano no Brasil, considerando sua vasta extensão territorial. São apresentadas experiências bem-sucedidas de municípios como Belém-PA, Campinas-SP, Fortaleza-CE e Belo Horizonte-MG, que servem como fontes inspiradoras de boas práticas. Também é realizada uma análise da situação cadastral em diversos países, proporcionando uma perspectiva internacional.

### **CAPÍTULO 4: DIRETRIZES E ABORDAGENS PARA A CONSTRUÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS MUNICIPAIS: MÉTODOS, TECNOLOGIAS E LEGISLAÇÃO**

Este capítulo detalha os métodos, procedimentos e requisitos essenciais para a criação da base cartográfica municipal. São abordadas as tecnologias, escalas cartográficas, legislação e normas aplicáveis. A importância da Rede de Referência Cadastral Municipal é discutida juntamente com os métodos para seu desenvolvimento.

## **CAPÍTULO 5: TOLERÂNCIA POSICIONAL NAS MEDIÇÕES CADASTRAIS URBANAS**

O Capítulo 5 aborda a importância da Tolerância Posicional nas medições cadastrais urbanas. Para isso, são explorados conceitos fundamentais como os erros envolvidos (e o limite do erro) na medição cadastral e a compreensão sobre a precisão e exatidão. Ademais, são apresentados os padrões de exatidão tanto no contexto internacional como no contexto brasileiro, oferecendo uma visão completa das referências de precisão esperadas para medições cadastrais.

## **CAPÍTULO 6: PROPOSTA PARA PADRONIZAÇÃO DO CÓDIGO IDENTIFICADOR DA PARCELA TERRITORIAL URBANA COM ABRANGÊNCIA NACIONAL**

No capítulo 6 é apresentada uma proposta para a codificação da parcela territorial urbana com abrangência nacional. A proposta visa estabelecer um sistema de geocódigo único (baseada no centroide topográfico e na divisão administrativa do Brasil), que permita identificar de forma precisa e inequívoca, as parcelas urbanas em todo o território brasileiro. A proposta segue as normas técnicas e recomendações nacionais e internacionais, apresentando um código identificador único para a parcela urbana.

## **CAPÍTULO 7: PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DA “BASE CARTOGRÁFICA LEGAL” EM PREFEITURAS**

No capítulo 7 é apresentada uma proposta de procedimentos para a implantação, atualização e manutenção da "Base Cartográfica Legal" no âmbito municipal. A proposta tem como objetivo estabelecer um conjunto de procedimentos para a construção e manutenção contínua da base cartográfica legal de uma prefeitura. Esses procedimentos levam em consideração as diferenças entre limites físicos e legais, o parcelamento do solo, a análise do levantamento topográfico e a gestão das parcelas por meio de um ambiente SIG.

## **CAPÍTULO 8: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

No Capítulo 8 são apresentadas as conclusões, contribuições e perspectivas fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho, bem como recomendações futuras.

## 2 O ESTADO DA ARTE DO CADASTRO TERRITORIAL

### 2.1 Introdução

A revisão de literatura sobre cadastro requer uma atenção especial sobre as questões relacionadas com a história cadastral, seu desenvolvimento e os aspectos que o definem. Dependendo do contexto em discussão e da perspectiva dos autores e organizações envolvidas em atividades relacionadas às ciências geodésicas.

A ciência procura estabelecer fundamentos teóricos ou empíricos para suas asserções, respaldando-se em justificativas provenientes da teoria ou da experiência científica orientada por técnicas de investigação.

Neste trabalho, com base em uma pesquisa e análise teórica realizada, é apresentado o estado atual do Cadastro Territorial no Brasil e em nível mundial. Por meio da revisão bibliográfica, foram compiladas as teorias de diversos autores, fornecendo subsídios conceituais para embasar o conteúdo apresentado.

“Estados da arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria [...] apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas, que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada” (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 39).

A definição da propriedade de imóveis é determinada por diferentes características relacionadas à localização e aos direitos constitucionais. Conforme destacado por Brandão e Santos Filho (2008), é importante não confundir esses dois aspectos, uma vez que o registro imobiliário (RI) tem como objetivo principal atender aos direitos ligados à propriedade privada. Por outro lado, o Cadastro é um sistema oficial atualizado de lotes em terra, que engloba informações sobre parcelas relativas às suas localizações e extensões (DALE e McLAUGHLIN, 1998).

De acordo com Carneiro, Erba e Augusto (2012), é importante ressaltar as diferenças estruturais entre o cadastro territorial brasileiro para as áreas urbanas e rurais. Enquanto o cadastro rural é organizado de maneira sistemática e centralizada pelo INCRA, uma autarquia federal, o cadastro das áreas urbanas no Brasil não possui uma estrutura padronizada

e centralizada, ficando sob a responsabilidade das Prefeituras.

No contexto do cadastro no Brasil, o aspecto multifinalitário tem sido abordado de maneiras distintas para as áreas urbanas e rurais. Neste cenário, para conduzir a presente pesquisa, cujo objetivo é explorar a história do cadastro, suas propostas, implementações em outros países e no Brasil, tornou-se necessário realizar um levantamento da literatura existente sobre o tema. Além disso, buscou-se compreender o desenvolvimento do registro de terras no país, com foco nas áreas urbanas, que constituem o escopo específico deste estudo.

Para atingir esse propósito, foi essencial realizar uma busca de informações ao longo de um período abrangente que resgatasse desde as raízes históricas datadas do primeiro sistema ordenador conhecido por volta de 3500 a.C. na antiga Mesopotâmia, até a legislação que precedeu a normatização vigente. Tal abordagem implicou na introdução de conceitos relacionados a sistemas e esquemas conceituais, bem como na consideração da perspectiva de autores e organizações envolvidas nas atividades correlatas às ciências geodésicas.

A evolução do cadastro urbano no Brasil está intrinsecamente relacionada ao processo de municipalização e ocupação territorial. Dentre as legislações que fundamentam esse processo, destacam-se: a Constituição Federal de 1988, que estabeleceu o IPTU como imposto municipal; a Lei nº 10.267/2001, responsável pela criação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR); a Portaria nº 511/2009, do Ministério das Cidades, recentemente substituída pela Portaria n.º 3.242/2022 que estabelece diretrizes para a criação e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário em municípios brasileiros; e o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), e a Lei nº 13.465, de julho de 2017, que trata da regularização fundiária rural e urbana, são também marcos importantes nesse contexto. Todas essas legislações contribuem para a evolução do cadastro urbano e aprimoramento da gestão territorial no país.

Para isso, tornou-se relevante resgatar ações como o Projeto CIATA, implementado nas décadas de 70/80, primeira iniciativa para formular uma metodologia nacional e incentivar a elaboração de cadastros urbanos no país. Além disso, abordam-se os avanços tecnológicos que têm viabilizado os procedimentos de regularização fundiária no cadastro e são apresentados os desafios contemporâneos relacionados ao conhecimento do território e ao uso do solo pelas Prefeituras. Benatti (2018) destaca, além da escassez de recursos financeiros e pessoal capacitado para a implementação dos cadastros urbanos, que as administrações municipais parecem não reconhecer o cadastro como uma ferramenta essencial de planejamento, uma visão compartilhada por autores como Araújo (2018).

Para entender também o desenvolvimento e a evolução desse instrumento de gestão de terras, foi necessário abordar a conjuntura cadastral em outros países, suas diferenças e

similaridades com a realidade brasileira, utilizando os textos organizados por Benatti (2018) sobre os desafios para a implementação do cadastro e de Amorim, Victorino e Malaman (2011) que atestam ser o uso do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) ainda falho na maioria dos países, ambos os textos se reportando especificamente à América Latina. Os países europeus são citados por seus avanços e história cadastral e nações como a Nova Zelândia, Austrália e Canadá, com a visão da FIG e a estratégia conjunta para a elaboração do Cadastro 2034, com base nas recomendações e princípios do documento “*Cadastro 2014: Uma visão para um sistema cadastral futuro*”, que estabeleceu metas e objetivos para esse período de vinte anos.

E dentro das iniciativas de padronização e metodologias, também foram abordados os marcos importantes para o estudo do Cadastro, como a realização do Congresso da FIG na Austrália, em 1994 (FIG, 1995) e a iniciativa da ISO que definiu o modelo conceitual de gestão territorial LADM, base conceitual na área de cadastros territoriais no mundo e dos cadastros municipais no Brasil, assim como as novas tecnologias que possibilitaram importantes avanços nos sistemas cadastrais.

## **2.2 Uma breve história do cadastro**

Ao longo da história, os sistemas cadastrais foram implementados de diferentes maneiras. Em texto publicado pela FIG (2020) pode-se começar a compreender a importância dos cadastros existentes e utilizados por muitas civilizações antigas, sempre aperfeiçoando seus sistemas de registro e publicidade de propriedades. Para compreender a evolução dos antigos cadastros até os registros modernos, é necessário analisar como eles foram adaptados às necessidades e tecnologias das sociedades em que surgiram, sempre desempenhando um papel essencial na administração das relações entre o homem e a terra.

A pesquisa sobre sistemas cadastrais e sua regulamentação remonta a civilizações como o Egito, Mesopotâmia, China, Grécia e Roma. Essas civilizações estabeleceram procedimentos para a posse da terra, utilizaram cadastros para o planejamento territorial, a tributação e outras contribuições. As primeiras evidências conhecidas de um sistema ordenado de terras remontam a cerca de 3500 a.C., na antiga Mesopotâmia, com o uso de placas de argila.

Notável também, destaca Raisz (1969), foi a contribuição do império babilônico para o desenvolvimento da Cartografia. Seus antigos mapas geográficos, impressos em pequenas tábuas de argila serviam para vários propósitos: militares, cadastros e registro de terra, rotas de comércio, etc. O mapa encontrado na localidade de Ga-Sur (calculado por arqueólogos,

tem entre 2.500 a 4.500 anos de existência) é considerado por muitos como o mais antigo exemplar da “arte” de representar o espaço.

No antigo Egito, estabeleceu-se uma estrutura administrativa que desempenhava funções de gerenciamento estatal, jurisdicional e de arrecadação de impostos. Os registros mais antigos de propriedades remontam ao Registro Real da Primeira Dinastia, por volta de 3000 a.C. Os egípcios mantinham um inventário descritivo das áreas, relacionando os proprietários e ocupantes das terras vizinhas em um sistema de coordenadas, assemelhando-se aos sistemas cadastrais contemporâneos (RAISZ, 1969).

Na antiga China, o registro de terras já existia desde a Dinastia Zhou Ocidental, por volta do século IX a.C. Era concedido pelo rei e continha informações sobre o proprietário e os proprietários de terras vizinhas. A terra era considerada um dos meios de produção mais essenciais na sociedade agrícola da época e sua propriedade era uma questão social influente. No entanto, a falta de organização na regulação de terras nas antigas dinastias levou a um problema chamado anexação, no qual camponeses, membros da nobreza e funcionários do governo realizavam contratos para evitar o pagamento de impostos. Era um fenômeno típico do sistema de gestão de terras à época, só possível devido falta de organização na regulação de terras das antigas dinastias, o que possibilitava, assim, utilizar terras não registradas com o objetivo de sonegação de impostos. O método direto mais usado era realizar um “segundo contrato” entre camponeses e senhorios, manobra que obrigava o governo a cobrar o menor imposto possível e ajudava os camponeses a evitar tributos e garantia o privilégio da classe dominante. O documento era, geralmente, feito sob a forma de uma "escritura de arrendamento” (FAN, 2003. tradução nossa).

É relevante destacar o papel desempenhado pelos chineses na história da Cartografia. Na Antiga China, os mapas desempenhavam diversas funções, como instrumentos de poder, sendo utilizados em contextos cadastrais, protocolos diplomáticos, documentação burocrática, fixação de impostos e estratégias logísticas militares. Pei Hsiu, um cartógrafo chinês que viveu entre 223 e 271 d.C. e foi responsável pelas obras imperiais de infraestrutura, contribuiu de maneira significativa para o desenvolvimento dos princípios cartográficos. Em 267 d.C. ele publicou um manual de instruções destinado aos engenheiros, no qual explicava métodos para medir ângulos e distâncias em campo, essenciais para a elaboração de mapas (PROUS, 1980).

Na Grécia Antiga, a terra "comum" podia ser doada aos cidadãos, o que foi um passo importante para a instituição da propriedade privada. Foi necessária uma medição e subdivisão das parcelas para tributar essas terras, e esse sistema foi utilizado para reorganizar a

paisagem rural e planejar cidades e vilas (FIG, 2021). O astrônomo e geógrafo Cláudio Ptolomeu contribuiu para a cartografia na Grécia antiga, introduzindo conceitos como esfericidade, polos geográficos, equador, sistemas de projeção e coordenadas geográficas (COSTA, 2001).

No Império Romano, ocorria a atualização periódica do censo e do cadastro a cada cinco anos durante o reinado de Sérvio Túlio (578 a.C. a 539 a.C.). A medição e classificação das terras foram implementadas durante os governos dos imperadores Augusto 27 a.C. a 14 d.C.) e Diocleciano (287 d.C.), visando melhorar a tributação dos imóveis e mapear todo o Império Romano (COSTA, 2001).

Durante a era moderna, muitos países desenvolveram seus próprios cadastros para atender às diferentes necessidades. O cadastro francês, considerado precursor dos sistemas atuais, foi estabelecido por Napoleão Bonaparte ao estruturar o Código Civil francês. Napoleão reconheceu o cadastro como um instrumento importante para a segurança da propriedade e garantia para arrecadação de impostos, criando mapas e registros cadastrais (PHILIPS, 2006).

O uso da Cartografia na França não era comum até 1807, quando Napoleão, conforme Clergeot (2003), aconselhado pelo seu Ministro das Finanças, tomou a decisão de criar o cadastro do Império, através da lei de 15 de setembro de 1807 e ordenou a criação de mapas e registros cadastrais (se originando daí o termo “*cadastre*”). A lei foi regulamentada através de decreto aprovado no dia 27 de janeiro de 1808 e no dia 20 de abril, assim como as normas técnicas para a realização do cadastro e a regulamentação das competências do geômetra (agrimensor). Dessa forma, Napoleão impôs as regras para identificação de terras na França e em suas colônias e lançou as bases para o Cadastro Europeu.

Ainda conforme Clergeot (2003), o cadastro evoluiu para se tornar um projeto político e social durante o reinado de Napoleão. Ting e Williamsom (1998) destacam que foi nessa época que se atribuiu a determinados organismos a responsabilidade de registrar as escrituras de propriedade, bem como suas transferências. Esse registro abrangia informações sobre a localização da propriedade em toda a França, composto por uso do solo, área e número da parcela, além do valor da propriedade.

Como principais características do Cadastro Napoleônico, Kauffman e Steudler (1998) citam o princípio da simplicidade (arquivar apenas os dados imprescindíveis à identificação do imóvel) e os chamados “planos parcelários” (mapas em escala grande, feitos a partir de levantamentos sistemáticos das parcelas) que permitiam a localização das propriedades sem equívocos. A maior falha do cadastro, entretanto, foi a falta de atualização. No ano de 1930, aconteceu uma grande revisão das avaliações imobiliárias e ficou estabelecido por lei, a partir

daí, o princípio de uma renovação geral do registro predial, reformulando ou atualizando informações. Em 1974, foi instituída a revisão do registro predial, procedimento em vigor até hoje. Com o surgimento da cartografia digital iniciou-se a vetorização do plano cadastral, que remonta ao início dos anos 1990, com a assinatura dos primeiros acordos entre a *Direction Générale des Impôts* e certas autoridades locais que desejavam ter um sistema de referência geográfica para apoiar o SIG ao mesmo tempo em que precisavam criar suas próprias estruturas (FRANÇA, 2020).

O Cadastro Napoleônico tornou-se notável para a época devido a fatores como a precisão no levantamento e na elaboração das plantas topográficas em escala grande, que demarcam as parcelas cadastrais, sua identificação através de um código único e a elaboração de um índice das parcelas e dados relativos aos proprietários. Por essas razões, a maioria dos países europeus se baseou nos critérios do Cadastro Napoleônico e ainda exerce grande influência (BRANDÃO, 2003).

Outros países da Europa, como a Inglaterra, iniciaram seu cadastramento fundiário de imóveis em 1080. No século XII, a Alemanha criou um sistema de RI, que se constituiu mais tarde nos seus atuais cadastros territoriais rural e urbano. A Espanha implementou um sistema fiscal que exigia um inventário completo, atualizado e corrigido dos bens imóveis, no qual não deveria haver espaço para a sonegação, que favorecia o sistema de *amillamientos* (lista em que constavam as propriedades imobiliárias e seus proprietários), carentes de planimetrias e geridos por Conselhos Municipais de Peritos, cujas ações eram influenciadas pelos proprietários locais (BOSCH, 2017).

A história cadastral e todas essas iniciativas aqui citadas demonstram que, independentemente da época em que foram implementados, são os objetivos fiscais do cadastro em detrimento das suas funções jurídicas e de planejamento que vem estruturando a gestão de terras. E isto persiste atualmente, mesmo com todo o potencial de utilização agregado às novas tecnologias.

### **2.3 Conceitos sobre cadastro**

A implantação e utilização de cadastros territoriais pelas administrações públicas, especialmente em países em desenvolvimento, apresentam falhas históricas. No entanto, é importante ressaltar a mudança no papel dos sistemas cadastrais, que estão se adaptando aos desafios contemporâneos relacionados à urbanização e governança das áreas urbanas

(BENNETT et al., 2010).

Nas últimas duas décadas ocorreram mudanças nos sistemas cadastrais em todo o mundo. Percebe-se que o cadastro não é um fim em si mesmo, mas deve servir a um uso multifinalitário para atender aos desafios dos SIG e do ambiente de Tecnologia da Informação. (ENEMARK, 2006, p. 2, tradução nossa).

Dale e McLaughlin (1988, tradução nossa) entendem que um cadastro pode ser compreendido como um sistema oficial, completo ou atualizado de porções de terra em qualquer jurisdição que contenha informações sobre as parcelas relativas às suas localizações e extensões e outros dados pertinentes, tais como propriedades, direitos, usos e valorizações.

Diferentes aspectos envolvem a definição de uma propriedade, como, por exemplo, localização e direitos. Para Brandão e Santos Filho (2008), um sistema cadastral tem como objetivo a caracterização espacial de unidades territoriais constituídas de porções contínuas do território delimitado por um domínio (dimensões, forma e área). Assim, um cadastro não deve ser confundido com o RI (a ser abordado ainda neste capítulo), uma vez que atender à propriedade privada e seus direitos previstos no Direito Constitucional é a finalidade do registro.

A FIG, em 1995, conceituou o cadastro como um instrumento vital para o desenvolvimento social e econômico, sendo compreendido como um SIT atualizado, baseado em parcelas e que contém um registro de interesses sobre a terra. É o principal meio de disponibilizar informações sobre a propriedade e seus direitos (FIG, 1995, tradução nossa).

Em 1998, uma reforma cadastral proposta pela FIG defendeu a substituição dos formatos analógicos por bancos de dados e sistemas informatizados. O documento ressaltava o potencial do cadastro como instrumento para o desenvolvimento utilizado tanto pelo setor público quanto pelo setor privado, especialmente no planejamento urbano e rural e nas ações de vigilância ambiental.

Na mesma declaração estão incluídos desde um vocabulário sobre gestão territorial, além de condições que devem ser consideradas em sua administração, como: Incrementar o uso dos recursos territoriais para impulsionar o desenvolvimento e auxiliar no rápido crescimento demográfico, inclusive no provimento de habitações e infraestrutura básica, proteção ao meio ambiente, dar acesso aos benefícios econômicos da terra de forma justa e eficiente e do mercado imobiliário.

Não há recomendação de formato único de cadastro para cada país ou jurisdição, mas são apontadas questões legais, organizacionais e técnicas que devem ser consideradas em sua implementação e manutenção. O trabalho realizado pela FIG entre 1994 e 1998 resultou no documento "Cadastro 2014: Visão de Futuro" (KAUFMANN; STEUDLER, 1998).

No Brasil, a Portaria Ministerial n.º 3.242, publicada em 2022 pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, define o Cadastro Territorial como um inventário territorial oficial e sistemático do município, baseado no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca e serve como base geométrica dos cadastros temáticos do município.

Ao estruturar uma base de dados primordial para qualquer sistema público de informação territorial, uma vez que diversas categorias de usuários demandam de informações referente as parcelas e uso do solo, o cadastro mantém dessa forma, segundo Loch e Erba (2007), a uniformidade e padronização, evita a duplicidade de informações e contribui para seu intercâmbio. É importante destacar também que o conteúdo e a finalidade dos sistemas cadastrais estão de forma variada, em constante mudança de um país para outro. No entanto, as exigências atuais de gestão e de planejamento baseadas em informação atualizada e segura sobre um determinado território são um ponto comum entre todos estes sistemas.

De acordo com Costa (2001), no caso dos municípios, entes responsáveis pela gestão territorial urbana, esses cadastros devem ser estruturados de forma a proporcionar condições para elaborar políticas tributárias, Planos Diretores, zoneamento (uso e ocupação do solo), planta genérica de valores e outros fins. Isto ressalta a importância do Cadastro Territorial como suporte no que diz respeito às necessidades tributárias e de planejamento urbano e também para o fornecimento de informações à órgãos federais e estaduais que se dedicam ao planejamento regional (econômico, social, cultural, habitacional, ambiental e outros) permitindo a ligação com a base cartográfica digital, por meio de banco de dados alfanuméricos, quantitativos e qualitativos das informações levantadas.

#### **2.4 Aspectos do cadastro físico territorial urbano, fiscal, legal, rural e multifinalitário**

Como instrumento de gestão da propriedade fundiária pelo Estado, o cadastro varia de acordo com os interesses e a composição de cada país. Embora os sistemas cadastrais possam apresentar diferenças, o objetivo principal da atividade cadastral em qualquer administração pública é estabelecer planejamento e ordenamento na utilização do solo, além de garantir a arrecadação estável de impostos para o orçamento. No entanto, muitas vezes, o cadastro não é devidamente reconhecido por sua importância na administração pública como instrumento de gestão e desenvolvimento urbano.

Paixão, Nichols e Carneiro (2012), destacam a necessidade de harmonizar as

informações territoriais para atender a esses objetivos e implementar o cadastro. No caso do Brasil, há uma separação entre o Cadastro Legal e o Cadastro Territorial, o que significa que diferentes SITs coexistem. Especificamente em relação ao Cadastro Rural, essas distinções resultam em particularidades conceituais na definição da unidade territorial entre os serviços registrares e o INCRA.

A seguir serão abordados aspectos relacionados aos diferentes tipos de cadastro e o SIT.

#### **2.4.1 Cadastro físico territorial urbano**

No Brasil, uma grande parcela dos responsáveis pela gestão e legislação dos municípios desconhece o espaço físico territorial e, principalmente, suas características como ocupação, distribuição espacial e outros elementos essenciais para a elaboração e planejamento de políticas públicas.

O cadastro físico territorial, também conhecido como cadastro geométrico, com coleta e armazenamento das informações, por exemplo, deve obrigatoriamente apresentar as medidas lineares dos lotes e edificações.

Assim compreende-se que o cadastro físico territorial se caracteriza pela posição, forma, dimensões e área. Quando outras informações são associadas ao imóvel, tais como: número de habitantes, renda familiar, sistema de infraestrutura, coleta de lixo, zoneamento, entre outras, podem então ser denominado de CTM. Todos os dados devem ser registrados em documentos cartográficos e em base alfanumérica, afim de retratar a realidade territorial e representá-los graficamente em uma base cartográfica, de forma a fornecer dados que sejam relevantes para as atividades de planejamento e gestão do território.

#### **2.4.2 O cadastro fiscal urbano**

A implementação do cadastro na área urbana no Brasil ocorreu por meio do Decreto-Lei nº 1.000, de 21 de outubro de 1969. Posteriormente, a Constituição Brasileira de 1988 atribuiu aos municípios a responsabilidade pelo ordenamento territorial urbano, conforme descrito no item VIII do artigo 30. No entanto, como observado por Nazareth (2007), as fontes de financiamento para a execução dessas políticas públicas não foram garantidas. Além disso, aos municípios foi delegada a competência para instituir o IPTU.

O Cadastro Fiscal, também conhecido como cadastro fiscal imobiliário, é o conjunto de informações necessárias e suficientes para que a municipalidade possa exercer sua competência tributária. Sua base descritiva para cada parcela deve conter informações específicas, como: dados do proprietário, área, testada, características físicas, valor avaliado do bem imóvel e informações mais amplas, como por exemplo: setor, quadra, lote, serviços e equipamentos públicos, dentre outras. Esses dados são coletados por meio do boletim de informações cadastrais e do boletim de logradouros e são processadas em um banco de dados, possibilitando o lançamento tributário.

É importante salientar que o cálculo do valor do bem imóvel deve levar em consideração informações como localização, configurações geométricas da parcela e da construção existente, benfeitorias e histórico de preço de mercado.

Na década de 80, entre os projetos destinados a estruturar cadastros técnicos municipais, uma iniciativa de destaque foi o CIATA, celebrado pelo Ministério da Fazenda e os municípios. O projeto CIATA visava desenvolver cadastros com o objetivo de estruturar e aumentar as arrecadações municipais por meio do IPTU (LOCH; ERBA, 2007).

O Cadastro Fiscal segue, de forma geral, um modelo adaptado do proposto pelo CIATA em alguns municípios brasileiros, constituindo-se de uma base cartográfica (com atributos relacionados as parcelas), que apresenta graficamente a divisão do território em parcelas, composto por equipamentos urbanos e quadras, realizadas mediante levantamentos topográficos e/ou aerofotogramétricos (CARNEIRO; ERBA e AUGUSTO, 2011).

O Cadastro Fiscal é uma estrutura fundamental para os municípios na área urbana e é utilizado principalmente como instrumento para o lançamento de tributos, como o IPTU, as taxas de serviços públicos urbanos, o Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) e o Imposto sobre Transmissão Inter Vivos de Bens Imóveis (ITBI).

Esses tributos são fontes de receita para os municípios e devem ser utilizados no planejamento, desenvolvimento de políticas públicas, melhoria dos serviços oferecidos à população, ações que poderiam ser alavancadas com a manutenção, além da atualização de cadastros. No entanto, uma pesquisa realizada por Santos (2017, p. 27), em 22 municípios baianos sobre atividades cadastrais revelou uma realidade desanimadora quanto à utilização do geoprocessamento e a implantação ou atualização das atividades de cadastro. Isso demonstra que a compreensão da maioria dos gestores sobre o cadastro se limita apenas ao seu uso como instrumento de arrecadação tributária, sem compreender a relevância desse instrumento para as administrações municipais (SANTOS, 2017).

A real situação das prefeituras atualmente, especialmente em municípios de menor

porte, enfrentam grandes dificuldades econômicas, estruturais e falta de profissionais qualificados para a implementação de um sistema cadastral eficiente. Nessas administrações municipais, os cadastros fiscais frequentemente se resumem a uma lista de imóveis com informações, representando apenas um censo imobiliário com fins exclusivos de tributação, sem fornecer dados métricos confiáveis sobre a realidade física dos imóveis.

### **2.4.3 Cadastro legal**

Políticos, administradores, técnicos e estudiosos da temática entenderam que o cadastro, ao instituírem os sistemas de registro de títulos deveria ir além do pensado inicialmente e além das questões econômicas e físicas, podendo então apoiar o sistema jurídico.

Desse modo, constituiu-se o Cadastro Legal, onde seu princípio essencial é o direito à propriedade, baseado em sua documentação descritiva, sendo assegurado pelo sistema de registro de títulos e estruturado pelo Estado por intermédio do Cartório Registros de Imóveis a que pertence.

A ligação entre os dados jurídicos e físicos é dado normalmente por meio da inscrição contida no registro ou pela inscrição cadastral.

O Cadastro Legal deve conter uma descrição clara de sua base alfanumérica e representar as restrições à propriedade na base cartográfica municipal. Entretanto, dificilmente isso acontece, o que torna uma barreira a ser enfrentada pelos administradores dos cadastros modernos.

#### **2.4.3.1 A propriedade rural e urbana, tributação e o registro de imóveis no Brasil**

Conforme a Lei 10.406/2002, artigo 1.225, a propriedade é estabelecida como sendo um direito real que é composto também pela:

" II - a superfície; III - as servidões; IV - o usufruto; V - o uso; VI - a habitação; VII - o direito do promitente comprador do imóvel; VIII - o penhor; IX - a hipoteca; X - a anticrese; XI - a concessão de uso especial para fins de moradia; XII - a concessão de direito real de uso; XIII - a laje; XIV - os direitos oriundos da imissão provisória na posse, quando concedida à União, aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios ou às suas entidades delegadas e a respectiva cessão e promessa de cessão " (BRASIL, 2002).

Para Rambo (2005), a propriedade é caracterizada pelos direitos legalmente

estabelecidos e registrados no Cartório de Registro. Esses direitos conferem à pessoa a capacidade de usufruir e dispor de um bem físico, seja ele móvel ou imóvel. Além disso, a propriedade garante o direito de reaver o bem caso alguém o detenha de forma ilegal (SCHLOSSARECKE, 2015).

O RI de uma propriedade possui uma finalidade distinta em relação ao cadastro imobiliário, que é responsabilidade do Poder Executivo Municipal. Conforme ressaltado por Augusto (2014) o RI tem como objetivo principal estabelecer e garantir o direito de propriedade privada, bem como proteger os direitos do proprietário do imóvel. De acordo com Coura (2015), o ato cartorial do registro identifica o proprietário formal e legal do imóvel, além de registrar eventuais transferências de propriedade.

No contexto brasileiro, esclarece Rambo (2011), o processo de transferência de propriedade segue um sistema que combina elementos da França e da Alemanha. Nesse sistema, a aquisição da propriedade é formalizada por meio do registro, enquanto a perda da propriedade ocorre durante a transferência do imóvel. O Cartório de Registro de Imóveis é o órgão público responsável por realizar os registros dos direitos imobiliários, tendo como papel garantir a segurança jurídica, a publicidade e a autenticidade das transações envolvidas.

Os imóveis são classificados de acordo com o Estatuto da Terra e a Constituição Federal de 1988. A distinção entre imóvel urbano e rural é determinada pelo critério da destinação do local: consideram-se urbanos os terrenos que possuem benfeitorias, enquanto os terrenos rurais são destinados à exploração das terras, podendo abranger construções relacionadas a atividades afins.

As distinções entre imóveis rurais e urbanos são estabelecidas por leis como a Lei nº 4.504/64, art. 4º, o decreto 55.891/1965, art. 5º, e a Lei 8.629/1993, art. 4º. De acordo com essas legislações, um imóvel rural é definido como um "prédio rústico, de área contínua, destinado às atividades rurais". É importante ressaltar que essa definição tem como objetivo principal abordar questões relacionadas à reforma agrária e à política agrícola.

Quanto à localização, um imóvel rural é aquele situado fora da zona urbana, destinado à "exploração agrícola, pecuária ou extrativista vegetal, florestal ou agroindustrial". Para fins legais, um imóvel é considerado único pelo INCRA e a Receita Federal do Brasil (RFB) quando, mesmo que descrito em mais de uma matrícula, possui área contínua e pertence ao mesmo proprietário. No Registro de Imóveis, a matrícula indica a existência de um único imóvel, independentemente do conceito de área contínua.

No que se refere aos impostos incidentes, no caso do imóvel rural, é aplicado o Imposto sobre a Propriedade Rural (ITR) que é exigido anualmente pela RFB e, em alguns

casos, fiscalizado pela prefeitura municipal. O ITR é calculado com base na propriedade, no domínio útil e na posse do imóvel. Como exceção, em situações em que um imóvel rural apresenta benfeitorias características<sup>2</sup> de um imóvel urbano, mesmo estando localizado em zona rural, pode ocorrer a cobrança do IPTU (SCHOLLOSSARECKE, 2015).

O imóvel urbano está definido na Constituição Federal (1988), como aquele destinado à moradia, ao comércio, à indústria e a outras atividades urbanas. A localização, seja dentro ou fora do perímetro urbano, é um dos elementos utilizados para determinar sua classificação como urbano. A Lei 5.172/1966 (Código Tributário Nacional), que regulamenta o IPTU nos artigos 32 a 34, estabelece que a definição da zona urbana é de responsabilidade das leis municipais, levando em consideração a existência de melhoramentos. O valor do IPTU para imóveis urbanos é atribuído pela Prefeitura Municipal com base no valor venal do imóvel, que é obtido por meio da Planta Genérica De Valores. O PDM, por sua vez, é um instrumento que regula as ações de planejamento e desenvolvimento urbano, possuindo precedência sobre as demais normas municipais.

#### **2.4.4 Cadastro rural**

O Cadastro Rural no Brasil foi instituído oficialmente em 1964, por meio da Lei nº 4.504/1964 (conhecida como Estatuto da Terra), e sua implementação foi gradual a partir de 1965, nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Espírito Santo, expandindo-se para o restante do país nos anos seguintes. Seu propósito principal era identificar terras sujeitas a desapropriação para fins de reforma agrária, áreas com carência de programas de colonização e agricultores economicamente desfavorecidos que necessitassem de assistência técnica e aprimoramento profissional. Além disso, tinha a função de estabelecer o preço de arrendamento de terras, limitado a 15% do valor cadastral do imóvel, incluindo suas benfeitorias, e criar uma base de dados para a tributação das terras agrícolas (BRASIL, 1964).

Em 1972, por meio da Lei 5.868/1972 ainda vigente, foi instituído o Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), com o intuito de reestruturar o cadastro rural e conhecer a estrutura fundiária do país, “integrando e sistematizando a coleta, pesquisa e tratamento de dados sobre o uso e posse da terra” (BRASIL, 1972). Para isso, foi necessário contemplar o

---

<sup>2</sup> Aquele que, mesmo situado fora da zona urbana ou desprovido de definição de zoneamento, possui, no mínimo, dois dos seguintes requisitos: presença de meio-fio ou calçamento com canalização de águas pluviais, acesso a abastecimento de água, disponibilidade de sistema de esgoto sanitário, presença de rede de iluminação pública, ou proximidade a uma escola primária ou posto de saúde, situados a uma distância máxima de três quilômetros do imóvel.

Cadastro de Imóveis Rurais (para imóveis com ou sem título de propriedade), o Cadastro de Proprietários de Imóveis Rurais (para proprietários e posseiros), o Cadastro de Arrendatários e Parceiros (para identificar os usuários dos imóveis), o Cadastro de Terras Públicas e o Cadastro de Florestas Públicas (LASKOS et al., 2016).

No SNCR, as declarações fornecidas eram compostas apenas por informações literais, como descrição do uso da propriedade, dados pessoais e estrutura da propriedade. A geolocalização do imóvel, que é um aspecto fundamental para o cadastro, era descrita apenas por meio de endereço ou instruções de acesso (PURIFICAÇÃO; CARNEIRO; JULIÃO, 2019). Conforme estabelecido pelo art. 10 do Decreto nº 4.449/2002, essa situação ainda é válida para alguns imóveis, desde que o georreferenciamento não seja legalmente exigido.

O registro regular do imóvel rural no SNCR possibilita a emissão do Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR) pelo INCRA. Essa autarquia é responsável pelo gerenciamento desse documento, que é essencial para todas as transações legais relacionadas ao imóvel rural (INCRA, 2018). No entanto, as declarações subjetivas e a impossibilidade de fiscalizar todo o território nacional resultaram em um sistema com confiabilidade reduzida.

#### **2.4.4.1 Cadastro Nacional de Imóveis Rurais**

Com o objetivo de obter informações mais precisas, foi instituído, em 2001, o CNIR, por meio da Lei 10.267 de 28 de agosto de 2001. O CNIR tem como principais finalidades o compartilhamento da base de dados gráficos e descritivos da área rural com outras instituições governamentais que necessitam de informações territoriais, o estabelecimento do georreferenciamento de imóveis rurais em casos de alteração de seus limites, como parcelamento, desmembramento ou remembramento, além do compartilhamento da base legal de dados, que podem ser confrontados com as informações cartorárias (INCRA, 2020).

O CNIR desempenha um papel fundamental na transformação da governança de terras no país. Conforme estabelecido no §3º, art. 7º do Decreto nº 4449/2002, o sistema atua simultaneamente como produtor e usuário de informações dos cadastros fundiário e temáticos, envolvendo o INCRA, a Secretaria da Receita Federal e todos os órgãos da Administração Pública Federal (BRASIL, 2002).

Por meio do Portal do Cadastro Rural, são divulgadas informações com o objetivo de aumentar a transparência e a eficiência na gestão cadastral dos imóveis rurais no Brasil, utilizando o CNIR. O portal visa fornecer dados qualificados ao Estado, indispensáveis para a

formulação de políticas públicas relacionadas à questão agrária, disponibilizando informações oficiais para a sociedade e o meio rural brasileiro. Dessa forma, ele contribui para a segurança jurídica das questões relacionadas à propriedade territorial rural (INCRA, 2018).

Um dos principais benefícios do CNIR foi a criação de um cadastro atualizado com informações legais e geoespaciais (CARNEIRO, 2003). Conforme determina a Lei 10.267/2001, no registro, a descrição do imóvel deve ser padronizada e realizada por meio de levantamentos georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), sendo necessário que o profissional técnico responsável pelo serviço esteja previamente credenciado junto ao INCRA.

#### **2.4.4.2 Certificação e georreferenciamento de imóveis rurais**

Por meio da Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR), estabelecida pelo INCRA em 2003, foram definidas metodologias e diretrizes técnicas para o georreferenciamento de imóveis rurais. A NTGIR também abrange a gestão da certificação digital.

A NTGIR é composta pelo Manual Técnico de Limites e Confrontações, com diretrizes para memorial descritivo dos limites dos imóveis rurais, e o Manual Técnico para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais (MTGIR) que orienta a execução do levantamento do imóvel. Recentemente, em 2022, ocorreram atualizações para se adequar as novas geotecnologias, incluindo outros métodos de posicionamento, como a aerofotogrametria e o sensoriamento remoto utilizando veículos aéreos não tripulados. Outra inovação do MTGIR é a adoção de outras tecnologias avançadas, como o PPP-RTK que permite a obtenção em tempo real das coordenadas de pontos de interesse usando apenas um receptor GNSS ao nível de usuário. Além disso, o manual também introduz outras metodologias de medição, como estação livre e o uso de bases cartográficas, eliminando a necessidade de apresentação de arquivos rinex em levantamentos por RTK (INCRA, 2022).

Essas atualizações proporcionam aos profissionais envolvidos no georreferenciamento de imóveis rurais uma maior variedade de opções de medição. Isso pode levar a economias na contratação desses serviços, ao mesmo tempo em que garante a uniformidade e a padronização das operações geodésicas, topográficas e cadastrais, permitindo a inclusão desses produtos no SNCR e no CNIR. Como resultado, os proprietários têm a garantia de que os limites do polígono de suas propriedades não se sobrepõem a nenhum outro polígono no acervo fundiário mantido pela autarquia.

Desde 2013, o INCRA (2020) tem-se empenhado no domínio da produção e gestão desses dados, por meio da implementação da plataforma intitulada Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e da dinamização do Projeto de Georreferenciamento de Imóveis Rurais, tendo em 2023, 266.514.180,779 hectares já certificados, num total de 1.035.097 propriedades.

#### **2.4.4.3 Cadastro Fiscal de Imóveis Rurais**

No Brasil, a gestão dos imóveis rurais é dividida entre o INCRA, responsável pela estrutura fundiária, e a RFB, responsável pela parte tributária desde 1990. A RFB é encarregada do cadastramento, fiscalização, tributação e administração da arrecadação do ITR. Em decorrência disso, surgiu a necessidade de criar o Cadastro Fiscal de Imóveis Rurais (CAFIR), que serve como base de dados para a arrecadação do ITR. As atualizações do cadastro são realizadas anualmente por meio da “Declaração do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (DITR), apresentada por pessoas físicas ou jurídicas proprietárias, titulares do domínio útil ou possuidoras de imóveis rurais” (RFB, 2020).

O CAFIR registra as informações cadastrais fornecidas na DITR ou na inscrição do imóvel rural junto a RFB. Anteriormente, no ato da inscrição, era atribuído o Número do Imóvel na Receita Federal (NIRF), identificador cadastral composto por oito dígitos numéricos, o qual difere do código do Imóvel no CCIR (com treze dígitos numéricos) e do código da parcela rural<sup>3</sup> (composto por 32 caracteres alfanuméricos). É importante destacar que nenhum desses identificadores têm qualquer relação posicional com o imóvel em si.

Com a Instrução Normativa RFB nº 2.030, de 24 de junho de 2021, o CAFIR passou a utilizar o código do Cadastro Imobiliário Brasileiro (CIB) em substituição ao NIRF. O CIB faz parte do SINTER e consiste em um cadastro que centraliza informações cadastrais sobre as parcelas urbanas e rurais inscritas nos cadastros municipais e no CNIR.

#### **2.4.5 Cadastro territorial multifinalitário**

Com o objetivo principal de auxiliar os municípios na implementação de cadastros com caráter multifinalitário, um marco importante para a consolidação do Cadastro Territorial Urbano no Brasil ocorreu em 7 de dezembro de 2009, com a publicação da Portaria nº 511 do

---

<sup>3</sup>Está relacionado ao QR-CODE do requerimento e que garante a autenticidade da certificação do documento e a segurança da informação.

Ministério das Cidades, que tratava das “Diretrizes para a criação, instituição e atualização do CTM nos municípios brasileiros” (BRASIL, 2009). Recentemente, essa portaria foi revogada e substituída pela Portaria n.º 3.242, de 9 de novembro de 2022, emitida pelo Ministério de Estado do Desenvolvimento.

A atual portaria estabelece o regulamento do CTM, dando as seguintes orientações (BRASIL, 2022)

“Art. 1º O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) é constituído pelos dados do cadastro territorial associados aos dados dos cadastros temáticos. § 1º O cadastro territorial é o inventário oficial e sistemático das parcelas do município. § 2º Os cadastros temáticos são gerenciados por diferentes órgãos públicos ou privados e compreendem conjuntos de dados relacionados às parcelas sobre aspectos estruturais, tais como: sociais, ambientais, habitacionais e não habitacionais, redes de infraestrutura, equipamentos, tributários, entre outros. Art. 2º O cadastro territorial deve ser a base geométrica de todos os cadastros temáticos do município.”

Um sistema cadastral multifinalitário, conforme Dale e McLaughlin (1988, tradução nossa), é uma estrutura abrangente que recebe e gerencia dados e informações relacionados ao uso da terra, vegetação, edificações, recursos minerais, riscos de inundações, serviços públicos, renda e população, projetado para atender organizações públicas, privadas e aos cidadãos. Em países economicamente desenvolvidos, o cadastro geralmente se refere a um registro sistemático e público dos bens imóveis de uma jurisdição, abrangendo aspecto jurídico, geométrico e econômico (ERBA; OLIVEIRA; LIMA JÚNIOR, 2005).

Os sistemas cadastrais em todo mundo apresentam diferenças significativas em termos de estrutura, processos e atores envolvidos. No entanto, estão convergindo para um CTM como um modelo global devido a fatores como globalização e desenvolvimento tecnológico. Estas tendências favorecem o estabelecimento de sistemas de informação multifuncionais no que diz respeito aos direitos à terra e regulamentações quanto ao uso desta. Além disso, o desenvolvimento sustentável aumentou a demanda por informações ambientais combinadas com dados relacionados às terras e propriedades (ENEMARK, 2006, tradução nossa).

Com os avanços tecnológicos, os métodos de cadastro foram ampliados, incluindo o uso de geotecnologias, sensoriamento remoto e SIG, onde foram fundamentais para integrar o cadastro com outros setores da administração pública, permitindo que o cadastro ultrapassasse sua função tributária e adquirisse um caráter multifinalitário. Essa transformação possibilita diversas finalidades, como planejamento e gestão urbana, e permite antecipar possíveis desdobramentos das ações realizadas.

O CTM baseado em geotecnologias tem como característica fundamental uma

cobertura espacial abrangente. Tem a base da gestão territorial, normalmente realizada através do SIT, fornecendo dados sobre a terra, recursos e uso, informações necessárias para gerir o território. Regulamentações e orientações técnicas, como o LADM, são vitais para interligar todos os componentes do CTM, que deve ser elaborado sobre uma base cartográfica confiável (ISO, 2008; LEMMEN et al., 2011).

Importante também, conforme Paixão, Nichols e Carneiro (2012) é a existência de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), onde são desenvolvidas as políticas acesso e compartilhamento.

A implementação do CTM traz vários benefícios e tem impactos diretos na economia e na sociedade. O Estado, como proprietário primário, precisa estabelecer um sistema cadastral eficiente para monitorar o mercado fundiário, melhorar o planejamento em áreas urbanas e rurais, promover a inclusão social e garantir a segurança da propriedade. Além disso, proporciona à sociedade um alto nível de qualidade e estabelece um sistema uniforme de informações fundiárias baseado em parcelas.

Para o desenvolvimento de um CTM bem-sucedido é necessário seguir algumas diretrizes fundamentais, como a definição de normas e especificações técnicas e meios para aplicá-las, mecanismos para relacionar informações territoriais aos seus componentes básicos, uma estrutura sólida de nível municipal (onde ocorrerá o seu desenvolvimento e manutenção), com apoio dos governos Estadual e Federal, e profissionais qualificados, por meio de incentivo à pesquisa e educação (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1980).

Um CTM deve ser bem planejado e estruturado para registrar, armazenar e fornecer informações não apenas sobre posse e avaliação da terra, mas também sobre uma variedade de informações relacionadas às parcelas. Ele deve ser multifinalitário, abrangendo dados e informações de diversas fontes e oferecendo serviços e produtos para múltiplas finalidades e usuários. Sua concepção deve ser baseada em uma estrutura espacial precisa, com uma base cartográfica em escala grande e sobreposição cadastral vinculada a registros legais de limites de propriedade.

É fundamental ressaltar sua importância para a administração pública, pois ele fornece um fluxo de dados estruturado para a atualização de mapas e estatísticas, o que se torna uma forma eficiente de planejar a utilização de recursos públicos, que são extremamente escassos.

## **2.5 Sistema de Informação Territorial**

O SIT pode ser definido como a tecnologia SIG aplicada ao CTM, que visa armazenar e consultar informações descritivas e espaciais do território. O cadastro, quando estruturado sobre uma ferramenta de SIG, é chamado de SIT (PAIXÃO; NICHOLS; CARNEIRO, 2012). A relação entre o SIT e o cadastro é intrínseca, sendo necessário harmonizar as informações territoriais em ambos os sistemas para apoiar projetos de ordenamento e gestão territorial (NICHOLS, 2012).

O SIT é um sistema de gerenciamento de cadastros municipais voltado para arrecadação imobiliária, fiscalização e gerenciamento do espaço urbano. Foi criado com o intuito de agregar e atender, em uma única base de dados georreferenciada, as necessidades e especificidades do cadastro municipal. Isso está presente tanto na antiga Portaria nº 511 (Brasil, 2009), quanto na atual Portaria n.º 3.242 (Brasil, 2022), que define as diretrizes para o CTM. Ele fornece uma base ampla de aplicações ambientais temáticas dentro de um determinado contexto geográfico. Os dados básicos geralmente descrevem as propriedades e características inerentes e imediatas da terra, que podem ser combinadas com outros recursos, como imagens de satélite, informações cadastrais e observações e projeções climáticas. O sistema se baseia em uma variedade de capacidades técnicas de modelagem e geoprocessamento. Os resultados permitem tomar decisões respaldadas em conhecimento e implementar planos eficazes (HALLETT; CAIRD, 2017, tradução nossa).

### **2.5.1 Estruturação do Sistema de Informação Territorial**

Conforme Nubiato (2019), um SIT é composto por módulos que permitem atender diferentes usuários e especializar áreas de operação, tornando-se compatível com os requisitos de um CTM associado aos registros de imóveis. Sua utilização na gestão municipal pode auxiliar no controle e ordenamento do espaço territorial. No entanto, o desenvolvimento do sistema envolve custos elevados e requer ações contínuas para garantir sua sustentabilidade. Além disso, com o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação, esses projetos estão em constante evolução para garantir a segurança e a auditabilidade dos sistemas.

No processo de implantação são realizadas etapas como planejamento, levantamento de requisitos, análise e desenvolvimento, implantação, transferência de tecnologia, manutenção e suporte. Essas etapas seguem metodologias tradicionais de projeto de

soluções de sistemas de geoinformação. Na administração pública, um SIT pode ser adquirido por meio de licitação para contratação de bens e serviços de informática, utilizando a modalidade de licitação técnica e preço conforme estabelecido na Lei 8.666/1993 (BRASIL, 1993).

Uma das principais dificuldades enfrentadas pelas prefeituras em relação ao seu desenvolvimento é o alto custo envolvido nas etapas de implantação e manutenção. Isso abrange a necessidade de treinamento de uma equipe interdisciplinar, coleta contínua de dados em campo, aquisição de dados espaciais e o desenvolvimento ou aquisição do sistema de gerenciamento.

Em virtude da falta de recursos em muitos municípios brasileiros para a realização do mapeamento territorial, muitas prefeituras encontram dificuldades em custeá-lo. Entretanto, é importante ressaltar que os benefícios desse sistema são consideráveis e ultrapassam os custos envolvidos, como a melhoria na arrecadação das taxas e impostos imobiliários, que se tornam uma receita importante para as administrações municipais.

### **2.5.2 Modelo de Domínio para Administração Territorial**

Para aprimorar o cadastro e implementar uma linguagem comum de termos cadastrais entre os países, a ISO criou a ISO 19.152 - LADM ou Modelo de Domínio para Administração Territorial (ISO, 2012).

Apresentado pela FIG e adotado desde 2012 pela ISO, o LADM propõe um modelo padrão para entendimentos comuns dos sistemas de administração da terra. O modelo é um padrão descritivo e não prescritivo e longe de sugerir a substituição dos sistemas já existentes. Ele busca fornecer uma linguagem formal para descrições e melhor compreensão das semelhanças e diferenças entre os sistemas existentes.

O LADM pode ser implementado por uma ou mais organizações gestoras, operando em níveis local, regional ou nacional. Isso destaca sua relevância, pois diferentes organizações têm responsabilidades próprias na manutenção e fornecimento de dados, mas podem se comunicar com base em processos padronizados de atualização administrativa e técnica. O LADM define princípios básicos relacionados à unidade espacial, como a parcela cadastral, que é vínculo elementar para a garantia dos direitos, restrições sobre a propriedade, o controle do uso da terra e a conexão com outras aplicações relacionadas ao território nos SITs. O foco está na administração territorial e nos Direitos, Responsabilidades e Restrições que regulam as

relações entre propriedades imobiliárias e seus componentes geométricos (geoespaciais) (SCARASSATI et al., 2014).

Para Lemmen, Oosterom e Bennett (2015), o padrão de referência do LADM visa estabelecer um amplo compartilhamento que permite a comunicação entre as pessoas envolvidas (gestores de informação, profissionais e pesquisadores) em um país e entre diferentes países, além de incentivos ao aperfeiçoamento e desenvolvimento de sistemas para administração da terra, cuja abordagem oferece mudanças automáticas para implementação e acréscimo de detalhes locais ao modelo primário e maior facilidade no intercâmbio de dados cadastrais.

O intercâmbio pode ocorrer entre cadastros e registros territoriais de municípios ou entre estados ou até mesmo entre países, além de apoiar a gestão dos dados de qualidade na administração da terra. Esses padrões contribuem para impedir distorções e incongruências entre dados arquivados por diferentes instituições e evitando, assim, dados em duplicidade. Além disso, durante a concepção do modelo, foram feitas algumas considerações, tais como: basear-se no quadro conceitual de "Cadastro 2014" da FIG e ser tão simples quanto possível, a fim de ser útil na prática. Os aspectos geográficos seguem o modelo conceitual ISO/TC 211 - 2012 (FREDERICO; CARNEIRO, 2014).

### **2.5.2.1 Conformidade do LADM com o cadastro no Brasil**

Diversos estudos demonstraram a notável flexibilidade do LADM em relação aos diferentes aspectos do cadastro brasileiro. Santos (2012) concluiu que a adoção do LADM no Brasil é tecnicamente viável, mesmo diante da ausência de uma legislação nacional específica, e destacou sua compatibilidade com o cadastro urbano brasileiro, incluindo aspectos geométricos, topológicos e legais.

Paixão et al. (2015), destacam que ao modelarem o LADM para o cadastro de terras indígenas no Brasil, enfatizaram a importância da estrutura conceitual na busca por um consenso na administração da terra, contribuindo significativamente para a redução de conflitos legais e de representação.

Marra (2017) utilizou as classes do LADM para indicar as etapas de reconhecimento do território quilombola a partir de documentos de regularização. Ou seja, o LADM serviu como uma base metodológica para mapear e documentar os direitos de posse e propriedade nesses territórios, permitindo uma representação clara e consistente das

informações, facilitando a sua compreensão e gestão.

Outros estudos também revelaram resultados promissores ao utilizar o LADM em contextos específicos. Costa (2016) demonstrou a viabilidade do modelo para a representação tridimensional de edifícios nas grandes cidades, enquanto Silva (2017) desenvolveu um modelo de cadastro das redes de abastecimento de água, alcançando sucesso na transição do banco de dados existente para o formato estabelecido pela norma ISO 19.152/12.

O LADM tem se destacado como referência na área de gestão territorial em escala global. Sua utilização como modelo padronizado nos sistemas cadastrais municipais do Brasil e na estruturação do módulo integrador de Cadastros Territoriais do SINTER oferece amplas possibilidades de comunicação entre os sistemas cadastrais e as partes interessadas, estabelecendo padrões de informação compartilháveis em todo o território nacional (SOUZA; COSTA; OLIVEIRA, 2020). Ademais, ao se apropriar da flexibilidade do LADM e sua terminologia comum, o país pode alcançar maior efetividade em seus sistemas de cadastro, fortalecendo a administração da terra e facilitando o acesso a informações confiáveis e precisas.

### **2.5.3 Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais**

Com problemas históricos para desenvolver e estruturar o cadastro territorial, a plataforma SINTER surge como uma ferramenta para gerir e organizar o sistema cadastral nacional e a administração territorial do país, foi desenvolvido a partir das recomendações internacionais da FIG, diretrizes do CTM do Ministério das Cidades (Brasil, 2009), CONCAR e da classe registral imobiliária brasileira.

Nos últimos anos, especialmente após a promulgação da Lei 10.267/2001, o Brasil tem se engajado em debates e iniciativas para aprimorar o seu sistema cadastral, alinhando-se com tendências internacionais e diretrizes da FIG para a estruturação de sistemas cadastrais. Esses esforços visam buscar soluções que permitam o aperfeiçoamento contínuo do sistema cadastral nacional (SANTOS e SILVA et al., 2021, p. 686).

Entre as iniciativas supracitadas cabe destacar as Portarias Ministeriais nº 511 de 2009 e n.º 3.242 de 2022 (Diretrizes para a criação, a instituição e a atualização do CTM), a ABNT NBR 17.047 (Levantamento cadastral territorial para registro público - Procedimento), o Projeto de Lei nº 3876/15 (Diretrizes para o CTM e para o mapeamento cadastral urbano), o Decreto Federal nº 8.764/2016 que instituiu o SINTER e o Decreto nº 11.208/2022 que dispõe sobre o SINTER e CIB, além de regular o compartilhamento de dados relativos à bens imóveis.

Coordenado pela RFB, o sistema integrará cadastros temáticos, urbanos e rural, além de informações sobre terras devolutas em uma única plataforma. O imóvel urbano no SINTER deverá, preferencialmente, estar delimitado e georreferenciado, similar ao cadastro rural, cumprindo assim o princípio da especialidade registral, na medida que há a previsão da integração entre o cadastro territorial e o registro de imóveis (SANTOS e SILVA et al., 2021).

Cada imóvel terá um identificador unívoco em âmbito nacional, denominado CIB, o qual só poderá ser emitido com a localização georreferenciada (RFB, 2021, online). Assim, será válido para todo território nacional para cada imóvel que for georreferenciado. Ainda de acordo com RFB, o objetivo é criar um inventário de imóveis com sua localização geográfica (referenciada ao SGB). Esse cadastro será composto por informações cadastrais sobre as parcelas urbanas e rurais inscritos nos cadastros municipais e no CNIR.

O código CIB é composto por sete caracteres alfanuméricos, seguidos de um dígito verificador, seguindo a estrutura "AAAAAAA-D". No entanto, esse formato não possui nenhum significado e não atende aos critérios internacionais de referência para a localização, simplicidade, economia e acessibilidade, conforme discutido no Capítulo 6, que apresenta a proposta de codificação da parcela urbana no Brasil.

O SINTER será responsável por consolidar todas as informações referentes à valoração de imóveis, incluindo dados para calcular o Índice de Preços de Imóveis. Além disso, o sistema processará informações estatísticas, conjunturais e estruturais sobre os mercados mobiliário e imobiliário, bem como dados relacionados às garantias em operações de crédito. Essas informações serão tratadas pelo SINTER com base nos dados fornecidos pelos serviços de registros públicos, conforme estabelecido no artigo 9º do decreto nº 11.208/2022.

Tudo indica que o SINTER se torne um instrumento importante para organização do sistema cadastral nacional, principalmente devido à sua capacidade de impor requisitos obrigatórios aos municípios para integrarem suas informações cadastrais. Essa abordagem torna o SINTER uma ferramenta poderosa para promover a uniformidade e a eficiência na gestão do cadastro territorial urbano em todo o país.

### **2.5.3.1 O SINTER como ferramenta de transparência e abrangência nacional**

O planejamento urbano e territorial é fundamental para promover um crescimento econômico sustentável e inclusivo, garantindo oportunidades econômicas, regulamentação dos mercados de terra e habitação e a oferta adequada de infraestrutura e serviços básicos.

Santos e Silva et al. (2021) destacam que, historicamente, o desenvolvimento do cadastro urbano no Brasil não ocorreu de forma articulada, mesmo com a compreensão da importância dos sistemas cadastrais tributários e multifinalitário estabelecidos com base na função social da propriedade e diretrizes urbanas do Estatuto da Cidade como instrumentos de apoio à gestão pública.

Um dos maiores desafios da governança fundiária no Brasil é a integração dos dados gerados por diversos órgãos e entidades políticas, que muitas vezes apresentam informações não uniformes e até contraditórias entre si. O SINTER representa uma conquista recente na evolução e integração dos cadastros, com o potencial de melhorar a gestão fundiária do país. No entanto, sua implementação ainda está em estágio inicial, dificultando a análise concreta de seus impactos.

Souza, Costa e Oliveira (2020) explicam que a falta de integração e variedade de registros em todo o território brasileiro podem gerar obstáculos para a efetividade do SINTER, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Para garantir resultados confiáveis, é essencial que o sistema mantenha seu caráter multifuncional, abrangendo dados físico-territoriais, temáticos e do Registro de Imóveis. Caso contrário, as ações baseadas nos dados imprecisos podem resultar em má utilização de recursos públicos. Assim, a análise cuidadosa dos métodos aplicados nos levantamentos cadastrais brasileiros é fundamental quando o SINTER estiver em pleno funcionamento. Espera-se que o SINTER funcione como um banco de dados de gestão do território nacional, utilizado por diversos órgãos de diferentes esferas de governo, integrando informações fundiárias e territoriais. Quando em plena operação, acredita-se que o SINTER promoverá avanços na gestão urbana, no combate à corrupção e na segurança jurídica para os cidadãos (SOUZA; COSTA; OLIVEIRA, 2020).

Reydon, Bueno e Siqueira (2017) ressaltam que o SINTER permitirá consultas ao banco de dados da RFB e de outros órgãos da Administração Pública e Poder Judiciário, possibilitando verificar automaticamente sobreposições de áreas e alertar sobre possíveis irregularidades. Isso ajudará na governança fundiária do país e trará mais transparência às informações fundiárias, dificultando fraudes como lavagem de dinheiro e grilagem de terras (SOUZA; COSTA; OLIVEIRA, 2020).

Recentemente, em 2022, concluiu-se a etapa III do projeto piloto do SINTER, cadastrando 3 milhões de imóveis em três grandes cidades: Belo Horizonte - MG, Campinas - SP e Fortaleza - CE. Para o ano de 2023, a Receita Federal do Brasil planeja cadastrar 60 novas cidades, incluindo 25 capitais, 27 cidades com mais de 500 mil habitantes e 8 cidades de fronteira, totalizando 32 milhões de imóveis. Os municípios poderão integrar-se ao SINTER

mediante convênio, estabelecendo objetivos de interesse comum, o qual será publicado no Diário Oficial da União.

Uma governança fundiária eficiente e moderna é essencial para o desenvolvimento sustentável do país, garantindo direitos de propriedade seguros e instituições de registro de terras eficazes. Isso requer uma gestão fundiária baseada em eficiência, responsabilidade e transparência.

Essas e outras considerações relacionadas ao SINTER são abordadas no artigo intitulado "O Potencial do Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER) como Ferramenta de Transparência e Integração de Cadastros", publicado na Revista Brasileira de Cartografia<sup>4</sup>.

As discussões apresentadas no artigo mencionado decorrem do estudo conduzido por esta autora como parte do desenvolvimento da presente tese. O objetivo dessa pesquisa foi proporcionar contribuições significativas para o conhecimento científico e acadêmico no campo específico abordado.

## **2.6 Resumo e discussão sobre o capítulo**

O estado da arte no campo do Cadastro Territorial apresenta a necessidade de compreender a história cadastral remonta a civilizações antigas como o Egito, a Mesopotâmia, a China, a Grécia e Roma, onde os cadastros eram utilizados para administrar a relação do homem com a terra, planejar o território e tributar propriedades.

Assim, o cadastro evoluiu ao longo do tempo com contribuições significativas, como os mapas geográficos da Babilônia, os registros de propriedade no Egito antigo, os escritos de posse de terra na China e a estruturação do cadastro por Napoleão Bonaparte na França, onde se destacou como precursor dos sistemas atuais, com a implementação de mapas e registros.

Houve, ao longo do tempo, mudanças nos sistemas cadastrais em todo o mundo, adaptando-se aos desafios atuais. Os diferentes tipos de cadastro são prova disso e isso inclui o cadastro físico territorial urbano, que descreve a posição, forma, dimensões e área das parcelas de terra, que fornece informações sobre a ocupação e distribuição espacial das áreas urbanas; o cadastro fiscal urbano, que é utilizado para lançamento de impostos e taxas municipais, mas muitas vezes é subutilizado, não sendo reconhecido em sua totalidade como instrumento de

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/50087>>.

gestão municipal; o cadastro legal, que apoia o sistema jurídico e é baseado em registros de títulos, fundamentado no direito à propriedade e é administrado por cartórios de registros de imóveis; o CTM, que busca integrar os diferentes cadastros temáticos, como dados sociais, ambientais e de infraestrutura, em uma base de dados territorial comum; e o cadastro rural, que foi criado para identificar terras passíveis de desapropriação para reforma agrária, além de auxiliar na tributação de terras agrícolas.

O conceito contemporâneo de cadastro envolve um sistema oficial completo e atualizado de porções de terra, contendo informações sobre parcelas, propriedades, direitos, usos e valorizações, não devendo ser confundido com o RI, que atende apenas aos direitos relativos à propriedade privada.

Ao longo deste capítulo foi enfatizado a importância do cadastro como ferramenta fundamental para a gestão do território, ressaltando sua relevância para o planejamento urbano, a arrecadação de tributos, a regularização fundiária e a transparência na gestão pública. Além disso, foi evidenciado que a implementação e aprimoramento dos cadastros territoriais no Brasil ainda enfrentam desafios, tais como a falta de recursos financeiros, a escassez de profissionais qualificados e a diversidade de sistemas cadastrais. No entanto, as diretrizes e normas internacionais, como o LADM e as recomendações da FIG, têm proporcionado avanços na padronização e na integração dos cadastros.

Também foi possível distinguir a importância do SIT e do LADM na gestão e organização do cadastro territorial. O SIT é uma ferramenta que utiliza o SIG para armazenar e consultar informações espaciais do território, enquanto o LADM propõe um modelo padronizado para a administração da terra, facilitando a comunicação entre diferentes organizações e promovendo a harmonização das informações territoriais. Alguns estudos também demonstraram a viabilidade e compatibilidade do LADM com o cadastro no Brasil, abrangendo desde o cadastro urbano até terras indígenas, redes de abastecimento de água e direitos de posse e propriedade.

A implantação, o desenvolvimento e a manutenção do SIT apresentam desafios devido aos altos custos envolvidos, como treinamento de equipe, coleta de dados e desenvolvimento do sistema, o que representa um desafio para muitas prefeituras municipais. Entretanto, os benefícios incluem melhoria na arrecadação de impostos e taxas imobiliárias, o que é importante para as administrações municipais.

O SINTER, neste capítulo, foi destacado como uma ferramenta promissora para a organização e gestão do sistema cadastral nacional, visando integrar os cadastros temáticos, urbanos e rurais em uma única plataforma, com potencial para melhorar a governança fundiária.

No entanto, existem desafios a serem superados, como a falta de integração dos registros em todo o território nacional, a diversidade de sistemas cadastrais e a necessidade de garantir a exatidão e confiabilidade dos dados e sua efetividade dependerá da integração de dados confiáveis e da participação de diferentes órgãos e esferas governamentais. O projeto piloto já foi concluído em três grandes cidades e está prevista a expansão para mais cidades em 2023. A implementação efetiva do SINTER pode trazer avanços significativos para a gestão urbana e territorial, auxiliando no planejamento, combate à corrupção, transparência das informações fundiárias, agilização de processos, segurança jurídica, prevenção de fraudes e redução de conflitos legais. Como perspectiva futura, espera-se que o SINTER seja ampliado para abranger mais cidades e imóveis em todo o país, integrando as informações cadastrais. Uma governança fundiária eficiente e moderna é essencial para o desenvolvimento sustentável do Brasil, garantindo direitos de propriedade e instituições de registro de terras eficazes. Sua implementação pode contribuir para alcançar esses objetivos e promover uma gestão territorial mais eficiente e transparente.

É importante reconhecer a importância do cadastro territorial para a gestão e desenvolvimento do território. É necessário investir na modernização e atualização, promoção da integração entre os diferentes sistemas e utilizar as tecnologias disponíveis para melhorar a eficiência e a confiabilidade dos cadastros.

Portanto, um apelo à ação é necessário para que sejam destinados recursos financeiros e capacitação adequada para a implementação e atualização dos cadastros territoriais. É preciso também promover a conscientização sobre a importância do cadastro e sua integração com outras políticas e instrumentos de gestão do território. A melhoria do cadastro territorial é essencial para o desenvolvimento sustentável das cidades, contribuindo para a promoção da regularização fundiária, a transparência, a eficiência na gestão fundiária e a segurança jurídica.

### **3 DESAFIOS E BOAS PRÁTICAS NA IMPLANTAÇÃO DO CADASTRO URBANO: EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS BRASILEIRAS E UMA PERSPECTIVA INTERNACIONAL**

#### **3.1 Introdução**

O uso do cadastro territorial é ainda falho na maioria dos países da América Latina. Amorim, Victorino e Malaman (2011) destacaram que vários países, e entre eles o Brasil, vinham discutindo aspectos do cadastro deixando, entretanto, de abordar a multidisciplinaridade, premissa fundamental para o estabelecimento de um CTM e importante ponto para sua utilização no planejamento, controle e tomada de decisões.

Benatti (2018, p. 38) esclarece que na América Latina, o cadastro “assumiu quase as mesmas funções no decorrer destes últimos dois séculos e, de modo geral, não houve uma preocupação de implementá-lo e fazer uso de todas as suas funcionalidades [...]” e que, apesar de avanços significativos a partir dos anos 1970, com a “instauração de políticas de reforma agrária, regularização fundiária ou de colocar mais terra no mercado formal”, seu uso segue como tributário, principalmente e de forma precária, como instrumento jurídico na maioria dos países da região (BENATTI, 2018, p. 51).

Um cadastro territorial urbano é implementado em várias etapas, gerando a cartografia cadastral do município com base na RRCM referenciada ao SGB. A determinação de uma chave de acesso (um código identificador único proposto no Capítulo 6) é fundamental para a integração do cadastro físico territorial com outros cadastros temáticos (BRASIL, 2022).

O Brasil enfrenta desafios na implementação de cadastros urbanos, incluindo a escassez de recursos financeiros e de pessoal técnico capacitado, além da sua grande extensão territorial. A relação entre custo e território não é linear e varia de acordo com o número de parcelas, sendo que na zona rural a concentração fundiária limita o número de parcelas, enquanto na área urbana o número de domicílios está correlacionado com o número de famílias.

De acordo com a Receita Federal do Brasil (RFB), apenas 1.159 (21%) municípios brasileiros tem o cadastro territorial georreferenciado e informatizado, 1.111 (20%) municípios não têm cadastro de imóveis e 3.300 (59%) têm o cadastro informatizado sem georreferenciamento (BRASIL, 2022).

“A ausência de cadastros territoriais e mapeamentos confiáveis é uma das características de grande parte dos municípios brasileiros. Essa realidade tornou-se mais evidente com a necessidade de aprovação dos planos diretores participativos e pela perspectiva de implementação dos instrumentos urbanísticos previstos no Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001). Com base nestes desafios e com o objetivo de capacitar os técnicos e gestores municipais para a implementação da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, o Ministério das Cidades criou, em 2003, o Programa Nacional de Capacitação das Cidades (PNCC) (BRASIL, 2010, on-line)”.

Na maioria dos municípios brasileiros, os registros de imóveis apresentam informações desatualizadas e não estão vinculados ao SGB. Em alguns casos, a ausência de uma base cartográfica municipal resulta em falta de compatibilidade entre os limites reais e legais do terreno. Isso compromete a precisão na descrição geométrica dos imóveis, dificulta a integração entre o registro e o cadastro e, não menos importante, não há recursos financeiros previstos para a implantação ou atualização cadastral.

Essa falta de recursos decorre da baixa arrecadação municipal. Entre as principais fontes de receita direta dos municípios, como IPTU e ITBI, impostos sobre propriedade somados ao ITR não representam mais do que 0,6% do PIB. Isso gera uma considerável dependência dos repasses da União para a sustentabilidade financeira dos municípios, uma vez que a grande maioria não consegue se manter com os recursos arrecadados localmente (REZENDE, 2017).

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais (IBGE, 2020), revelou que em 3.709 municípios (67,9% do total de respondentes), as prefeituras relataram a existência de loteamentos irregulares e/ou clandestinos. Além disso, em 1.049 municípios (19,2%) foram identificadas favelas, mocambos, palafitas ou áreas semelhantes; em 865 municípios (15,8%) havia cortiços ou casas de cômodos; em 859 municípios (15,7%) ocorriam ocupações de terrenos ou prédios por movimentos de moradia (IBGE, 2020, p. 24). Essa realidade destaca a complexidade e os desafios enfrentados pelos municípios brasileiros em relação à regularização fundiária e ao planejamento territorial.

Para auxiliar na solução desse problema, os municípios devem estimular o desenvolvimento do cadastro territorial urbano, o que resultará em aumento de arrecadação de IPTU e ITBI e promoção da eficiência em outros setores da administração pública. Pode-se afirmar que a interação entre as camadas espaciais ultrapassa os benefícios e vantagens que a ferramenta traz em termos fiscais e redução de custos e por estas razões, implantar e tornar o cadastro uma das principais providências em sua gestão deveria ser uma das primeiras ações de todo o gestor público.

## 3.2 A experiência com o CTM em municípios brasileiros

### 3.2.1 Belém - PA

A capital Belém-PA está entre os municípios brasileiros com exemplo de estruturação e implantação de uma proposta de CTM e referência brasileira para a modernização do poder público municipal.

Para melhorar a gestão territorial, a Prefeitura Municipal de Belém, em 2014, decidiu elaborar o CTM por meio de uma concorrência pública, uma vez que o cadastro existente estava defasado e apresentava muitas inconsistências desde sua elaboração, em 1998. O órgão responsável, a Companhia de Desenvolvimento e Administração da área Metropolitana de Belém (CODEM) contratou os serviços do Consórcio Aerocarta S.A. Engenharia de Aerolevantamentos/Base Aerofotogrametria e Projetos S/A para elaboração da base cartográfica, cadastro e de planta de valores genéricos da área urbana e de expansão urbana do município. Em 2021 foi lançado o programa “Recadastramento Imobiliário Incentivado”, que visa manter atualizados os dados cadastrais dos imóveis para o desenvolvimento de políticas públicas. O contribuinte que atualizar esses dados recebe benefícios para o pagamento do IPTU (PREFEITURA DE BELÉM, 2021, 2022).

A curto prazo, um dos objetivos da produção era o aperfeiçoamento da cobrança de impostos e da fiscalização urbanística de Belém. Como justificativa, apresentava-se a precariedade na arrecadação da receita. Após perceber o potencial do CTM a médio e longo prazo, a administração passou a utilizá-lo para ancorar o planejamento e gestão urbana do município e não apenas na questão fiscal e tributária. Após participação de técnicos municipais da Secretaria de Finanças de Belém no Congresso GIS Brasil, realizado em Curitiba, e no Congresso Brasileiro de Cartografia, no Rio de Janeiro, em 2000, o modelo atual de cadastro do município começou a ser planejado com a proposta de atender a toda a administração pública e não apenas arrecadar tributos (ARAÚJO, 2014).

Devido ao crescimento da cidade, a prefeitura realizou em 2014, após um período de 16 anos, o recadastramento imobiliário para atualização das informações de imóveis e proprietários. A última etapa contou com um levantamento aerofotogramétrico, além do cadastro físico territorial, utilizando métodos terrestres de medição e do Sistema de Mapeamento Móvel Terrestre para o levantamento de fachadas. Na atualização foram identificadas alterações não incluídas no cadastro anterior e muitas divergências no banco de

dados em relação aos lotes anteriormente cadastrados, como não construídos e que a partir do recadastramento mostravam algum tipo de construção e, por último, foram identificados lotes sem planta quadra não inseridos nas bases de dados.

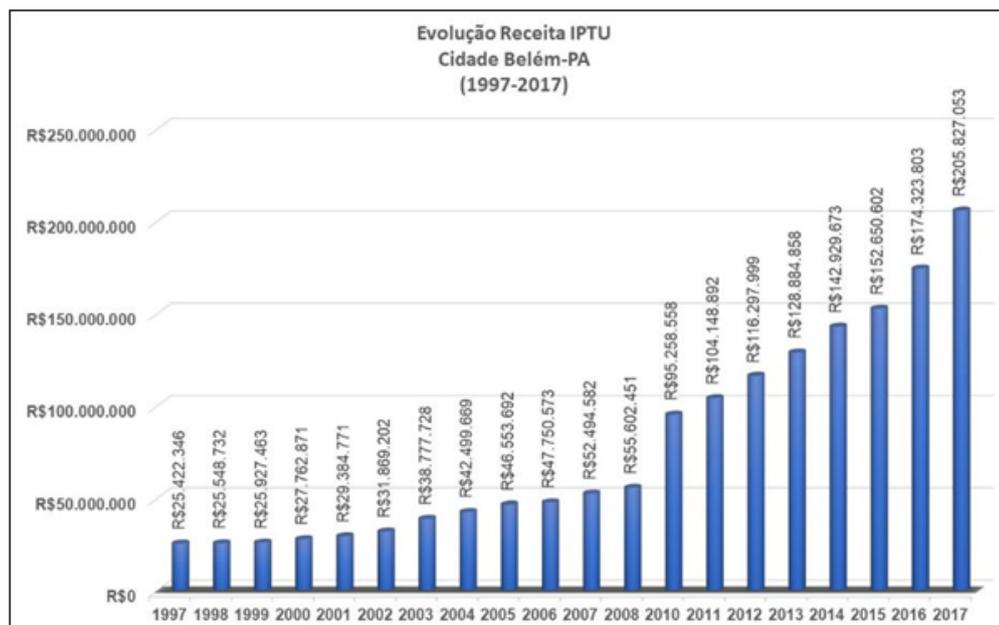
A atualização permitiu que a Prefeitura aprimorasse o planejamento dos serviços urbanos e de infraestrutura em áreas como: transporte, defesa civil, obras, saneamento, meio ambiente, segurança pública, saúde e educação. Além de utilizar as informações para fins de regularização fundiária.

Entre os desafios a serem enfrentados estão o redesenho de processos, a estruturação e a capacitação dos órgãos e entidades da administração para a utilização dos dados, o planejamento da manutenção e atualização do cadastro, a harmonização dos padrões de gestão, a integração com os diversos agentes públicos, a definição de estratégias para atualização sistemática e o desenvolvimento de uma solução efetiva do SIT municipal (PREFEITURA DE BELÉM, 2018).

Segundo dados do IPEA (2020), o volume de arrecadação do IPTU do município apresentou crescimento significativo entre 2010 e 2017 (Figura 1 - Evolução do recebimento de IPTU da Prefeitura de Belém). Em 2019, Belém se encontrava na 16ª posição entre as capitais brasileiras em arrecadação de IPTU.

A prefeitura destaca que esses valores ainda podem melhorar, pois há um índice de inadimplência elevado (em torno de 48%) e um número alto de isenções e de concessões especiais. Por exemplo, imóveis com valor venal de até R\$ 59.929,16 ficam isentos não só de IPTU, mas das taxas de limpeza pública e urbanismo.

Figura 1 - Evolução do recebimento de IPTU da Prefeitura de Belém



Fonte: Adaptada da Prefeitura de Belém (2020)

Ressalte-se que Belém estabeleceu como sistema de projeção o Local Transverso de Mercator (LTM) com meridianos afastados de 1°, com a preocupação de evitar as deformações do Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM). No entanto, a adoção do Sistema Topográfico Local (STL) seria mais adequada para a cidade.

A Prefeitura Municipal de Belém pretende realizar uma nova atualização por meio de um convênio com a Universidade Federal do Pará. A proposta foi apresentada aos gestores municipais por professores da Faculdade de Geografia e Cartografia e do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, que já realizaram “um levantamento prévio e agora estão em processo de diagnóstico mais completo” (PREFEITURA DE BELÉM, 2021).

### 3.2.2 Campinas - SP

Outro exemplo de implantação do cadastro territorial a ser citado é o da cidade de Campinas-SP (é uma das cidades que faz parte do projeto piloto do SINTER). O processo, iniciado em 2007, teve suas etapas discutidas desde o mapeamento até a identificação dos processos de trabalho pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (SEPLAN), mas efetivamente, os dados cadastrais só foram organizados em 2010. O trabalho incluiu digitação e digitalização das informações da secretaria como fichas de propriedade, habite-se,

patrimônio e mapas (ROCCO, 2017)<sup>5</sup>.

Em 2014, a prefeitura contratou o Consórcio Aerocamp (Aerocarta/Base/Esteio) por meio de concorrência pública, e pôde modernizar com este serviço sua base cartográfica para todo o município. O objetivo era a atualização dos dados do cadastro imobiliário (a base anterior era de 1982) e, para isso, foram captadas imagens aéreas por levantamento aerofotogramétrico e realizadas por meio do Sistema de Mapeamento Móvel Terrestre, fotos frontais da fachada de todos os imóveis.

“Campinas é uma das poucas cidades do país a ter a base cartográfica digital atualizada, com imagens de alta resolução da área urbana e também da área rural na escala 1:1000”. Com isso, pôde-se identificar as divergências de área construída e uso do imóvel. Além disso, dados geoespaciais e as informações levantadas possibilitaram elaborar intervenção no sistema viário (adequação geométrica), estudo para implantação de corredores de tráfego, indicação precisa da localização de vegetação, recursos hídricos, planícies de inundação e as respectivas diretrizes ambientais. A partir desses dados, foi possível desenvolver um SIG, composto por aproximadamente 350 camadas com informações diferentes, utilizando software livre, com o objetivo de colaborar com as análises espaciais e confrontação de bancos de dados (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2015, online)”.

Em 2019, o município disponibilizou uma nova plataforma de informações para o cidadão, denominada Metadados, que consiste num banco de dados geoespaciais, com aproximadamente 70 itens: áreas verdes, bens tombados, anexos do Plano Diretor Estratégico e o perímetro urbano. O acesso às informações pode ser realizado por qualquer cidadão, desde que este tenha acesso a um software que permita o processamento de dados georreferenciados. A plataforma utiliza arquivos Shape file - extensão de arquivos que podem ser baixados para processar e cruzar as informações de SIG.

### **3.2.3 Fortaleza - CE**

A cidade de Fortaleza, no Ceará, que também faz parte do projeto-piloto do SINTER, ocupa a quinta posição entre as maiores capitais do Brasil em população, conforme dados do censo de 2010 e projeções atuais do IBGE. Assim, com o impacto da expansão populacional, o cadastro territorial do município precisava cumprir o papel de agregar dados alfanuméricos e geográficos, disponibilizando informações para o planejamento das ações públicas e privadas.

O cadastro imobiliário de Fortaleza foi implantado na década de 70, inicialmente

---

<sup>5</sup> Informação verbal.

concebido para gerenciar informações do Cadastro Imobiliário Municipal e fornecer dados relevantes para a tributação de propriedades. Até 2007, a cidade não possuía uma base cartográfica georreferenciada. Para fortalecer o cadastro, foi implementado o Plano Diretor de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Fortaleza (PDGeo) no mesmo ano, para implantar o CTM e integrar o geoprocessamento às atividades dos setores da prefeitura. Esse processo validou o marco legal da implementação do Sistema de Informações Municipais, conforme descrito no Plano Diretor Participativo de Fortaleza, nos artigos 303 e 304 (ARAÚJO, 2018).

Ainda segundo Araújo (2018), o projeto de georreferenciamento das parcelas territoriais e a estruturação do SIT de Fortaleza foi pensado a partir das orientações do PDGeo e implantado em 2013, foi desenvolvido em plataforma de código aberto e passou a atender uma maior parte da administração municipal. Em 2016, realizou-se a atualização cadastral a partir de um novo voo aerofotogramétrico, onde foram produzidos:

“Levantamento e atualização de restituição aerofotogramétrica, reambulação cartográfica, geração de ortofotocartas digitais, levantamento por perfilamento a laser, fotos de fachada georreferenciada, sistema de visualização do banco de dados de imagens integrado ao sistema de cadastro (SITFor); implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal; capacitação e repasse de tecnologia (Gimenes *et al.*, 2020)”.

O Quadro 3, mostra a evolução dos imóveis tributados e o IPTU entre os anos de 2016 a 2020, tendo uma estimativa de 75% da base cartográfica do município atualizada.

Quadro 3 - Imóveis tributados e IPTU lançado entre 2016 e 2020

Ano	Imóveis Tributados	IPTU lançado (R\$)
2016	593.446	558.158.453,21
2017	601.345	610.175.873,10
2018	607.353	664.573.615,61
2019	618.238	704.696.143,43
2020	721.730	733.671.973,73

Fonte: Adaptada de Prefeitura Municipal de Fortaleza (2020)

Conforme a Prefeitura de Fortaleza (2020), em decorrência das últimas atualizações cadastrais, observou-se um incremento anual na arrecadação do IPTU, atingindo cerca de 40 milhões de reais em 2014 e 32 milhões de reais em 2018.

### 3.2.4 Belo Horizonte - MG

Belo Horizonte é outra cidade que participa do projeto-piloto do SINTER. A

prefeitura da cidade desempenhou um papel pioneiro no Brasil ao adotar tecnologias de geoprocessamento no CTM. A utilização dessas tecnologias iniciou-se na década de 90, com ênfase na aplicação das informações para a formulação de políticas públicas prioritárias (OLIVEIRA, 2005).

Conforme Fonseca (2014), a estruturação do cadastro imobiliário para fins tributários teve início no final da década de 1950, mas a sua informatização ocorreu somente a partir de 1984, com a implementação do Sistema de Informações de Registro de Imóveis.

“A partir de 1987, de forma pioneira em relação às demais cidades brasileiras, Belo Horizonte iniciou a estruturação do seu CTM [...]. Em 1990, a prefeitura de Belo Horizonte já contava com um sistema estruturado e passou a trabalhar com os conceitos de lote e imóvel (subdivisão do lote para fins fiscais), desenvolvendo uma base de dados sistematizada que foi georreferenciada em 2005, por um levantamento planimétrico da cidade. Em 2006, os sistemas utilizados para tributação e cadastro de imóveis foram integrados dando origem ao SIATU - Sistema de Administração Tributária e Urbana, que permitiu o cruzamento de dados tributários com informações georreferenciados no nível lote (FONSECA, 2014, p. 19)”.

Conforme a Prefeitura de Belo Horizonte (2021), a responsabilidade de manter e gerir o acervo do cadastro territorial é da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel), que também é responsável pela base cartográfica municipal. Atualmente, o processo encontra-se na 3ª etapa, denominada fase de governança. Os usuários já podem contar com o Portal de Dados Espaciais<sup>6</sup>, parte da IDE da Prefeitura de Belo Horizonte, que visa padronizar de forma centralizada a criação e disponibilização de dados geográficos, conforme Lei de Acesso à Informação (Lei n.º 12.527/2011).

É relevante destacar que os municípios mencionados como exemplos de implementação do CTM no Brasil estabeleceram a base cartográfica municipal apoiada em suas respectivas RRCM, conforme a ABNT 14.166 (2022).

### **3.3 Conjuntura cadastral em outros países**

Como mencionado nesta pesquisa, o cadastro territorial não segue um padrão único global, sendo influenciado pela legislação específica de cada país e adaptado para atender às distintas exigências de suas sociedades., cujas transformações seguem padrões diferenciados. Entretanto, a análise de cadastros em diversos países reitera consistentemente sua função como

---

<sup>6</sup> <https://prefeitura.pbh.gov.br/prodabel/bhgeo>

ferramenta essencial para a análise integrada e precisa das características físicas, sociais e ambientais dos municípios.

A seguir, com base no conjunto de publicações e informações compiladas para essa pesquisa, é apresentada uma síntese sobre a abordagem adotada por alguns países no desenvolvimento e manutenção de seus cadastros territoriais.

### 3.3.1 França

Ao longo da história do cadastro francês, que serviu de inspiração para cadastros em toda a Europa Ocidental, é notável a presença de semelhanças entre os sistemas baseados neste modelo. Vários países, incluindo Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Áustria, Suíça e, é claro, a própria França, investiram em atualizações para seus cadastros, visando garantir uma informação cadastral de longa duração, contínua e sempre atualizada (LOCH; ERBA, 2007).

Na França, o sistema oficial de registro predial é designado como cadastro e é mantido pelo registro predial público, que está sob a responsabilidade da Direção Geral das Finanças Públicas (DGFIP). A DGFIP criou uma base de dados digital cadastral atualizada, denominada *Plan Minute de Conservation*. Os planos de título são chamados *plans cadastraux* (camadas gráficas dos limites das parcelas de terra do território francês) e mostram as parcelas de terra numeradas que correspondem à propriedade dos terrenos. No entanto, esses planos não fornecem detalhes do proprietário ou de todas as parcelas de terra em uma única propriedade. Para obter informações precisas, é necessário ter os números dos gráficos que correspondem ao título, o que pode ser obtido através do envio de um formulário ao Cartório de Registro de Imóveis local, o *Centre des Impôts Fonciers* (FRANÇA, 2020, tradução nossa).

A informatização dos dados cadastrais e hipotecários, da documentação e o desenvolvimento do mapa cadastral trouxeram benefícios significativos para o sistema cadastral francês. A confiabilidade, flexibilidade, economia e produtividade aprimoradas permitiram a oferta de novos serviços e facilitaram o acesso e a utilização das informações por parte dos diversos usuários do sistema (LEPAGE; GOULARD, 2015).

Desde 2019 os registros cadastrais foram abertos ao público, proporcionando acesso online gratuito às informações. Essa abertura permitiu que os indivíduos obtenham detalhes sobre transações imobiliárias realizadas desde 2014, abrangendo vendas de casas, apartamentos, terrenos e outros tipos de edifícios. Os dados disponíveis incluem informações como o preço

de venda, a data da transação, o tamanho do imóvel, o número de quartos, a área do terreno e o número do lote. Essa disponibilidade de informações cada vez mais acessíveis e transparentes é um avanço significativo. Ela possibilita que os indivíduos pesquisem e analisem propriedades, bem como acompanhem as tendências do mercado imobiliário. Além disso, essa transparência beneficia profissionais do setor imobiliário, pesquisadores e outros interessados em entender e analisar o mercado imobiliário francês (FRANÇA, 2020, tradução nossa).

### 3.3.2 Itália

O Cadastro Italiano, um inventário de imóveis no território nacional, foi criado através da constituição de dois subsistemas distintos: o *Catasto Terreni* (Cadastro de Terras), compreendendo a lista de todas as terras agrícolas e o *Catasto Edilizio Urbano* (Cadastro de Edificações Urbanas), constituído de edifícios civis, industriais e comerciais (AGENZIA ENTRATE, 2021, tradução nossa).

No início dos anos 90, a administração cadastral criou novos mapas cadastrais para alguns territórios por meio de levantamentos aerofotogramétricos. A necessidade de se representar um mapa cadastral detalhado (escala 1:1000) de parte do território italiano em transformação nas últimas décadas, surgiu quando foram realizadas as primeiras pesquisas aéreas, o que levou à substituição do mapa original por outro projetado para representar essas áreas, voltadas à época para agricultura, porém, não mais um retrato da vocação hoje dessas terras (SELLERI; PAVESI, 2021, tradução nossa).

O Cadastro de Edificações Urbanas, estabelecido em 1962 na Itália, passou por uma evolução em 1994, quando deu origem ao Cadastro de Edificações. Esse novo cadastro incorporou tanto os imóveis urbanos quanto os rurais, unificando as informações e proporcionando um sistema de informação cadastral mais complexo e abrangente (LIMA et al., 2018).

Essa integração permitiu o desenvolvimento de um sistema de informação cadastral mais completo, capaz de lidar com aspectos jurídicos, econômicos, sociais e cadastrais. Com essa abordagem mais abrangente, o Cadastro de Edificações proporcionou uma gestão integrada e um melhor uso da terra e de seus recursos.

Ao unir as informações dos imóveis urbanos e rurais, o Cadastro de Edificações criou um sistema que fornece uma visão mais completa e precisa da propriedade e do uso da terra em todo o país.

São quatro as bases de dados que integram o sistema cadastral italiano:

“i) o banco de dados cartográfico; ii) o banco de dados do cadastro de terras (alfanumérico); iii) o banco de dados de Cadastro de Edifícios (alfanumérico); iv) o banco de dados de planos de unidades urbanas imobiliárias. [...] os impostos aplicados e seus devidos valores são: Registro de ações 11%, Resíduos Sólidos Urbanos 6%, Impostos sobre Alienação, outros impostos 12%, Imposto Cadastral 18% e Imposto Hipotecário 8%, Propriedade Municipal, Pessoa natural e Imposto de Renda de 18% a 27% (LIMA et al., 2018, p. 12)”.

O objetivo principal do Cadastro Italiano é registrar os bens imóveis no país, acompanhar as alterações e estabelecer as bases para uma tributação justa. A responsabilidade pela administração do cadastro recai sobre a *Agenzia del Territorio*, um órgão público ligado ao Ministério da Economia e Finanças. Ela é responsável por garantir a atualização e a integridade das informações cadastrais, bem como por disponibilizar serviços online para os usuários. Esses serviços podem ser acessados pela internet, permitindo que os cidadãos consultem os dados cadastrais de imóveis de forma conveniente e ágil. Isso facilita o acesso às informações cadastrais e contribui para a transparência e a democratização dos dados (AGENZIA ENTRATE, 2021, tradução nossa).

### 3.3.3 Alemanha

A República Federativa da Alemanha, localizada na Europa, é o país mais populoso da União Europeia. No âmbito das atividades de medição e representação da superfície terrestre, o cadastro é oficialmente inserido no campo conhecido como *Vermessungswesen*<sup>7</sup>. Esse termo, definido pela FIG em um dicionário de termos e definições técnicas utilizado na área de representação e medição no país, engloba todas as organizações, procedimentos e instalações que estão envolvidos na coleta, processamento, análise e representação de levantamentos da superfície terrestre (LIMA et al., 2018).

“Todo o território da Alemanha é completamente coberto pelo cadastro, sem lacunas ou sobreposições. Na Alemanha existe apenas um tipo de cadastro cobrindo todo o território com todos os tipos de proprietários (privados e estaduais) e todos os tipos de uso da terra (urbanos, rurais, florestas etc.) (LIMA, et al., 2018, p. 4)”.

Na Alemanha, assim como na maioria dos países, o cadastro imobiliário foi

---

<sup>7</sup> Atividades de levantamento e representação da superfície terrestre

estruturado principalmente para fins tributários. Com mais de 150 anos de história, o sistema cadastral alemão difere da maioria dos países da União Europeia, pois a responsabilidade pela gestão não é centralizada em um órgão nacional, mas é atribuída a cada estado. Embora cada estado tenha sua legislação relacionada ao cadastro, cartografia e agrimensura, ha uma certa uniformidade entre eles, resultado do trabalho coordenado pelo Comitê das Repartições de Cadastro, Cartografia e Agrimensura dos estados da República Federal da Alemanha. Esse comitê tem a função de coordenar as atividades de levantamento e representação da superfície terrestre em todo o país, visando uma abordagem consistente e harmonizada no âmbito cadastral.

As informações cadastrais de todo o país são administradas pelo "Sistema Oficial de Informações Cadastrais" conhecido como "ALKIS" (*Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem*). O ALKIS é o sistema centralizado responsável pelo armazenamento, atualização e disponibilização das informações cadastrais em toda a Alemanha. Dessa forma, o cadastro é gerenciado de forma descentralizada, com cada estado federado tendo sua própria legislação e estrutura de cadastro. O ALKIS desempenha um papel central na administração das informações cadastrais em nível nacional (FIGUR, 2011).

A estrutura do cadastro é composta por três elementos básicos: a documentação referida ao levantamento cadastral; livro de imóveis que abrange a base de dados alfanumérica; e a carta cadastral. A representação gráfica das identificações, localizações e limites das parcelas territoriais que constituem os imóveis é feita na carta cadastral, conferindo-lhe fé pública no RI (EUROGI, 2003).

De acordo com Hasenack (2013), o cadastro alemão desempenha o papel oficial de documentar e comprovar a localização dos limites das parcelas territoriais que compõem cada imóvel no país, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Seu foco principal é fornecer os dados necessários para identificar e localizar de forma inequívoca cada parcela territorial. No entanto, outros dados relacionados à situação jurídica do imóvel são produzidos por instituições distintas e apenas informados pelo cadastro. Esses dados adicionais são incorporados às bases de dados do cadastro e possibilitam demonstrar a situação jurídica do imóvel. Além disso, o cadastro fornece informações sobre RI específicos para cada parcela, e aponta as restrições administrativas definidas legalmente, como restrições de uso do solo, áreas de proteção ambiental, ou áreas de reordenamento territorial.

“O cadastro é atualizado permanentemente, sempre que houver uma mudança. Por norma, os pedidos cadastrais são executados apenas mediante pedido na Alemanha. Em alguns casos, o escritório de cadastro pode prosseguir sem ser solicitado a fazê-lo, por exemplo, na determinação de mudanças no uso da terra ou no contexto da consolidação da terra. A propriedade pode ser vendida na Alemanha sem pesquisa, desde que apenas parcelas inteiras sejam afetadas (LIMA, et al., 2018, p. 5)”.

O cadastro imobiliário alemão é conhecido por sua estabilidade e confiabilidade. Conforme ressaltado por Lima et al. (2018), o sistema de cadastro é totalmente automatizado, online e acessível, sujeito aos regulamentos legais, para autoridades locais, notários e inspetores licenciados. Em alguns estados, os cidadãos também podem ter acesso ao cadastro nas mesmas condições, desde que autorizados.

### 3.3.4 Suíça

O sistema cadastral suíço é composto por três componentes essenciais: Levantamento Cadastral, Cadastro de Restrições de Direito Público sobre a Propriedade e Registro de Terras. A carta cadastral suíça é composta por oito camadas de informações, disponibilizadas de maneira contínua e em formato digital para descrever cada uma dessas camadas. Ela é resultado de um levantamento cadastral sistemático e é desenvolvida na forma de SIT.

O Levantamento Cadastral na Suíça desempenha um papel fundamental na garantia da posse de propriedades imóveis no país. Esse processo envolve uma colaboração entre o governo federal, cantões<sup>8</sup>, municípios e o setor privado. A supervisão e o gerenciamento estratégico do levantamento cadastral são de responsabilidade da Direção Federal de Inspeção Cadastral.

Os cantões têm a responsabilidade pela gestão operacional do levantamento cadastral em seus respectivos territórios. Eles planejam, orientam e monitoram as atividades relacionadas ao cadastro imobiliário. Além disso, cada cantão estabelece seus próprios padrões e diretrizes para a implementação do cadastro. Nas maiores cidades suíças, existem escritórios de levantamento cadastral dedicados, responsáveis por gerenciar o levantamento em suas respectivas localidades.

Depois de aprovado oficialmente, o levantamento cadastral se torna um documento público. O cadastro é unificado, abrangendo tanto áreas urbanas quanto rurais, e sua menor unidade territorial é a parcela. O objetivo primordial desse cadastro é fornecer uma base sólida para garantir a propriedade fundiária, juntamente com o RI, contribuindo significativamente para cerca de 750 milhões de francos suíços em crédito hipotecário anualmente no país. A

---

<sup>8</sup> Tipo de divisão administrativa de um país. Os cantões são os membros federativos do Estado Federal, mantêm uma larga autonomia, dispõem da soberania em todos os domínios que não são da competência exclusiva da Confederação Suíça e constituem a base para a criação das sete grandes regiões.

atualização cadastral é um processo contínuo, garantindo que os dados estejam sempre atualizados, e é conduzido por medições oficiais que integram o sistema cadastral suíço (SWISS CADASTRAL SYSTEM, 2017, tradução nossa)

O Cadastro de Restrições de Direito Público sobre a Propriedade (*PLR Cadastre*) é o sistema oficial que fornece informações sobre as mais importantes restrições de direito público à propriedade territorial. A ferramenta proporciona fácil acesso a uma variedade de dados confiáveis relacionados à propriedade e informações que podem ser consultadas por meio de portais geográficos cantonais do sistema, com custos compartilhados entre governo federal (despesas operacionais), enquanto as autoridades cantonais arcam com os custos de atualização. Por último, o Registro de Terras, essencial para garantir a propriedade da terra, é o sistema onde os direitos dos proprietários são oficialmente documentados (SUÍÇA, 2017, tradução nossa).

### 3.3.5 Dinamarca

Apesar do objetivo inicial do cadastro da Dinamarca envolver apenas a cobrança de impostos sobre a terra atualmente, o cadastro dinamarquês evoluiu para um instrumento legal que apoia as transações de venda terras de forma eficiente.

O cadastro dinamarquês é a base para todo o registro de terras no país. É constituído por um mapa cadastral de âmbito nacional, um registro oficial e um arquivo cadastral. As atualizações são realizadas digitalmente todos os dias e o governo federal, por meio da *Danish Geodata Agency*, verifica se aprovações relevantes foram obtidas antes de aceitar as alterações propostas no cadastro (DINAMARCA, 2021, tradução nossa)<sup>9</sup>.

“O órgão de cadastro denominado “*National Survey and Cadastre*” mantém no Ministério do Meio Ambiente o Registro Cadastral e os mapas, que identificam propriedades reais por número cadastral, tornando-as unidades cadastrais, como parcelas de terra graficamente, inclusive com áreas bem delimitadas e respectivas descrições. A fonte de recursos do órgão de Cadastro é, em grande parte, derivada da distribuição de dados, em que os clientes pagam pelos direitos de uso dos dados e pela própria distribuição (LIMA et al., 2018, p. 6)”.

Ainda segundo Lima et al. (2018), no cadastro dinamarquês os números do registro cadastral incluem: identificação, estradas, rios, tamanho da propriedade, áreas administrativas, assim como referências para atualizações anteriores nas propriedades e itens importantes para análise de uma área. A avaliação de bens imóveis é de responsabilidade do governo central, os

---

<sup>9</sup> Disponível em: <<https://eng.gst.dk/>>.

órgãos de tributação resumem os dados mais importantes sobre informações de valores imobiliários e cabe aos municípios realizar a cobrança do imposto predial e da taxa de serviço. Para ter acesso ao sistema os usuários pagam um pequeno valor e conseguem obter as informações cadastrais relevantes, disponíveis também na “Pesquisa Nacional e o Cadastro”, mas, neste caso, por meio de um aplicativo simplificado e gratuitamente para o público.

### 3.3.6 Polônia

O cadastro polonês, conhecido como "*Ewidencja Gruntów i Budynków*" (EGiB), traduzido para o português Registros de Terrenos e Edifícios, tem uma longa tradição que remonta ao século XIII. No entanto, as leis originais que estabeleceram o cadastro não são mais válidas, mas seus efeitos ainda são observados na documentação cadastral atual (DAWIDOWICZ; ZRÓBEK, 2018).

A adesão da Polônia à União Europeia em 2004 foi um incentivo importante para a modernização do sistema cadastral. A necessidade de unificar regulamentos e adotar padrões utilizados em toda a Europa levou ao desenvolvimento de um cadastro multifinalitário mais eficiente.

Desde 2004, o Escritório Central de Agrimensura e Cartografia da Polônia tem trabalhado na modernização dos sistemas cadastrais existentes. O objetivo principal é introduzir tecnologias avançadas de geoinformação e melhorar a qualidade e a precisão dos dados cadastrais.

Conforme as leis polonesas, o cadastro é um sistema padronizado de registros abrangendo todo o país, tanto áreas urbanas quanto rurais. Ele é formado pela coleta sistemática e atualizada de informações sobre propriedades, como terrenos, edifícios e instalações, juntamente com os dados dos seus respectivos proprietários, sejam pessoas físicas ou jurídicas.

A estrutura do cadastro polonês segue a seguinte organização: os dados cadastrais provenientes das descrições cartográficas são integrados a um banco de dados gerenciado em nível regional ou sub-regional. É essencial que as informações contidas nesse banco de dados sejam uniformemente definidas, assegurando a consistência e a padronização dos registros.

Devido à existência de diferentes softwares, foi estabelecido um conjunto de regras para a troca de informações cadastrais entre as bases de dados já existentes. Esse padrão facilita a interoperabilidade e a integração dos sistemas, visando a uma troca eficiente e precisa de dados cadastrais. Além disso, o acesso às informações cadastrais é possível por meio de redes

de telecomunicações, internet, com o intuito de garantir a segurança dos dados de origem e a proteção das informações dos proprietários. (HOPFER; WILKOWSKI, 2003, tradução nossa).

### 3.3.7 Argentina

A República Argentina é uma forma de governo organizada como uma federação, composta por 23 províncias autônomas e uma cidade autônoma, a capital Buenos Aires. Cada uma dessas entidades possui competência legislativa estabelecida em suas constituições ou leis orgânicas, conferindo-lhes autoridade para criar e promulgar leis dentro de seus respectivos territórios.

O Conselho Federal do Cadastro (constituído em 1958) tem como finalidade a promoção, coordenação e orientação a execução das atividades relacionadas ao Cadastro Territorial da Argentina, abrangendo tanto áreas rurais quanto urbanas, contemplando seus aspectos jurídico, físico e econômico.

A competência do cadastro urbano e rural cabe às províncias e aos municípios, quando estes possuem estrutura. Cada província tem autonomia para determinar seus regulamentos cadastrais, desde que estejam conforme a Lei Federal, desta forma não há um modelo único. No entanto, boa parte das províncias, o cadastro ainda depende do Poder Executivo e diretamente do Ministério de Finanças, com um perfil tributarista, ainda que, nos últimos anos, algumas províncias têm procurado contemplar sua multifinalidade (HODAPP, SCARASSATTI, 2010).

Na Argentina, cada província possui uma Agência de Cadastro, geralmente denominada “Cadastro Provincial”, que está subordinada à Direção Nacional de Medições Cadastrais, vinculada a Suprema Corte de Justiça. O propósito principal desse cadastro é a medição e representação da parcela territorial, definida como uma propriedade imobiliária com uma extensão territorial contínua, delimitada por um polígono fechado. (HASENACK, 2013).

Em 2005, Erba destacou que o cadastro argentino estava passando por uma transformação gradual em direção a um cadastro multifinalitário. Isso é evidente na reestruturação das instituições cadastrais, onde suas funções foram ampliadas para incluir a integração da cartografia básica, anteriormente baseada apenas em parcelas, com a cartografia temática, georreferenciada em um SIT.

A elaboração da documentação referente aos “Planos de Mesura” é uma atividade atribuída a profissionais (Agrimensores e Engenheiros) devidamente qualificados e

amplamente reconhecidos pela sociedade (com fé pública). Em colaboração com os "*Escribanos Públicos*", também detentores de autoridade pública, assumem a responsabilidade de registrar as escrituras no RI, desempenhando assim um papel essencial na determinação da propriedade legal e efetiva de uma determinada parcela de terra (HASENACK; CABRAL, 2013).

O cadastro argentino (rural e urbano), é gerenciado em seus aspectos físico, econômico e jurídico em esfera nacional pelo Conselho Federal do Cadastro, constituído em 1958, mas, apenas reconhecido pela Lei Nacional de Cadastro, de 2007 que também acrescentou o conceito multifinalitário e a determinação de que o cadastro faça parte da IDE da República Argentina (IDERA).

O cadastro argentino avançou significativamente nos últimos anos, em razão dos avanços tecnológicos em geoinformação e pelas possibilidades de realização de projetos de desenvolvimento cadastral. Por outro lado, prosseguem os progressos na implementação de um SIT, orientados para os cadastros multifinalitário, e desta forma, aumentam o seu potencial de serviços e proporcionam maior garantia e precisão no armazenamento da informação jurídica e geométrica do território (ARGENTINA, 2012).

### **3.3.8 Colômbia**

O cadastro colombiano tem a particularidade de ser descentralizado administrativamente. Isso foi resultado de decisões políticas históricas e envolveu a transferência de competências do governo central para as autoridades locais e regionais. O governo central ainda é responsável pela supervisão e controle das atividades realizadas em todo o país (BERMÚDEZ; GAROLERA, 2007). A descentralização teve como objetivo fortalecer a governança local, permitindo que as autoridades regionais tenham maior autonomia e capacidade de atender às necessidades específicas de suas áreas. Ao transferir competências para os níveis locais, buscou-se uma maior eficiência na gestão e um melhor atendimento às demandas dos cidadãos.

Até 2016, a Colômbia enfrentava desafios significativos em relação ao cadastro de propriedades. O país não possuía instrumentos adequados para garantir a adequação, confiabilidade e interoperabilidade das informações sobre as características físicas das propriedades e seus respectivos títulos. Isso significa que havia problemas em relação à precisão e atualização dos dados cadastrais em muitas áreas do país. Aproximadamente 28,32% do

território colombiano não possuía estrutura cadastral, o que significa que não havia um sistema formal de registro de propriedades nessas áreas. Além disso, cerca de 66% da área nacional contava com cadastros desatualizados, o que significa que as informações disponíveis não refletiam com precisão a realidade das propriedades (COLOMBIA, 2016, tradução nossa).

O cadastro existente tinha um foco principalmente fiscal, ou seja, era utilizado principalmente para fins de tributação. No entanto, essa abordagem limitada deixava de suprir as necessidades de informação para formular e implementar diversas políticas públicas. Essas deficiências foram reconhecidas pelo governo colombiano, que buscou implementar medidas para melhorar a situação.

As mudanças começaram a surgir em 2019. Nesse ano o cadastro da capital Bogotá já viabilizava uma base única e oficial de informações georreferenciadas, contemplando a área rural e urbana, registrando dinamicamente as mudanças experimentadas nos imóveis, oficialmente atribuindo e fixando indicadores de propriedade e também a nomenclatura rodoviária e doméstica. Essa informação permite realizar, manter e atualizar o censo cadastral da capital em seus diversos aspectos, em particular para fixar o valor do imóvel, que serve de base para a determinação de impostos sobre tais bens, além de ser uma contribuição fundamental para as diferentes instituições públicas e privadas na tomada de decisões relacionadas ao planejamento e administração da cidade (COLÔMBIA, 2019, tradução nossa).

Também no mesmo ano, o Conselho de Política Econômica e Social (CONPES) aprovou a nova política cadastral para todo o país com as estratégias para tornar realidade o cadastro multifinalitário. Assim, tornou-se um serviço público, visando a adequada implantação, atualização, conservação e disseminação de informações sobre imóveis públicos e privado. A ideia é a implementação do cadastro multifinalitário, completo, atualizado, confiável, consistente com o sistema de registro imobiliário, digital e interoperável com outros sistemas de informação. A atualização será gradual e progressiva, entretanto, o objetivo do governo é otimista, pois visa uma atualização cadastral, passando dos atuais 5,68% para 60% em 2022 e 100% em 2025. O empenho de modernização cadastral conta com recursos já aprovados do Banco Mundial e do Banco Interamericano de Desenvolvimento. Um dos objetivos principais do projeto está no fortalecimento das capacidades institucionais para implementar o cadastro nos níveis local e nacional, formalizar a posse de terra, promover a participação da comunidade com um enfoque diferenciado de gênero e garantir tratamento especial às comunidades afro-colombianas e indígenas.

### 3.3.9 Estados Unidos da América

Na história cadastral dos Estados Unidos, o país enfrentou a tarefa de realizar o levantamento de mais de 720 milhões de hectares de terras adquiridas do domínio público. Essa responsabilidade recai sobre o *Bureau of Land Management* (BLM), que é encarregado de realizar levantamentos cadastrais em todas as terras de interesse federal, bem como nas terras pertencentes a povos indígenas.

Para auxiliar nesse trabalho de levantamento, o BLM mantém um Sistema Público de Levantamento de Terras (*Public Land Survey System*), onde é essencial para a identificação de descrições legais precisas das parcelas de terra nos Estados Unidos. Ele foi desenvolvido como uma forma de organizar e categorizar as vastas extensões de terras no país.

É importante ressaltar que o trabalho de levantamento cadastral nos Estados Unidos inclui não apenas as terras de interesse federal, mas também as terras pertencentes às comunidades indígenas. Isso reflete o compromisso do governo em reconhecer e proteger os direitos de propriedade das comunidades indígenas e garantir uma gestão adequada de suas terras.

No entanto, é importante destacar que os Estados Unidos, apesar de serem conhecidos por sua avançada tecnologia, não possuem um cadastro unificado em nível nacional. A gestão e a informação da terra são administradas no âmbito de condado (semelhante ao que ocorre no Brasil). O zoneamento, o planejamento do território, a avaliação e a tributação da terra são tratadas em nível local, estado por estado e comunidade por comunidade. Cada cidade e condado pode ter suas próprias especificações, padrões e sistemas de cadastro. Portanto, pode haver diferenças significativas nos procedimentos e práticas de cadastro em todo o país.

Além disso, o sistema de registro de títulos de propriedade é baseado em um sistema de concessão/doador. Esse sistema tem sido utilizado há séculos e funcionou historicamente sem a necessidade de um cadastro unificado. Os registros de títulos de propriedade são mantidos em escritórios de registros ou tribunais em nível local, onde são registradas as transferências de propriedade e quaisquer direitos, restrições ou ônus associados a elas.

É importante notar que as instituições envolvidas na administração da terra e nos registros de propriedade tendem a ser resistentes a mudanças, devido à tradição e à complexidade envolvidas em implementar um sistema de cadastro unificado em todo o país. Essa resistência pode ser atribuída à autonomia dos governos locais e à natureza descentralizada do sistema governamental dos Estados Unidos (FOSTER, 2008).

### 3.3.10 Nova Zelândia, Austrália e Canadá: a visão da FIG para o Cadastro 2034

A partir deste tópico este estudo abordará os seguintes países: Austrália, Nova Zelândia (ambos constroem uma estratégia conjunta para o cadastro) e Canadá, onde o cadastro tradicional já está consolidado e em funcionamento. No entanto, essas nações estão buscando avançar ainda mais em termos de desenvolvimento cadastral, e para isso estão discutindo o futuro Cadastro 2034, estabelecendo metas e objetivos para o período de vinte anos a partir da data-base e seguindo as recomendações contidas no Cadastro 2014.

Esses países valorizam o cadastro como uma ferramenta essencial para a gestão eficiente e sustentável do território, bem como para o suporte à tomada de decisões em diversas áreas. Por meio da estratégia de desenvolvimento cadastral, eles pretendem avaliar melhor como investir e potencializar resultados favoráveis.

Ao estabelecer metas e objetivos para o futuro do cadastro, essas nações estão comprometidas em aprimorar ainda mais suas capacidades de registro e gestão de informações territoriais. Isso inclui a utilização de tecnologias avançadas, a melhoria da interoperabilidade entre diferentes sistemas de informação, a promoção da qualidade e confiabilidade dos dados cadastrais, além do fortalecimento da colaboração entre agências e órgãos responsáveis pelo cadastro.

A estratégia conjunta adotada pela Austrália e Nova Zelândia demonstra o reconhecimento da importância de compartilhar conhecimentos e experiências para impulsionar o desenvolvimento cadastral em ambos os países. Essa abordagem colaborativa pode trazer benefícios significativos e contribuir para a evolução dos sistemas cadastrais em ambas as nações.

O Cadastro 2014 oferece perspectivas modernas, mas é importante considerar as novas dinâmicas sociais e tecnológicas que impactam o gerenciamento territorial (POLAT; USTUNER e ALKAN, 2015). As mudanças na sociedade e os avanços tecnológicos exigem instrumentos mais precisos e atualizados para tomada de decisões, e isso inclui dados cadastrais de alta confiabilidade, integrados e com a possibilidade de serem compartilhados entre aplicativos e usuários (MATARICI et al., 2009).

À medida que a sociedade evolui e as tecnologias avançam, surgem novas demandas e desafios em relação ao gerenciamento territorial. O cadastro, como um sistema de registro e gerenciamento de informações territoriais, precisa se adaptar a essas mudanças e fornecer dados de qualidade e atualizados para apoiar as decisões em diferentes setores.

A confiabilidade dos dados cadastrais é fundamental, pois as decisões baseadas

nesses dados podem ter impactos significativos no desenvolvimento territorial. Além disso, a integração dos dados cadastrais com outros sistemas e a possibilidade de compartilhamento entre aplicativos e usuários são aspectos importantes para garantir uma melhor utilização e aproveitamento das informações.

Os avanços tecnológicos, como a digitalização<sup>10</sup>, a computação em nuvem<sup>11</sup> e as tecnologias de informação geográfica, oferecem oportunidades para aprimorar a coleta, a atualização e a integração dos dados cadastrais. Essas tecnologias permitem uma maior precisão e eficiência no gerenciamento territorial, além de facilitar o acesso e o troca de informações entre diferentes partes interessadas.

É fundamental considerar as mudanças sociais e tecnológicas e buscar constantemente melhorar os instrumentos de gerenciamento territorial, incluindo os sistemas cadastrais. Isso permitirá uma melhor tomada de decisões e contribuirá para uma gestão mais eficiente e sustentável do território.

A visão da FIG para o Cadastro 2034, de acordo com Bennet et al. (2010), Lemmens (2010) e Polat, Ustunes e Alkan (2015), tem como objetivo principal fornecer os serviços essenciais esperados de um cadastro territorial. Isso inclui o conhecimento abrangente de todos os direitos, restrições e responsabilidades relacionados às propriedades da terra, assim como o acesso a informações locais e conteúdo específico. Além disso, essa visão visa direcionar o futuro do cadastro por meio do desenvolvimento de políticas, modelos e padrões.

O Cadastro 2034 busca estabelecer um sistema abrangente que permita a rápida e segura identificação da localização e extensão de todos os direitos, restrições e responsabilidades relacionados à terra e propriedade. Esse sistema vai além das avaliações tradicionalmente realizadas pelos profissionais do setor, com o objetivo de disponibilizar informações para todos os interessados, sejam indivíduos ou organizações. Suas metas também englobam aspectos relacionados aos interesses jurídicos e sociais mais amplos sobre a terra, bem como a pesquisa de representação precisa. Além disso, busca-se estabelecer um cadastro federado baseado em padrões nacionais comuns, visando à interoperabilidade e à integração de dados entre diferentes sistemas cadastrais (LINZ, 2014).

---

<sup>10</sup> A digitalização é o processo de converter informações, dados ou objetos físicos em formato digital, permitindo seu armazenamento, processamento e compartilhamento eletrônico. Envolve a transformação de dados analógicos em formato digital para facilitar o acesso, a busca, o compartilhamento e a manipulação de informações de forma mais eficiente. A digitalização é amplamente adotada em vários setores e oferece benefícios como maior acessibilidade, redução de custos e maior eficiência nos processos.

<sup>11</sup> A computação em nuvem é um modelo de fornecimento de serviços de computação, como servidores, armazenamento, redes e software, por meio da Internet. Em vez de ter recursos de computação localmente, as empresas podem acessar esses serviços sob demanda, pagando apenas pelo que utilizam. Isso oferece flexibilidade, escalabilidade e redução de custos, além de permitir inovação rápida e acesso a recursos atualizados sem a necessidade de manutenção de infraestrutura própria.

A estratégia do desenvolvimento do Cadastro 2034 nos países em questão tem como objetivo central fornecer um cadastro territorial abrangente, preciso e confiável, capaz de atender às necessidades das novas dinâmicas sociais e tecnológicas. Isso envolve o desenvolvimento de um sistema mais amplo, integrado e compartilhável, que permita a todos os usuários acesso facilitado às informações cadastrais.

### **Nova Zelândia**

De acordo com o documento do *Land Information New Zealand* (LINZ, 2014), o planejamento do Cadastro 2034 para o país envolve um processo de consulta e colaboração entre diversos atores, incluindo o governo central, órgãos locais, Academia, setor empresarial e organizações profissionais. É necessário desenvolver o cadastro de forma a atender às novas demandas, a fim de garantir que ele continue sendo um sistema confiável para o registro de direitos de propriedade, e que também apoie os objetivos econômicos, culturais e sociais da Nova Zelândia.

O Cadastro 2034 tem como objetivo fornecer aos cidadãos neozelandeses a certeza sobre os limites exatos de suas propriedades ao realizar transações de compra, venda e uso da terra. Além disso, ele servirá como uma base sólida para o governo e o setor privado implementarem melhorias na economia do país. É uma estratégia cadastral que visa facilitar o entendimento dos direitos de propriedade da terra pelos neozelandeses no futuro, permitindo a visualização de restrições e responsabilidades, fornecendo dados em três dimensões e disponibilizando informações em tempo real por meio de canais que atendam às necessidades dos usuários, inclusive dispositivos móveis que possibilitarão a localização e representação dos limites no solo.

Os recursos incorporados ao Cadastro da Nova Zelândia 2034 incluem pesquisa precisa para facilitar a sobreposição de diferentes conjuntos de dados espaciais, uma abordagem orientada a objetos em relação à propriedade em vez de parcelas, a adoção de modelos 3D/4D alinhados com outros conjuntos de dados variantes no tempo, capacidade de atualização em tempo real para acesso contínuo, conformidade com padrões internacionais e melhores práticas globais, e uma abordagem orgânica para modelar direitos, restrições e responsabilidades com base no ambiente natural (LINZ, 2014).

Para Grant, Dyer e Haanen (2014), o Cadastro 2034 da Nova Zelândia baseia-se em três princípios gerais que sustentam a informação cadastral. O primeiro é a governança centrada no cidadão, tem em vista atender às necessidades da sociedade; o segundo é a governança aberta e transparente, que permite aos cidadãos pesquisar dados por meio do acesso aberto à

informação; o terceiro princípio é facilitar a inovação, fornecendo oportunidades para a inovação tanto no setor público quanto no privado, especialmente no que diz respeito aos dados que servem ao interesse público.

No ano de 2018, o projeto do Cadastro 2034 utilizou entrevistas como principal fonte de dados, envolvendo partes interessadas e usuários da Austrália e Nova Zelândia. Um total de 80 indivíduos foram entrevistados, incluindo dois especialistas internacionais em posse de terras, a fim de fornecer uma fonte de dados única para o projeto. As funções do sistema cadastral na totalidade, e dos dados espaciais como um subsistema, foram expressas em termos de um modelo de resultados cadastrais ou objetivos. Para apoiar as entrevistas, um modelo conceitual foi desenvolvido para auxiliar na compreensão das diferentes representações e limites nos sistemas cadastrais (GRANT et al., 2018, tradução nossa).

### **Austrália**

A Austrália é uma federação composta por estados que operam sistemas cadastrais independentes. O *Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping* (ICSM, 2013), também conhecido como Comitê Intergovernamental de Topografia e Mapeamento, reconhece a importância desses sistemas e destaca seu papel diante das mudanças na sociedade e na tecnologia, como a complexidade crescente da urbanização, o rápido desenvolvimento tecnológico e as expectativas dos cidadãos em relação aos serviços públicos. Essas transformações exigem um acesso cada vez maior à informação, incluindo informações cadastrais.

Ao preparar o cadastro para 2034, em colaboração com o governo da Nova Zelândia, o objetivo do ICSM é promover uma abordagem organizada e consistente para lidar com as mudanças e apoiar os interesses jurisdicionais e nacionais. A abordagem adotada antecipa que o sistema cadastral atual, embora moderno, não conseguirá atender às expectativas da sociedade no futuro, uma vez que as demandas sofrerão mudanças substanciais ao longo dos próximos anos. Essas mudanças serão impulsionadas por novas tecnologias, desafios, influências sociais e políticas, que gradualmente transformarão as responsabilidades, obrigações, tradições, práticas e modos de pensar relacionados ao cadastro (ICSM, 2014).

Em resposta a essas mudanças e desafios, o Cadastro 2034, conforme delineado pelo ICSM (2014), baseia-se nos avanços alcançados pelo Cadastro de 2014, que já antecipava a criação de cadastros digitais. A estratégia do Cadastro 2034 prossegue com o objetivo de conectar as informações cadastrais aos interesses sociais e legais relacionados ao uso da terra de maneira mais abrangente. Seu principal propósito é estabelecer uma abordagem consistente

para o planejamento de políticas futuras, legislação, normas, modelos e pesquisas.

Além disso, a estratégia do ICSM visa aprimorar a gestão e a precisão das informações sobre as parcelas de terra em todo o território nacional. É por esse motivo que a maioria dos governos estaduais e territoriais tem buscado reformar seus sistemas cadastrais. Nesse contexto, destaca-se a região sul da Austrália, que já possui o sistema de gestão de terras mais robusto e moderno do país (ESRI AUSTRALIA, 2018).

### **Canadá**

O Canadá é um país dividido em dez províncias e três territórios, sendo que aproximadamente 80% da população reside em áreas urbanas. Na esfera federal, os territórios são compostos por reservas indígenas, parques nacionais e áreas costeiras. Esses territórios são gerenciados pelo *Natural Resources Canada*, que mantém um cadastro digital e sistemas de registros separados (CDSILA et al., 2016).

De acordo com Grant, Dyer e Haanem (2012), considerando a diversidade de registros cadastrais mantidos pelas 13 jurisdições no Canadá e a administração diferenciada das terras federais e provinciais, a estratégia de desenvolvimento do cadastro canadense para os próximos 10 a 20 anos se assemelha à utilizada pela Nova Zelândia e enfrenta necessidades semelhantes em várias jurisdições. A visão 2034 do cadastro canadense apoia três princípios gerais para informações cadastrais: governança centrada nas necessidades dos cidadãos, em vez de focar exclusivamente em resultados; governança aberta e transparente, permitindo que os cidadãos se informem por meio de acesso aberto às informações; promoção de facilidades de inovação, garantindo igualdade de oportunidades para os setores público e privado, especialmente em dados de interesse público.

Os futuros sistemas de administração de terras devem ser parcelares, indo além do tradicional registro de propriedade e direitos legais para concentrar-se cada vez mais nas responsabilidades e restrições impostas pela sociedade, buscando uma gestão ambiental eficiente e o uso responsável do solo. A visão e os objetivos do Cadastro 2034 fornecem um quadro para essas mudanças na gestão e nos sistemas de administração de terras no Canadá, que devem passar por alterações significativas, incluindo o avanço da tecnologia baseada em localização e a implementação de dispositivos online. No entanto, para que isso seja concretizado, Janes e Sullivan (2019) ressaltam a importância de considerar o contexto e as diversas particularidades do país.

No Canadá, existem abordagens diferentes para o desenvolvimento do cadastro em várias jurisdições, exigindo uma atenção especial na construção da visão futura do cadastro.

Para refletir o contexto canadense, é necessário adicionar elementos como: um quadro de governança federada que leve em consideração a diversidade dos sistemas de levantamento e registro de terras no país; reconhecimento das perspectivas indígenas sobre a gestão de terras; gestão ambiental, com suas restrições e responsabilidades; considerações sobre as terras localizadas ao norte do paralelo 60°N e todas as ilhas árticas; as regiões *offshore* do Canadá; e a crescente importância das cidades.

Considerando a concentração populacional nos centros urbanos, é importante levar em conta o papel em ascensão das cidades e seu potencial de liderança em termos de inovação, conforme apontado por Janes e Sullivan (2019). Unir todos esses elementos para construir uma versão "*made in Canada*" do Cadastro 2034 parece ser um desafio significativo, porém, de acordo com os autores, é uma empreitada possível de ser concretizada.

### **3.4 Resumo e discussão sobre o capítulo**

A conjuntura cadastral nos municípios brasileiros apresenta desafios significativos, como a falta de cadastros territoriais confiáveis, mapeamentos precisos e integração entre registros e o cadastro territorial. Essa realidade resulta em informações desatualizadas e uma dependência excessiva dos repasses da União devido à baixa arrecadação de impostos sobre propriedade. No entanto, há exemplos positivos de avanços na implantação e uso do Cadastro Territorial em cidades como Belém-PA, Campinas-SP, Fortaleza-CE e Belo Horizonte-MG. Esses municípios investiram na atualização e integração de suas bases cartográficas, visando uma gestão territorial mais eficiente e utilização das informações para planejamento urbano, regularização fundiária e tomada de decisões. A implantação resultou em benefícios como a melhoria na arrecadação de impostos sobre propriedade, aprimoramento do planejamento dos serviços urbanos e infraestrutura, e o desenvolvimento de sistemas de informação geográfica que auxiliam na análise espacial e na confrontação de bancos de dados. Além disso, esses municípios buscaram a integração do cadastro entre os setores da administração pública, promovendo uma visão multifinalitária do cadastro. Entretanto, ainda há desafios a serem enfrentados, como o redesenho de processos, a capacitação dos órgãos e entidades da administração, a manutenção e atualização contínua do cadastro, a harmonização dos padrões de gestão, a integração com os diversos agentes públicos e o desenvolvimento de soluções efetivas para os SITs municipais.

Ao analisar a conjuntura cadastral em diferentes países, observa-se a diversidade de

abordagens e práticas adotadas em todo o mundo. Embora cada país possua sua própria legislação e estrutura de cadastro adaptadas às suas necessidades e características específicas, é possível identificar algumas tendências e aspectos comuns:

1) **Importância do cadastro:** Reconhecida universalmente como uma ferramenta essencial para a análise integrada e rigorosa das características físicas, sociais e ambientais dos territórios. Ele fornece informações precisas e atualizadas sobre os imóveis, permitindo uma gestão eficiente do território, a promoção da segurança jurídica e a facilitação das transações imobiliárias.

2) **Modernização tecnológica:** A maioria dos países está investindo na modernização dos cadastros, incorporando tecnologias avançadas de geoinformação, digitalização e automação. Esses avanços resultam em maior eficiência, precisão e acessibilidade das informações cadastrais, além de facilitar a integração com outros sistemas de informação.

3) **Descentralização e autonomia:** Muitos países optaram por descentralizar a administração do cadastro, atribuindo responsabilidades aos níveis local, regional ou estadual. Essa descentralização permite uma maior adaptação às necessidades locais e uma melhor prestação de serviços aos cidadãos.

4) **Transparência e acesso público:** Há uma tendência crescente de disponibilizar informações cadastrais de forma acessível e transparente para o público. Isso promove a democratização dos dados, permitindo que os cidadãos, profissionais do setor imobiliário e pesquisadores tenham acesso às informações relevantes para suas atividades.

5) **Integração de cadastros:** Alguns países estão buscando integrar os cadastros imobiliários urbanos e rurais, a fim de promover uma visão mais abrangente e unificada do território. Essa integração contribui para uma melhor gestão territorial e maior eficiência na disponibilização de informações.

As implicações desses resultados são significativas. Um cadastro eficiente e atualizado é fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável, o planejamento urbano, a regularização fundiária, a segurança jurídica, a transparência e a eficiência na gestão dos territórios. Além disso, um cadastro acessível e transparente beneficia os cidadãos, permitindo-lhes tomar decisões informadas sobre a compra, venda ou uso de imóveis, além de contribuir para a análise do mercado imobiliário e o desenvolvimento de políticas públicas.

Nesse contexto, a estratégia de desenvolvimento da Austrália, Nova Zelândia e Canadá para o Cadastro 2034 reflete o reconhecimento da relevância do cadastro como uma ferramenta primordial para a gestão eficiente e sustentável do território. Esses países estão

comprometidos em aprimorar ainda mais seus sistemas cadastrais, buscando metas e objetivos para o futuro, incluindo o uso de tecnologias avançadas, a interoperabilidade dos sistemas de informação, a qualidade e confiabilidade dos dados cadastrais, além do fortalecimento da colaboração entre agências responsáveis pelo cadastro.

A visão do Cadastro 2034 visa atender às demandas emergentes das dinâmicas sociais e tecnológicas, reconhecendo a importância de dados cadastrais confiáveis, integrados e de fácil compartilhamento. Isso implica em avanços tecnológicos, como a digitalização, a computação em nuvem<sup>12</sup> e as tecnologias de informação geográfica, para coleta, atualização e integração mais eficientes dos dados. Além disso, a estratégia busca promover a transparência, o acesso aberto às informações cadastrais e a inovação no setor público e privado.

Tanto no contexto brasileiro como em outros países, é possível adotar boas práticas e conhecimentos adquiridos para aprimorar o cadastro municipais. Aspectos prioritários incluem a modernização tecnológica, a integração de cadastros, a distribuição de responsabilidades administrativas, a promoção da transparência e o acesso público às informações. É necessário enfrentar desafios como o redesenho de processos, a capacitação dos órgãos e entidades da administração, a manutenção e atualização contínua do cadastro, a harmonização dos padrões de gestão e a integração com os diversos agentes públicos. A experiência de outros países oferece lições valiosas nesse sentido.

Por meio da modernização tecnológica, da integração de cadastros e da promoção da transparência e acesso público às informações, busca-se garantir uma gestão eficiente, sustentável e transparente do território.

No entanto, para obter êxito nesse processo, é necessário compreender as especificidades de cada região e levar em conta as possibilidades econômicas locais. Reconhece-se que construir um sistema cadastral eficiente e adaptado às diversas realidades requer mais do que apenas a aplicação de tecnologias avançadas. É necessário adotar uma abordagem que valorize a compreensão das necessidades e características locais.

Ao superar esses desafios, será possível estabelecer um sistema cadastral que promova a segurança jurídica e contribua para o crescimento econômico sustentável.

---

<sup>12</sup> Refere-se à disponibilização de recursos de computação, como servidores, armazenamento, bancos de dados, rede, software, análise e inteligência, através da internet, em um ambiente conhecido como "nuvem". Esse modelo permite acesso rápido a inovações e flexibilidade de recursos.

## **4 DIRETRIZES E ABORDAGENS PARA A ELABORAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS MUNICIPAIS: REQUISITOS, MÉTODOS, TECNOLOGIAS E LEGISLAÇÃO**

### **4.1 Introdução**

A elaboração precisa de bases cartográficas municipais desempenha um papel essencial na gestão territorial dos municípios, alinhando-se ao inciso VIII do Artigo 30 da Constituição Federal do Brasil, promulgado em 5 de outubro de 1988. Esse inciso confere aos municípios a responsabilidade de promover o ordenamento territorial adequado por meio do planejamento, controle do uso, parcelamento e ocupação do solo urbano. A administração eficiente e bem planejada de um município depende da gestão eficaz dos recursos disponíveis, que deve ser sustentada pelo planejamento estratégico e informações detalhadas sobre o espaço físico-territorial. A obtenção de um entendimento minucioso e preciso desse espaço é de importância crítica, impulsionando tanto o desenvolvimento econômico e social, quanto a preservação do meio ambiente, proteção do patrimônio histórico-cultural e a garantia de uma distribuição adequada dos distintos usos do solo.

Neste contexto, a implantação de uma base cartográfica digital municipal assume uma posição central. Essa base, composta por informações georreferenciadas, organizadas em uma plataforma digital atualizada e unificada, oferece uma representação visual clara e precisa do território do município. Além disso, a base cartográfica digital incorpora detalhes sobre vias, edificações, áreas verdes, infraestrutura, limites administrativos e outros componentes relevantes, proporcionando uma visualização detalhada do espaço geográfico. Esses dados são elementos fundamentais para embasar decisões estratégicas, planejamento urbano, gestão do transporte, alocação de serviços públicos e privados, bem como análises de impacto ambiental. A associação entre as tecnologias SIG e a base cartográfica digital potencializa a capacidade de análise espacial avançada, permitindo a sobreposição de camadas de informação e a criação de modelos que facilitam a interpretação dos dados. Essas ferramentas também desempenham um papel na identificação de tendências, padrões e desafios territoriais, fornecendo subsídios valiosos para a formulação de políticas públicas direcionadas às necessidades da comunidade.

Além de promover a transparência na administração pública, a implantação de uma base cartográfica digital municipal simplifica o acesso eficaz e imediato às informações sobre

o território, fomentando a colaboração entre diferentes órgãos e setores da sociedade. No mesmo contexto, este capítulo apresenta, de maneira abrangente, as etapas e critérios essenciais para a elaboração de uma base cartográfica digital municipal. A utilização das tecnologias disponíveis e a conformidade com as normas vigentes são fundamentais para orientar os municípios na busca por uma gestão territorial mais eficiente e sustentável. A abordagem delineada tem como objetivo atender às necessidades e aspirações da comunidade, fomentando um desenvolvimento harmonioso e promovendo o bem-estar de todos os cidadãos.

A elaboração de bases cartográficas municipais não se limita apenas a oferecer uma visualização precisa e detalhada do espaço geográfico; ela também fornece informações indispensáveis para o planejamento urbano, tomada de decisões estratégicas e promoção do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, as diretrizes e abordagens para a construção dessas bases adquirem uma relevância significativa, pois delineiam os caminhos a serem percorridos para garantir a qualidade, integridade e utilidade das informações cartográficas. Os requisitos, métodos, tecnologias e normas que permeiam a elaboração de bases cartográficas municipais formam um conjunto interdependente que garante a eficácia e precisão das informações georreferenciadas.

Para atender a esses requisitos, a seleção dos métodos de coleta e atualização de dados desempenha um papel fundamental. Abordagens tradicionais, como levantamentos topográficos, podem ser combinados com técnicas modernas como sensoriamento remoto e GNSS. O aproveitamento de fotografias aéreas e VANTs proporciona informações atualizadas e detalhadas sobre o território, contribuindo para a precisão e atualização da base cartográfica municipal. A ferramenta de SIG desempenha um papel central na elaboração e gestão de bases cartográficas, permitindo a organização, análise e visualização de informações geoespaciais, facilitando a identificação de padrões, tendências e desafios territoriais. A padronização é um fator crítico para a interoperabilidade das bases cartográficas. Normas e diretrizes internacionais e nacionais contribuem para a consistência e compatibilidade das informações cartográficas, bem como para a uniformidade e integração de informações de múltiplas fontes.

Importante salientar que a elaboração de bases cartográficas municipais não se limita a um processo estático, pois exige uma abordagem contínua de atualização e manutenção, considerando que as características do território estão sujeitas a mudanças ao longo do tempo. A evolução acelerada das tecnologias também demanda flexibilidade nas abordagens adotadas.

## 4.2 Conceitos

A base cartográfica, conforme estabelecida pela ABNT NBR 14.166 (2022) abrange um conjunto de cartas e plantas integrantes do Sistema Cartográfico Municipal (SCM), as quais são apoiadas na rede de referência cadastral. Essas cartas e plantas apresentam informações territoriais essenciais para diversas atividades, como o desenvolvimento de planos urbanos, anteprojetos, projetos, cadastros territoriais e multifinalitários, bem como o acompanhamento de obras e outras ações que têm o terreno como referência. Podendo ser vista como uma fonte primária e indispensável de informações geoespaciais ao fornecer dados precisos e atualizados sobre vários aspectos do território, como a topografia, divisões territoriais, redes viárias, localização de edificações, áreas verdes, infraestrutura e outros elementos relevantes para o planejamento urbano e a gestão do território.

A base cartográfica, aliada à RRCM estabelece um sistema de informações geográficas confiável e consistente, permitindo a realização de análises espaciais, o mapeamento de recursos, a tomada de decisões embasadas e a execução de projetos com maior eficácia. A adoção da ABNT NBR 14.166 (2022) como referência para a definição e desenvolvimento da base cartográfica possibilita aos municípios garantir a padronização e a qualidade das informações territoriais, favorecendo a interoperabilidade entre diferentes sistemas e promovendo uma gestão territorial integrada e eficiente.

As bases cartográficas municipais devem ser elaboradas com diferentes níveis de informações, afim de viabilizar sua aplicação em diversos setores da administração pública, como segurança, meio ambiente, planejamento, transportes, finanças e educação, entre outros.

A base tem a finalidade de representar o espaço territorial de maneira precisa, incluindo seus elementos constituintes por meio de documentos cartográficos que indicam a posição, forma e dimensão da porção da superfície representada. É fundamental que essa base seja digital e composta por ortofotocartas e vetores restituídos, cada um correspondendo a um nível específico de informação, possibilitando que o usuário selecione a camada com a qual deseja trabalhar, facilitando a obtenção dos dados necessários.

De acordo com Costa (2001), as bases cartográficas são conjuntos de cartas e plantas topográficas resultantes de levantamentos topográficos convencionais, processos fotogramétricos ou sensoriamento remoto, visando representar de forma abrangente todos os acidentes naturais e artificiais de uma determinada região da superfície terrestre. No contexto das bases cartográficas municipais, essa autora destaca que as plantas topográficas provenientes de levantamentos convencionais devem seguir procedimentos técnicos que assegurem a

qualidade da base. Os procedimentos de levantamento topográfico devem estar em conformidade com a ABNT NBR 13.133/2021 e considerar os detalhes específicos estabelecidos pelo departamento técnico da Prefeitura, responsável pela gestão da base cartográfica. Com base nessas informações, os técnicos podem avaliar se o documento topográfico atende aos requisitos de qualidade necessários para compor ou atualizar a base.

### **4.3 Escalas de cartas e plantas cadastrais**

A escala é a proporção entre o tamanho de um objeto representado em uma carta ou planta e seu tamanho real. A determinação precisa da escala é essencial para o uso de um banco de dados multifinalitário. Ela é um fator determinante na quantidade de dados a serem levantados e processados, o que impacta diretamente os custos do projeto. Com escalas adequadas e atualizações regulares, a base cartográfica atende às necessidades técnicas de diversos usuários, tornando-se uma ferramenta fundamental e essencial para o desenvolvimento de atividades na esfera da gestão pública.

Para o cadastro urbano é fundamental optar por escalas adequadas que representem claramente a estrutura urbana em nível de construções ou edificações (LOCH, 2005). As bases cartográficas municipais são elaboradas em escalas de 1:1000 ou superiores, fornecendo informações essenciais e apropriadas sobre o espaço territorial.

Muitos municípios ainda utilizam de bases cartográficas na escala 1:2000 que se mostram inadequadas para atividades de planejamento municipal, como o cadastro de imóveis, infraestrutura urbana e sistemas viários. Além disso, essas escalas apresentam limitações para o desenvolvimento de projetos básicos e executivos. Em editais de concorrência pública que visam a contratação de empresas para a elaboração de bases cartográficas municipais, os termos de referência ainda costumam considerar a escala 1:2000, que é inapropriada para as atividades da administração pública municipal.

### **4.4 Legislação, normas e padrões**

A elaboração, manutenção e atualização dos produtos que compõem uma base cartográfica ocorrem por meio de metodologias, normas e leis descritas neste capítulo. Muitas vezes não são percebidas as várias etapas do processo para chegar ao seu resultado. As

informações geralmente derivam de fontes primárias, como levantamentos topográficos convencionais, e secundárias, como imagens de satélites, fotografias aéreas e dados estatísticos.

É fundamental destacar a relevância de métodos, padrões e especificações técnicas predefinidos para garantir o compartilhamento, interoperabilidade e distribuição dos dados. Esses aspectos asseguram a qualidade da utilização e a utilidade das informações. Uma base cartográfica deve estar associada a um referencial único e com precisão conhecida, viabilizando a produção, integração e atualização de dados elaborados por meio de técnicas e em períodos distintos.

Em relação à legislação, o Decreto-lei nº 24, de 28 de fevereiro de 1967, estabelece as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e determina que as atividades cartográficas no país sejam conduzidas através do Sistema Cartográfico Nacional (SCN). Esse decreto foi complementado pelo Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, que define o SCN como um conjunto de instituições nacionais, públicas e privadas, responsáveis por realizar trabalhos cartográficos e atividades correlatas. Essas incluem o IBGE, a Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) e a CONCAR (extinta desde 2019).

O referido decreto estabelece as normas a serem seguidas por produtores públicos, privados e usuários da cartografia. Classifica as cartas de acordo com sua precisão, o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) e determina que os referenciais planimétrico e altimétrico estejam vinculados ao SGB (BRASIL, 1984). Para mapeamento em escalas maiores, além da DSG, a produção de dados geoespaciais é compartilhada entre órgãos federais, estaduais e municipais, frequentemente envolvendo contratações de empresas privadas para execução do trabalho (BRASIL, 2008; 2010).

Com o avanço da informatização da cartografia e o surgimento de novas tecnologias, as bases cartográficas, antes produzidas por processos analógicos, passaram a ser desenvolvidas em formato digital. Isso resultou em avanços significativos em termos de agilidade, rapidez e eficiência na manipulação e disseminação das informações. Com acesso facilitado, produtos gerados por especialistas distintos passaram a compor uma ampla gama de fontes de informação. Nesse cenário, tornou-se imprescindível estabelecer normas para validar os produtos gerados, especialmente em relação à topologia, categorias e características geográficas (CONCAR, 2017).

Para padronizar e regulamentar as informações geoespaciais no Brasil, foi essencial a criação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Seu marco legal é o Decreto Presidencial nº 6.666, de 27 de outubro de 2008. A INDE é definida como (BRASIL, 2008, online)

“Conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal”

Em 2010, os padrões estabelecidos no Decreto n.º 89.817/1984 foram revistos. A nova norma “Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais” (ET-ADGV) estabeleceu o novo PEC para Produtos Cartográficos Digitais (PCD) conhecido como PEC-PCD (BRASIL, 2011). O PEC-PCD (Quadro 4, Quadro 5 e Quadro 6) é baseado nas estatísticas de 90% dos pontos levantados no produto cartográfico em relação às coordenadas dos pontos homólogos coletados na fonte de maior precisão. Para serem aceitos, as diferenças entre os pontos correspondentes devem ser iguais ou inferiores ao PEC e ao erro máximo (EM) previstos para cada produto.

Quadro 4 - Valores PEC e EM na planimetria para ADGV em pequenas e grandes escalas

PEC - PCD	1:1.000		1:2.000		1:5.000		1:10.000		1:25.000		1:50.000		1:100.000		1:250.000	
	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
A	0,28	0,17	0,56	0,34	1,40	0,85	2,80	1,70	7,00	4,25	14,00	8,51	28,00	17,02	70,00	42,55
B	0,50	0,30	1,00	0,60	2,50	1,50	5,00	3,00	12,50	7,50	25,00	15,00	50,00	30,00	125,00	75,00
C	0,80	0,50	1,60	1,00	4,00	2,50	8,00	5,00	20,00	12,50	40,00	25,00	80,00	50,00	200,00	125,00
D	1,00	0,60	2,00	1,20	5,00	3,00	10,00	6,00	25,00	15,00	50,00	30,00	100,00	60,00	250,00	150,00

Fonte: Brasil (2016).

Quadro 5 - Valores PEC e EM na altimetria (curva de nível) para ADGV em pequenas e grandes escalas

PEC - PCD	1:1.000 (Eqd = 1 m)		1:2.000 (Eqd = 1 m)		1:5.000 (Eqd = 2 m)		1:10.000 (Eqd = 5 m)		1:25.000 (Eqd = 10m)		1:50.000 (Eqd = 20m)		1:100.000 (Eqd = 50m)		1:250.000 (Eqd = 100m)	
	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
A	0,50	0,33	0,50	0,33	1,00	0,67	2,50	1,67	5,00	3,33	10,00	6,67	25,00	16,67	50,00	33,33
B	0,60	0,40	0,60	0,40	1,20	0,80	3,00	2,00	6,00	4,00	12,00	8,00	30,00	20,00	60,00	40,00
C	0,75	0,50	0,75	0,50	1,50	1,00	3,75	2,50	7,50	5,00	15,00	10,00	37,50	25,00	75,00	50,00
D	1,00	0,60	1,00	0,60	2,00	1,20	5,00	3,00	10,00	6,00	20,00	12,00	50,00	30,00	100,00	60,00

Fonte: Brasil (2016).

Quadro 6 - Valores PEC e EM na altimetria (Pontos Cotados e do MDT, MDE e MDS) para ADGV em pequenas e grandes escalas

PEC - PCD	1:1.000		1:2.000		1:5.000		1:10.000		1:25.000		1:50.000		1:100.000		1:250.000	
	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
A	0,27	0,17	0,27	0,17	0,54	0,34	1,35	0,84	2,70	1,67	5,50	3,33	13,70	8,33	27,00	16,67
B	0,50	0,33	0,50	0,33	1,00	0,66	2,50	1,67	5,00	3,33	10,00	6,66	25,00	16,66	50,00	33,33
C	0,60	0,40	0,60	0,40	1,20	0,80	3,00	2,00	6,00	4,00	12,00	8,00	30,00	20,00	60,00	40,00
D	0,75	0,50	0,75	0,50	1,50	1,00	3,75	2,50	7,50	5,00	15,00	10,00	37,50	25,00	75,00	50,00

Fonte: Brasil (2016).

Em 2016, a DSG elaborou a norma cartográfica que padroniza os Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais (PCDG). Essa norma engloba dados em escalas cadastrais ou mapeamento em grande escala, fornecendo diretrizes e especificações essenciais para a produção dos novos mapeamentos.

Essa iniciativa estabelece uma série de normas que abrangem:

“(i) Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) - define um modelo conceitual; (ii) Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) - define regras de aquisição da geometria dos dados; (iii) Especificação Técnica de Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG) - define os padrões dos produtos vetoriais e matriciais; (iv) Especificação para a Representação de Dados Geoespaciais (ET-RDG) - garante a consistência na representação das classes de objetos; (v) Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais - (ET-CQDG) - define os procedimentos para o controle de qualidade dos produtos)” (BRASIL, 2016; 2017, *online*).

Portanto, essa norma estabelece padrões para diversos tipos de mapeamento, incluindo o Mapeamento Topográfico em Pequenas Escalas (MapTopoPE), o Mapeamento Topográfico em Grandes Escalas (MapTopoGE), o Modelo Digital de Elevação (MDE) e as ortoimagens. O cumprimento das especificações contidas nas "Instruções Reguladoras das Normas Técnicas de Cartografia Nacional" é essencial, pois essas diretrizes garantem a qualidade e a precisão do produto resultante.

Para elaborar ou atualizar sua base cartográfica, as municipalidades devem desenvolver um plano preliminar de execução. Esse plano deve considerar elementos fundamentais como a finalidade do mapeamento, as feições necessárias, a acurácia requerida, os planos de informação municipal, os tipos de levantamentos adequados, os custos e prazos, e a área a ser mapeada e suas características.

#### **4.5 Sistemas de Projeção**

A adoção de um sistema de coordenadas plano-retangulares é fundamental para a representação de dados cadastrais (infraestrutura, fundiário, imobiliários, fiscais e outros), projetos, locações e gerenciamento de obras públicas e particulares, inclusive as do como construído (“*as built*”).

Para isso, é necessário utilizar um sistema métrico e um plano cartesiano, que são definidos por um sistema de projeção. Segundo Cintra (2007), um sistema de projeção determina como os pontos da superfície terrestre são relacionados às suas representações em formato plano, minimizando problemas na conversão entre essas representações.

Existem diversos sistemas de projeção, cada um com vantagens e desvantagens em relação às propriedades geométricas. Cada sistema possui características predominantes e distorções inerentes ao processo de representação. Essas distorções tendem a ser mais acentuadas em áreas mais extensas. Os sistemas de projeção são classificados em conformes (mantêm a forma), equidistantes (mantêm as distâncias) e equivalentes (mantêm as áreas).

A disseminação de conhecimento sobre conceitos cartográficos, especialmente sistemas de projeção, é um desafio. Isso muitas vezes leva a escolhas inadequadas, como o uso do sistema UTM para cadastro urbano e aplicações de engenharia civil.

O sistema UTM é eficaz para mapeamentos sistemáticos em pequenas e médias escalas, mas não é adequado para aplicações em que a precisão das distâncias é essencial. Isso ocorre porque o sistema apresenta ângulos sem deformação, mas as distâncias são distorcidas devido à curvatura da Terra e à convergência meridiana. Portanto, é necessário cuidado ao usar o UTM em locações e levantamentos em escala grande.

Assim, para fornecer informações espaciais precisas em projetos de engenharia civil, recomenda-se o uso do STL. Esse sistema simplifica cálculos e aplicações topográficas, mantendo a forma e as distâncias dentro de limites específicos.

A ABNT NBR 14.166/2022 permite que os vértices da RRCM sejam representados em Sistemas Transverso de Mercator (UTM, RTM ou LTM) ou no STL, desde que a conversão das coordenadas geodésicas seja possível. Para isso, é necessário que o ponto de origem ( $X_0$  e  $Y_0$ ) seja referenciado ao SGB em SIRGAS 2000.

#### **4.5.1 Sistema Transverso de Mercator**

O sistema de projeção Transversa de Mercator (TM) também conhecido como projeção de Gauss-Krüger é a base para outros sistemas, como o UTM, o RTM e o LTM.

O Sistema UTM foi recomendado pela União Internacional de Geodésia e Geofísica em 1951 e adotado oficialmente no Brasil em 1955 pelo Exército Brasileiro para o mapeamento sistemático do país. É uma norma cartográfica brasileira para escalas de 1:250.000 a 1:25.000, sendo também aplicada à Carta ao Milionésimo (escala 1:1.000.000). No entanto, não é normatizado para escalas superiores a 1:25.000. O UTM abrange áreas relativamente grandes com fusos de 6° de longitude.

Em muitos países, o uso do sistema UTM para mapeamento urbano é evitado devido às distorções lineares que ele gera. Para minimizar esses problemas, foram estabelecidos os

sistemas LTM e RTM, com fusos menores ( $1^\circ$  e  $3^\circ$ , respectivamente), como forma de redução das deformações. No entanto, poucos municípios fazem uso desses sistemas. Um exemplo é o município de Belém, no Brasil, que adotou o sistema LTM em 1994.

É importante destacar que o sistema UTM é frequentemente adotado de maneira inadequada em projetos geométricos oriundos de levantamentos topográficos, como se fosse um sistema topográfico. Isso resulta em distorções inadequadas, especialmente em regiões próximas ao extremo de fuso. Comumente, empresas contratadas para implantar cadastros físicos territoriais e elaborar bases cartográficas municipais apresentam os serviços e plantas apenas em projeção UTM.

#### **4.5.2 Sistema Topográfico Local**

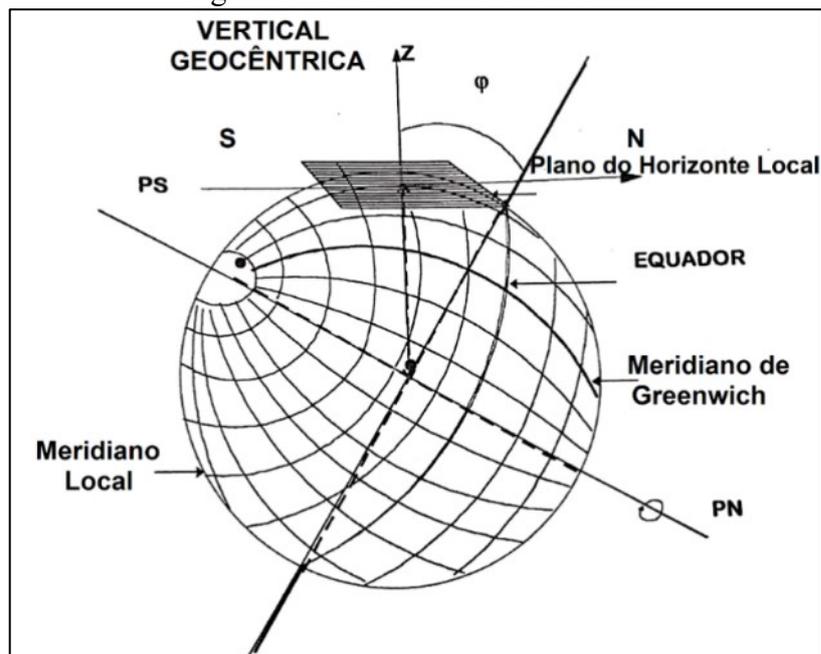
O STL é um sistema de coordenadas plano-retangulares que representa, em planta, as posições relativas de pontos de um levantamento topográfico, originados de um ponto com coordenadas geodésicas conhecidas. O STL foi primeiro definido pela ABNT NBR 13.133/1994 (substituída pela NBR 13.133/2021) e, posteriormente, teve sua formulação matemática apresentada pela norma ABNT NBR 14.166/1998 (substituída pela NBR 14.166/2022).

No STL, os ângulos e distâncias estabelecidos em levantamentos topográficos são projetados em verdadeira grandeza sobre o Plano Topográfico Local (PTL), tangente ao elipsoide de referência do sistema geodésico adotado, na origem, onde as coordenadas geodésicas são conhecidas. Dessa forma, a superfície do elipsoide de referência coincide com o PTL na origem do sistema.

Os elementos fundamentais para o posicionamento dos pontos em um levantamento são o plano de representação, a origem, os eixos e a orientação. Isso é alcançado por meio de um sistema cartesiano ortogonal em duas dimensões, onde os eixos X (positivo no sentido leste) e Y (coincidente com a linha meridiana geográfica) estão adjacentes no Plano do Horizonte Local. Utiliza-se a esfera de adaptação de Gauss, uma figura geométrica da Terra (Figura 2) com raio igual ao raio médio do elipsoide de referência para efetuar cálculos. A fim de projetar as distâncias medidas no terreno em verdadeira grandeza no plano do horizonte local, eleva-se o PTL à altitude ortométrica média do terreno na área do levantamento, transformando-o em PTL, indicado na Figura 3.

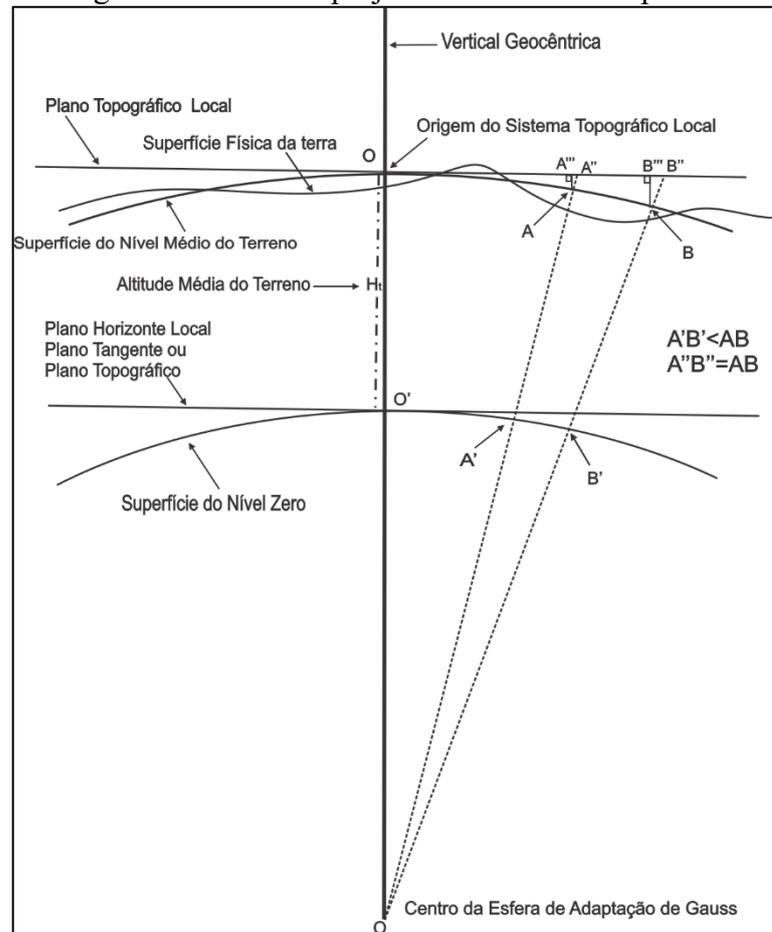
O posicionamento dos pontos do levantamento topográfico é dado por intermédio de um sistema cartesiano ortogonal (Figura 3), em duas dimensões. Nesse sistema, os eixos X e Y são adjacentes no plano do horizonte local (plano tangente ao elipsoide de referência) e têm origem coincidente com a origem do STL. O eixo Y coincide com a linha meridiana (norte-sul geográfica) e se orienta positivamente para o norte geográfico, enquanto o eixo X se orienta positivamente para leste.

Figura 2 - Plano do Horizonte Local



Fonte: Blitzkow et al. (2007).

Figura 3 - Distância projetada em diferentes planos



Fonte: Blitzkow et al. (2007).

#### 4.5.3 Determinação e abrangência do STL

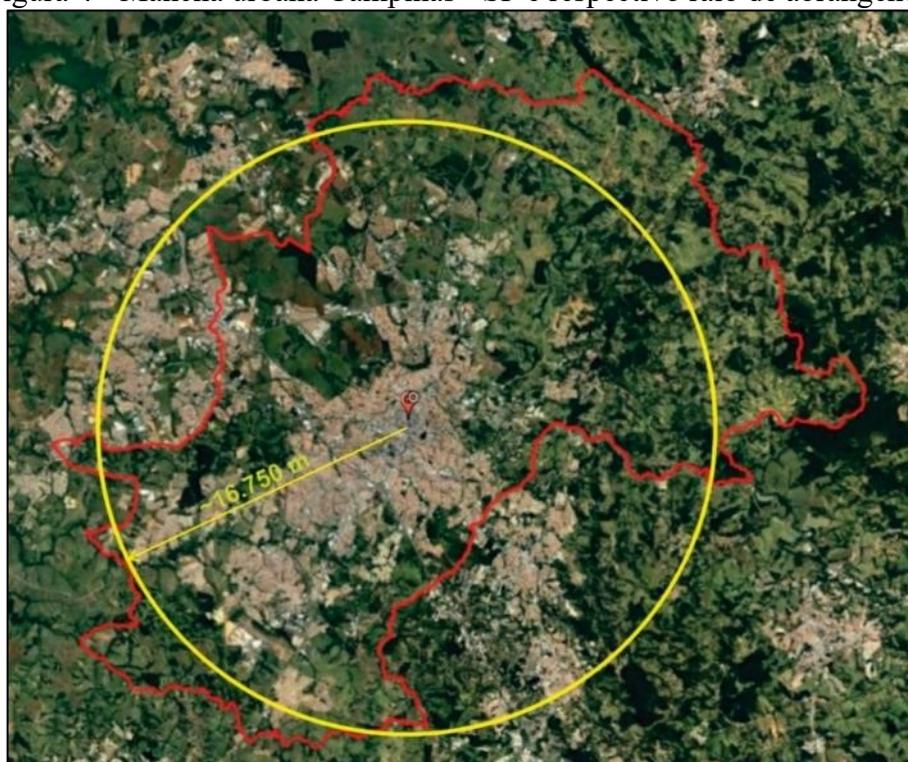
O processo de determinação do STL tem início com o cálculo das coordenadas plano-retangulares de pontos geodésicos utilizados como suporte ao levantamento em consideração. As coordenadas são calculadas a partir das coordenadas geodésicas desses pontos  $(\varphi, \lambda)$  e das coordenadas geodésicas da origem do sistema  $(\varphi_0, \lambda_0)$ , empregando as fórmulas de solução inversa do problema geodésico de transporte de coordenadas geodésicas. Este procedimento envolve cálculos de azimutes e distâncias geodésicas, usando um dos pontos como origem do sistema e o outro como ponto de apoio geodésico, cujas coordenadas plano-retangulares são determinadas (BLITZKOW et al., 2007).

A posição geodésica central da área de abrangência coincide com a origem do sistema, com acréscimos de constantes de 150.000 m e 250.000 m nas coordenadas X (abscissa) e Y (ordenada), respectivamente. No que tange à abrangência, a norma NBR 13.133 (ABNT,

2021) estabelece que a dimensão máxima do plano (diagonal) não deve ultrapassar 35 km. Em termos altimétricos, variações maiores que  $\pm 150$  m para qualquer ponto são desaconselhadas.

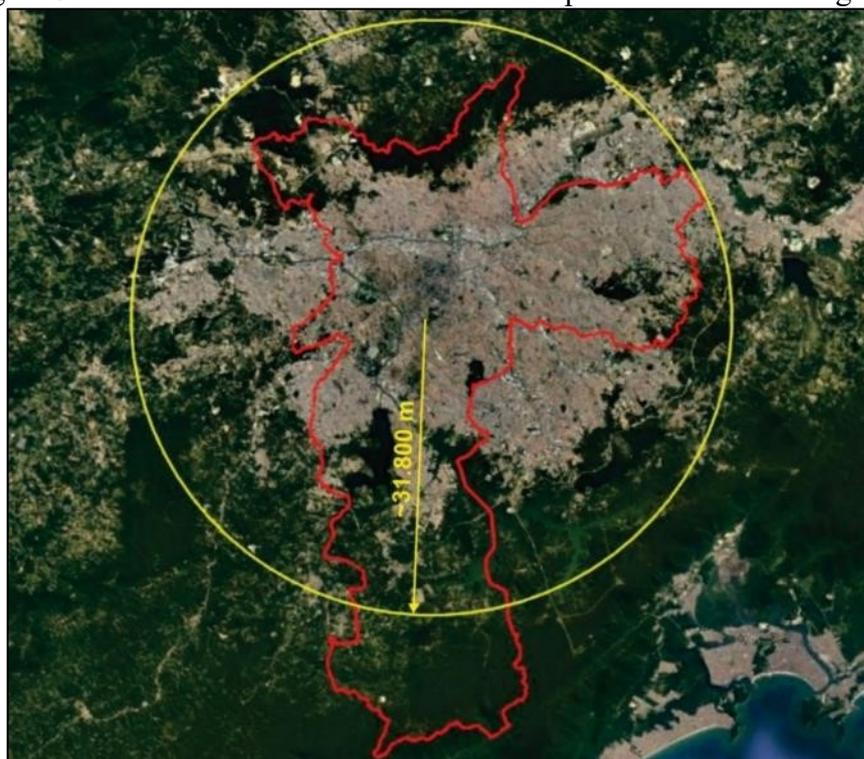
O âmbito de abrangência do Plano Topográfico Local é relativamente amplo, com áreas urbanas raramente abrangendo essa extensão. Por exemplo, na cidade de Campinas-SP, a mancha urbana (Figura 4) possui um raio de aproximadamente 16.750 m. Já em São Paulo, com uma população estimada de 12.252.023 habitantes (IBGE, 2019), o raio de abrangência da mancha urbana é cerca de 31.800 m (Figura 5).

Figura 4 - Mancha urbana Campinas - SP e respectivo raio de abrangência



Fonte: Adaptado de Google Earth (2021).

Figura 5 - Mancha urbana São Paulo - SP e respectivo raio de abrangência



Fonte: Adaptado de Google Earth (2021).

#### 4.5.4 Considerações e vantagens da adoção do STL

Nas últimas quatro décadas, a Geodésia Espacial revolucionou a obtenção de coordenadas geodésicas de pontos, simplificando a representação em projeções cartográficas, como a UTM. No entanto, o uso inadequado da UTM em projetos e mesmo em cadastro físico territorial pode gerar distorções incompatíveis com a precisão requerida nessas atividades.

Com frequência, profissionais da engenharia negligenciam ou desconhecem aspectos técnicos da base de dados cartográficos que utilizam, especialmente em relação ao sistema de coordenadas de referência para desenvolvimento e implantação de projetos.

O STL representa uma alternativa aos sistemas UTM, RTM e LTM, simplificando os cálculos e as aplicações topográficas. A determinação de áreas de terrenos, por exemplo, se aproxima mais da realidade da superfície topográfica no PTL. Nesse caso, utilizando a Projeção UTM, ocorrerão distorções não preservando assim, a área do imóvel. Além disso, o uso da projeção UTM em locação de obras ou levantamentos de poligonal enquadrada com coordenadas iniciais e finais em UTM requer conhecimento de procedimentos que envolvem

cálculos e aplicação do fator de escala, redução de altitudes, convergência meridiana e redução angular.

A principal vantagem no uso do UTM é em relação à facilidade de integração com os dados provenientes de outras instituições, empresas e os próprios órgãos do município, eliminando a necessidade de transformações entre sistemas.

O STL tem menor amplitude espacial do que as projeções UTM, RTM e LTM, mas preserva a relação biunívoca com as coordenadas geodésicas, porque tem a origem do sistema de coordenadas georreferenciada. Sendo assim, é possível calcular coordenadas geodésicas a partir de qualquer par de coordenadas topográficas locais. Ele tem sido gradativamente implantado nas cidades brasileiras, devido à simplificação dos cálculos nas aplicações topográficas.

Embora altamente preciso e amplamente aceito, o sistema de coordenadas geodésicas (o qual é vinculado a um elipsoide de referência), se torna um tanto complexo (devido às formulações associadas), quando aplicado a áreas relativamente pequenas. A projeção plana da superfície terrestre, usando a geometria elementar, oferece uma abordagem mais simples e evita a necessidade de correções de curvatura. Essa abordagem consiste em projetar ortogonalmente os pontos levantados na superfície física sobre o PTL, que é tangente ao elipsoide em seu ponto de origem.

O STL é uma ferramenta facilitadora, acessível a todos, incluindo engenheiros, arquitetos, técnicos e demais usuários. Amplamente aplicado na engenharia urbana para levantamentos e locações topográficas, cadastro territorial e loteamentos, bem como desenvolvimento de projetos básicos e executivos, por ser um sistema de coordenadas terrestre local e sua exatidão, seguramente, é compatível com todas essas finalidades, tornando-se, assim, uma ferramenta eficiente na otimização de recursos para os usuários e o município. Trabalhos de engenharia urbana devem adotar ao PTL como referência, evitando as correções inerentes ao mapeamento sistemático (UTM), mais apropriado para escalas médias a pequenas.

Algumas cidades brasileiras já adotam o STL em suas redes de referência cadastral. No Brasil, é o caso das cidades de São Paulo, Salto, Campinas, Charqueada, Hortolândia, Catanduva, Ribeirão Preto, Votuporanga, localizadas no estado de São Paulo e Campo Grande, em Mato Grosso do Sul. Blitzkow, et al. (2007) citam também as cidades de New York, Boston, Baltimore, Cincinnati, Rochester, Atlanta, Springfield, entre outras, nos Estados Unidos e Tóquio, no Japão.

#### 4.6 Implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal

A RRCM representa a infraestrutura básica de apoio geodésico e topográfico referenciada ao SGB e a um sistema de representação cartográfica unificado. Sua finalidade é auxiliar na elaboração, atualização e manutenção da base cartográfica municipal. Além disso, serve para vincular e referenciar plantas cadastrais, trabalhos topográficos realizados pelo município, incluindo parcelamento, locação e gerenciamento de obras, anteprojeto, projeto, as built, cadastro territorial multifinalitário e também oferecer suporte para operações de aerolevanteamento.

Dado o vínculo com o SGB, a RRCM assegura a integridade posicional dos pontos de representação, estabelecendo a correspondência entre sistemas de projeção ou representação, permitindo a conversão entre coordenadas no PTL, UTM e coordenadas geodésicas. Ao estabelecer a RRCM, é primordial aderir às normas estabelecidas na ABNT NBR 13.133/2021 sobre execução de levantamento topográfico e à ABNT NBR 14.166/2022, que trata dos procedimentos de implantação da RRCM.

Para garantir a legitimidade e utilidade da RRCM, é importante que seja respaldada por legislação estadual e/ou municipal específica que a estabeleça como referência espacial única e obrigatória para trabalhos de cartografia, geodésia e topografia executados por entidades públicas e privadas. A ampla divulgação é essencial para assegurar o acesso a seus dados por diversos usuários, promovendo a integração entre organizações e instituições.

Caso o município não possua sua rede estruturada, os profissionais devem adotar, mesmo sem obrigação legal, os padrões e critérios delineados na ABNT NBR 14.166/2022, possibilitando uma futura incorporação das referências já implantadas.

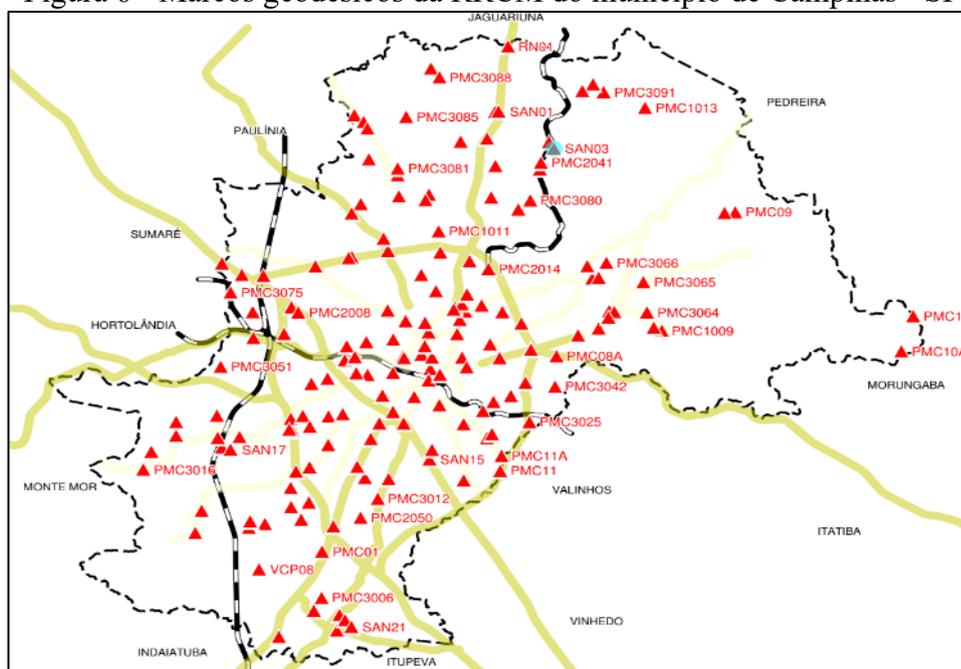
A RRCM oferece diversas vantagens quando devidamente estabelecida e estruturada de maneira abrangente. Isso inclui simplificação de operações e redução de custos na produção e manutenção de informações georreferenciadas. A implantação da RRCM pode ser conduzida por contratação específica ou por meio de convênios com empresas públicas, privadas e universidades.

Um caso exemplar é o município de Campinas, pioneiro em São Paulo na implementação da RRCM. Em 1996, a Prefeitura Municipal de Campinas firmou um convênio com o Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP-PTR), por meio da Secretaria de Planejamento, para orientação e apoio técnico para a implantação da RRCM. Nesse período, a rede era composta por 12 pares de vértices materializados por pilares estáveis (COSTA, 2001).

Em 2006, em busca de uma rede mais densa e da elaboração da carta geoidal, um novo convênio entre a PMC, a Sociedade de Abastecimento de Água e Esgoto (SANASA) e o Departamento de Geotecnia e Transportes da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-DGT/UNICAMP) foi estabelecido. Esse esforço resultou na implantação de 40 novos marcos. Posteriormente, em 2008, uma nova expansão ocorreu, com mais 120 marcos implantados (TRABANCO et al., 2010).

Atualmente, a RRCM de Campinas–SP, ilustrada na Figura 6, é composta por 174 marcos. A disposição dos marcos foi projetada para permitir intervisibilidade em pares, viabilizando levantamentos topográficos convencionais. Essa distribuição, como demonstrado na Figura 6, abrange praticamente toda a extensão do município.

Figura 6 - Marcos geodésicos da RRCM do município de Campinas - SP



Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas (2021).

#### 4.6.1 Planejamento para a implantação/densificação da Rede de Referência Cadastral Municipal

No planejamento da RRCM, é importante observar as necessidades específicas do município, especialmente em áreas de crescimento urbano e possíveis expansões. O planejamento da RRCM compreende dois processos fundamentais: implantação e densificação.

A etapa de implantação marca o início do processo, durante o qual o município seleciona uma área abrangente para a instalação de marcos geodésicos, diretamente vinculados ao SGB. Esses marcos são chamados de Vértices Superiores (VS) e implantados por técnicas de posicionamento por satélite GNSS.

Posteriormente à implantação dos VS, dá-se início à fase de densificação, que ocorre gradualmente e em dois estágios. No primeiro, novos vértices, chamados de Vértices Principais (VP), são adicionados à rede. O levantamento desses VP pode ser realizado por GNSS ou com Estação Total, desde que se empreguem métodos adequados de ajustamento.

À medida que a rede é mais densificada, pode surgir a necessidade de se inserir Vértices de Apoio (VA) em áreas onde os VS e o SGB estão mais distantes, garantindo a homogeneidade da rede em determinadas regiões do município. Esse segundo estágio de densificação é fundamental nesses casos.

É importante documentar todas as etapas da RRCM, desde o planejamento até a conclusão, abrangendo a disposição espacial dos vértices, as metodologias de observação, logística de instalação e realocação, bem como os meios de divulgação das localizações materializadas. A RRCM deve atender aos requisitos mínimos estabelecidos na ABNT NBR 14.166/2022, o que inclui possuir no mínimo quatro vértices especializados no município, excluindo os já presentes no SGB, e cumprir a quantidade e densidade mínima de vértices em áreas urbanas e rurais - um vértice a cada 50 km<sup>2</sup> nas áreas urbanas e um vértice a cada 200 km<sup>2</sup> nas áreas rurais. Além disso, os locais de materialização dos vértices devem ter superfície estável, segurança, acesso adequado e não apresentar obstruções aos sinais do GNSS.

#### 4.6.2 Vértices e Hierarquização

A ABNT NBR 14.166/2022 preconiza a ordenação dos vértices conforme seu grau de determinação posicional em relação ao SGB, com base nas seguintes classificações:

**Marcos geodésicos do SGB:** Estes são vértices já existentes, oficialmente homologados pelo IBGE, com coordenadas imutáveis no contexto do ajuste dos pontos da RRCM. A Figura 7 ilustra um exemplo de vértice do SGB localizado num dos portões de entrada do Parque Municipal Fazendinha, em Vitória-ES.

Figura 7 - Vértice do SGB no município de Vitória - ES



Fonte: Autora (2022)

**Vértice Superior (VS):** Estes vértices são vinculados aos marcos geodésicos, com suas coordenadas ajustadas baseando-se somente nos marcos do SGB. A Figura 8 exemplifica um vértice superior pertencente à RRCM da cidade de Campinas - SP.

Figura 8 - Vértice Superior da RRCM do município de Campinas - SP



Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas (2021).

**Vértices Principais (VP):** Estes vértices estão vinculados aos VS, sendo suas coordenadas ajustadas com base nesses pontos de referência. A Figura 9 ilustra um VP da RRCM em Campinas.

**Vértices de Apoio (VA):** Estes vértices estão conectados aos VP ou até mesmo outros VAs para controlar e ajustar suas coordenadas. Até o momento, não há informações sobre municípios que tenham densificado a RRCM utilizando esses vértices. Essa densificação acarreta um investimento considerável por parte dos municípios, uma vez que requer a instalação de numerosos pontos na área urbana. Além disso, tais pontos devem ser mutuamente visíveis, com distância mínima de 100 metros e máxima de 200 metros, para otimizar a produtividade e distribuição de erros.

Figura 9 - Vértice Principal da RRCM da cidade de Campinas - SP



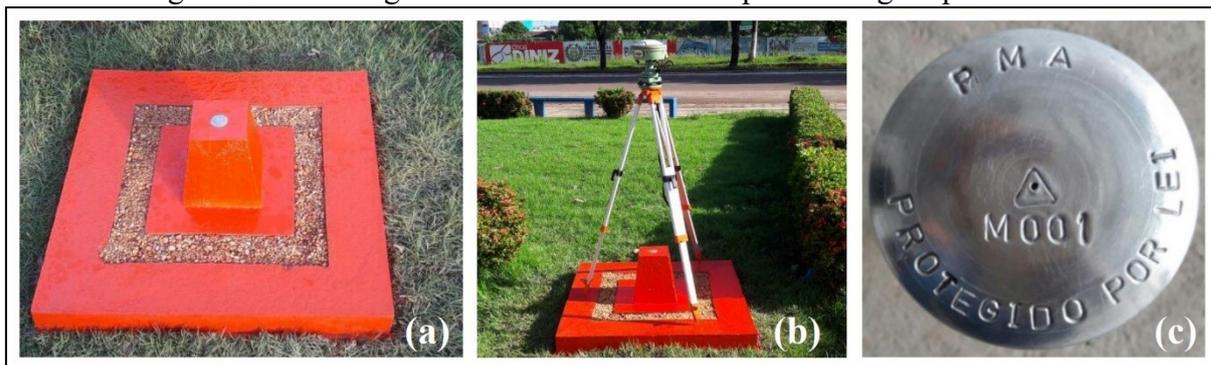
Fonte: Autora (2022).

#### 4.6.3 Implantação dos vértices superiores

A materialização dos VS deve seguir as diretrizes estabelecidas na ABNT NBR 14.166/2022, empregando métodos como "pilar de concreto com dispositivo de centragem forçada, marco de concreto tronco-piramidal, chapa metálica incrustada em superfície estável ou dispositivo de centragem forçada fixado diretamente em estrutura estável com chapa identificadora na proximidade". Para a materialização dos VP e VA, a norma descreve vários métodos, dos quais os mais empregados incluem corte em cruz em superfície rochosa, prego de material inoxidável com furo central, chapa metálica com furo central incorporada à superfície e marco de concreto tronco-piramidal com chapa identificadora central ou furo central. A nomenclatura dos VP e VA deve começar com a inicial "P" ou "A", acompanhada por quatro

dígitos. A Figura 10a mostra um exemplo de VS tronco-piramidal implantado para a RRCM da cidade de Abaetetuba - PA. As Figura 10b e Figura 10c exibem o vértice sendo ocupado por um receptor GNSS e a placa identificadora, respectivamente. A nomenclatura utilizada não está de acordo com a ABNT NBR 14.166/2022 devido a recentes atualizações. Orientações detalhadas sobre a implantação dos vértices são encontradas na própria norma.

Figura 10 - Marco geodésico de acordo com o padrão exigido pelo IBGE



Fonte: Adaptado da Prefeitura municipal de Abaetetuba - PA

Salienta-se que a escolha do material para as placas de identificação e materialização, bem como seus métodos de implantação, são decisões importantes. Placas de bronze, em particular, frequentemente são alvo de furto devido ao valor do material. Por outro lado, placas de outros materiais são frequentemente danificadas por atos de vandalismo.

Para mitigar perdas, a PMC adotou uma estratégia alternativa ao implantar VP durante a densificação da RRCM. Foram confeccionadas placas de aço com o centro vazado e pinos de aço de aproximadamente 10 cm de altura (Figura 9). O pino foi fixado na estrutura independente da placa de identificação. Mesmo que a placa seja removida, o vértice permanece fixado no monumento (ROCCO, 2022<sup>13</sup>).

Para prevenir danos maiores, é recomendável conduzir campanhas de conscientização para sensibilizar a população sobre a importância da preservação dos marcos geodésicos. Esses marcos são patrimônio público e, portanto, devem ser protegidos.

<sup>13</sup> Informação verbal.

#### 4.6.4 Determinação das coordenadas

Com o advento e disseminação do sistema de posicionamento por satélites, os receptores GNSS passaram a ser amplamente utilizados na determinação das coordenadas dos vértices, considerando a relação custo-benefício desse método.

A ABNT NBR 14.166/2021, no item 5.6, detalha as estratégias de implantação dos VS, deixando claro que o método obrigatório para a determinação das coordenadas é o posicionamento relativo estático, conforme estipulado. Deve-se atentar para os efeitos de multicaminhamento, a obstrução de sinais, diluição da precisão para o posicionamento tridimensional (PDOP), o número de satélites visíveis, a influência da refração atmosférica, a linha base mínima com receptores GNSS de simples frequência (até 20km), máscara de elevação e taxa de registro e outros fatores.

Quanto ao tempo mínimo de rastreamento, deve-se levar em conta o tamanho da linha de base e o tipo de receptor, como indicado no Quadro 7.

Quadro 7 - Tempo de rastreio em função do tamanho da linha de base e do tipo do receptor do GNSS

<b>Extensão da linha base (km)</b>	<b>Tempo mínimo de rastreio (min)</b>	<b>Tipo de receptor do GNSS</b>
0 - 10	20	Simple ou multifrequências
10 - 20	40	Simple ou multifrequências
20 - 50	60	Multifrequências
50 - 100	90	Multifrequências
100 - 200	180	Multifrequências
200 - 500	240	Multifrequências

Fonte: (ABNT, 2022).

#### 4.6.5 Formalização da RRCM

É imprescindível que o município estabeleça dispositivos legais (decretos ou leis) para formalizar e assegurar a aplicação da RRCM. Esses instrumentos devem exigir que todos os trabalhos cartográficos, topográficos e de mapeamento realizados no município sejam associados à rede. Os municípios listados no Quadro 8 são exemplos de lugares que instituíram a RRCM por meio de decretos ou leis municipais, com o objetivo de orientar a vinculação de todos os trabalhos topográficos à rede.

Quadro 8 - Exemplos de Municípios que instituíram a RRCM

<b>Município</b>	<b>Decreto/Lei</b>	<b>Acesso ao Decreto/Lei</b>
Caraá - RS	Lei Nº 1.682/2016	<a href="https://caraa.rs.gov.br/categoria/leis-municipais/">https://caraa.rs.gov.br/categoria/leis-municipais/</a>
Canoas - RS	Lei Nº 5.689/2012	<a href="https://leismunicipais.com.br/prefeitura/rs/canoas?o=&amp;q=5689+2012">https://leismunicipais.com.br/prefeitura/rs/canoas?o=&amp;q=5689+2012</a>
Cruzeiro do Sul - RS	Lei Nº 533-01/2005	<a href="https://cruzeiro.rs.gov.br/legislacao/id/2/p/19/?legislacao---leis.html">https://cruzeiro.rs.gov.br/legislacao/id/2/p/19/?legislacao---leis.html</a>
Diadema - SP	Lei Nº 2.409/2005	<a href="http://www.cmdiadema.sp.gov.br/legislacao/leis_integra.php?chave=240905">http://www.cmdiadema.sp.gov.br/legislacao/leis_integra.php?chave=240905</a>
Morada Nova - CE	Lei Nº 1.893/2019	<a href="https://www.moradanova.ce.gov.br/leis.php?id=471">https://www.moradanova.ce.gov.br/leis.php?id=471</a>
Westfália - RS	Lei Nº 1.562/2019	<a href="https://camarawestfalia.rs.gov.br/uploads/legislacao/27860/MKInJQaIU81fjxe-ayIh2z1NY_i99-DL.doc">https://camarawestfalia.rs.gov.br/uploads/legislacao/27860/MKInJQaIU81fjxe-ayIh2z1NY_i99-DL.doc</a>
Santana de Parnaíba - SP	Lei nº 2.800/2007	<a href="https://leismunicipais.com.br/camara/sp/santanadeparnaiba?o=&amp;q=2800+2007">https://leismunicipais.com.br/camara/sp/santanadeparnaiba?o=&amp;q=2800+2007</a>
Canudos do Vale - RS	Lei nº 993/2021	<a href="https://leismunicipais.com.br/legislacao-municipal/4342/leis-de-Canudos-do-Vale/?q=993+2021">https://leismunicipais.com.br/legislacao-municipal/4342/leis-de-Canudos-do-Vale/?q=993+2021</a>
Barbacena - MG	Decreto Nº 8.098/2016	<a href="https://barbacena.mg.gov.br/arquivos/atos-_29-12-2016.pdf">https://barbacena.mg.gov.br/arquivos/atos-_29-12-2016.pdf</a>

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Outra consideração relevante é a exigência de adoção do PTL. Muitos serviços topográficos empregam o Sistema de Projeção UTM como se fosse um STL, sem realizar correções (ROCCO, 2006). É necessário que o PTL seja adotado para evitar tais práticas.

A publicação ou disponibilização dos dados, por meio de sistemas ou aplicativos on-line que sistematizem as posições geográficas e informações dos marcos da RRCM, é essencial. Essas ferramentas devem ser interativas, de fácil utilização e atrativas, visando disseminar os dados aos usuários e valorizar os esforços de produção dessas informações. Diversas instituições oferecem tais ferramentas, algumas das quais são listadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Publicação de dados geodésicos da RRCM

<b>Instituição</b>	<b>Disponibilização dos dados</b>
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	<a href="https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sgb.shtm">https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sgb.shtm</a>
Prefeitura Municipal de Campinas	<a href="https://marcosgeodesicos.campinas.sp.gov.br/pmapper/map_marcosgeodesicos.phtml?config=marcosgeodesicos">https://marcosgeodesicos.campinas.sp.gov.br/pmapper/map_marcosgeodesicos.phtml?config=marcosgeodesicos</a>
Prefeitura Municipal de Curitiba	<a href="http://ippuc.org.br/mapasinterativos/marcosgeodesicos/">http://ippuc.org.br/mapasinterativos/marcosgeodesicos/</a>
Prefeitura Municipal de Florianópolis	<a href="http://geo.pmf.sc.gov.br/geo_fpolis/index.php">http://geo.pmf.sc.gov.br/geo_fpolis/index.php</a>
Prefeitura Municipal de Jundiaí	<a href="https://geo.jundiai.sp.gov.br/geojundiai/AeroHistorico.jsp?gh=6gysh869-11.5">https://geo.jundiai.sp.gov.br/geojundiai/AeroHistorico.jsp?gh=6gysh869-11.5</a>
Prefeitura Municipal de Porto Alegre	<a href="https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/rrcm/RRCM_PMPA.html">https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/rrcm/RRCM_PMPA.html</a>
Prefeitura Municipal de Recife	<a href="http://www.recife.pe.gov.br/ESIG/">http://www.recife.pe.gov.br/ESIG/</a>
Prefeitura Municipal de São Paulo	<a href="https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/planejamento/mapas/0002/marcos_sp.asp">https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/planejamento/mapas/0002/marcos_sp.asp</a>
Prefeitura Municipal de Vitória	<a href="http://geoweb.vitoria.es.gov.br/">http://geoweb.vitoria.es.gov.br/</a>
Universidade Estadual de Campinas	<a href="http://www.fec.unicamp.br/~trabanco/Rede%20Unicamp.html">http://www.fec.unicamp.br/~trabanco/Rede%20Unicamp.html</a>

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

#### 4.6.6 Manutenção da Rede de Referência Cadastral Municipal

É importante que o município priorize a preservação física de cada marco, tendo em vista o substancial investimento financeiro envolvido. Sendo assim, a manutenção constante da rede é tão essencial quanto sua implantação. Neste contexto, torna-se indispensável realizar inspeções periódicas nos vértices, visando assegurar sua adequação para uso e identificar quaisquer necessidades de manutenção, incluindo a implementação de medidas preventivas, preditivas e ações de conservação. Tal cuidado envolve atividades como pintura e identificação dos marcos, além da remoção de vegetação e limpeza da área circundante (AGOSTINHO, 2007; ABNT, 2022).

A Figura 11 exemplifica o vértice PMC08A (localizado em Campinas - SP), apresentando pintura, identificação e área circundante devidamente limpa, garantindo, assim, qualidade nas visadas e fácil acesso.

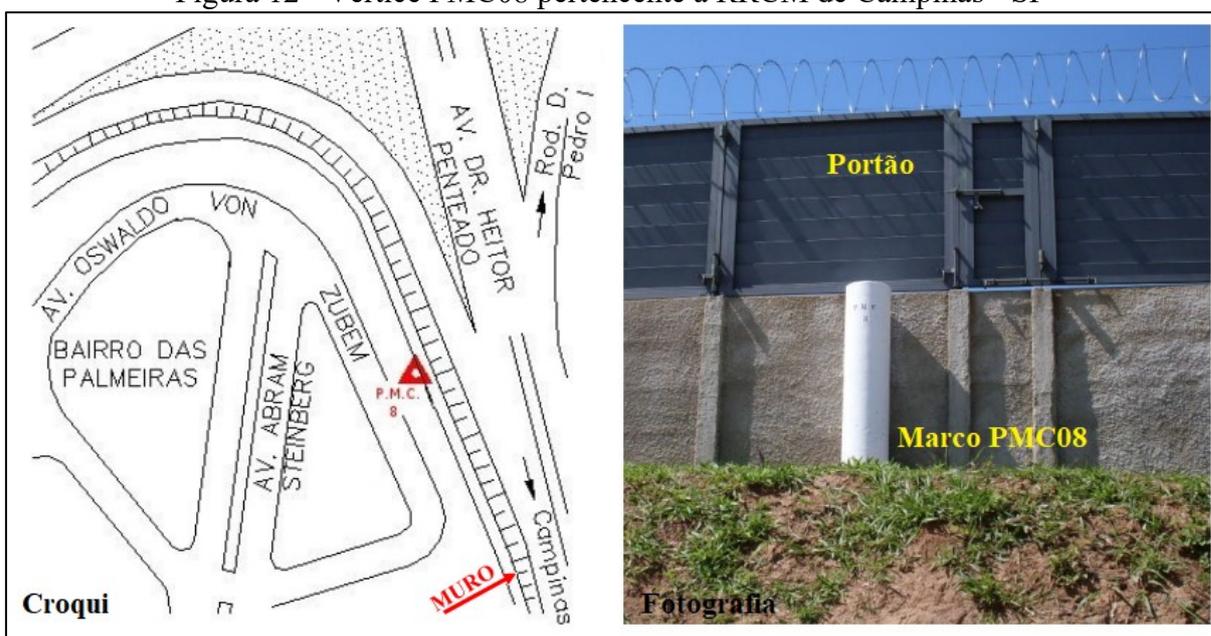
Figura 11 - Vértice PMC08A pertencente a RRCM de Campinas - SP



Fonte: Adaptado da Prefeitura de Campinas (2018).

Um exemplo notável surgiu nas proximidades de um condomínio no bairro das Palmeiras, Campinas - SP. Nesse local, foi construído um muro muito próximo à divisa, onde se encontra o vértice PMC08 (Figura 12). A fim de prevenir a perda deste marco, engenheiros da Prefeitura, encarregados da supervisão e manutenção, visitaram o local e explanaram a relevância do vértice para o município. Como resultado, foi requerida a construção de um portão no muro para garantir a visibilidade do ponto de ré (PMC08A). Dessa maneira, um portão foi adaptado ao muro, e, quando necessário, a chave deve ser solicitada na portaria do condomínio para abri-lo.

Figura 12 - Vértice PMC08 pertencente a RRCM de Campinas - SP



Fonte: Adaptado da Prefeitura de Campinas (2018).

#### 4.7 Métodos usados na elaboração da Base Cartográfica

A concepção de uma base cartográfica municipal depende, em grande parte, da qualidade do levantamento cadastral, que visa determinar ou restabelecer os limites das parcelas territoriais (sejam elas públicas ou privadas). Esse processo envolve a representação e seu respectivo conjunto de dados geoespaciais, como forma, dimensões, limite e localização da parcela, com adequada precisão que proporcione aos proprietários toda classe de garantias jurídicas. A qualidade desses dados depende dos métodos, processos e padrões empregados para sua aquisição, organização, manutenção e atualização, de acordo com as normas da ABNT.

Existem diversos métodos para elaborar uma base cartográfica municipal, que se baseiam principalmente em fotografias aéreas, imagens orbitais de satélites, levantamentos topográficos e geodésicos. O método escolhido deve ser adequado à finalidade da base cartográfica.

As imagens de alta resolução, obtidas por métodos indiretos como fotogramétrico, devem atender às demandas do cadastro urbano, que requer mapeamento em escala grande. Isso porque as feições lineares de maior interesse incluem edificações, sistema viário e limites das parcelas (muros e cercas), bem como recursos naturais, vegetação, obra de arte, entre outros.

As metodologias e técnicas empregadas devem ser selecionadas com base nas especificidades de cada município ou projeto, uma vez que cada contexto possui características predominantes que podem influenciar a viabilidade de um método específico. Essas características geralmente estão relacionadas à precisão requerida, tempo, custo de execução, escala e extensão da área de levantamento.

O método direto demanda uma série de operações em campo, que dependendo da extensão da área, pode-se tornar um processo trabalhoso e mais dispendioso quando comparado ao método indireto. Já o método indireto pode ser excessivamente oneroso em áreas de menor extensão, além de que a limitação de altitude do voo pode comprometer a escala exigida para o trabalho.

A combinação dos métodos é uma prática comum e necessária, entretanto, é essencial transformações adequadas quando se processam conjuntamente dados com *datas* e projeções distintas. Como exemplo, cita-se a associação de levantamentos GNSS e topográficos, em que são utilizadas distâncias planas e horizontais (topográfica), respectivamente.

A interação eficaz entre os métodos aerofotogramétricos, geodésicos e topográficos na elaboração da base cartográfica proporciona maior qualidade na representação e maior quantidade de feições.

#### 4.7.1 Levantamento aerofotogramétrico

A aerofotogrametria, também conhecida como levantamento aerofotogramétrico ou fotogrametria aérea, é uma subdivisão da fotogrametria que envolve o registro de fotografias da superfície terrestre por meio de câmeras métricas e/ou sensores embarcados em plataformas aéreas, como aeronaves de asa fixa (aviões) ou de asa rotativa (helicópteros) (TOMMASELLI, 2009). Atualmente, essa técnica também pode ser conduzida por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT - discutido na seção [4.7.1.7](#)), equipados com câmeras de alta resolução.

As aeronaves tripuladas de asa fixa têm a capacidade de cobrir grandes extensões territoriais a partir de altitudes operacionais elevadas. Elas voam mais rapidamente e com maior autonomia em comparação com as aeronaves de asa rotativa e VANTs, além de permitir o transporte de uma maior quantidade de equipamentos e a captura de imagens de locais mais distantes do solo. Além disso, são mais adequadas para operações em condições climáticas adversas nas quais helicópteros e VANTs têm limitações de segurança e eficácia.

A Figura 13 (a) apresenta um exemplo de aeronave de asa fixa, o modelo *Cessna Caravan* 208, modificado para acomodar a câmera de mapeamento digital DMC (Figura 13 (b)), produzida pelo fabricante *Intergraph*. A câmera foi instalada na parte inferior da aeronave, com uma porta protetora (Figura 13 (c)) para salvaguardar a lente durante a decolagem e o pouso.

Figura 13 - Avião *Cessna Caravan 208* modificado para instalação da câmara DMC



Fonte: Adaptado de Departamento de Transporte Wyoming - EUA (2023).

As aeronaves tripuladas de asa rotativa (Figura 14) possuem uma aerodinâmica distinta das aeronaves de asa fixa. Elas são conhecidas como *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL), o que significa que podem decolar e pousar verticalmente, além de voar a baixas velocidades e aterrissar em espaços restritos. Essas características permitem o voo estacionário e a coleta de dados detalhados em áreas de menor extensão.

Essas aeronaves têm diversas aplicações, incluindo o mapeamento de linhas de energia, corredores de transporte, levantamentos topográficos e batimétricos ao longo da costa, especialmente em áreas estreitas e alongadas. Também são eficazes para o mapeamento de pequenas áreas, como aeroportos e minas a céu aberto. Voando a baixas altitudes, proporcionam maior precisão e densidade de pontos, sendo úteis para situações que requerem velocidades de voo reduzidas, como o mapeamento de áreas inundadas. Além disso, sua capacidade de manobra em terrenos montanhosos oferece vantagens em várias outras circunstâncias.

Mesmo com a ascensão dos VANTs, a segurança e a capacidade dos helicópteros de operar em altitudes mais elevadas e em espaços aéreos restritos continuam a garantir seu lugar na aerofotogrametria.

Figura 14 - Helicóptero equipado com sensor LiDAR RIEGL VUX-240



Fonte: Adaptado de RIEGL Laser Measurement Systems (2023)

O levantamento aerofotogramétrico é um método fundamental e amplamente empregado na obtenção de dados cartográficos da superfície terrestre. Sua importância reside na habilidade de mapear extensões territoriais significativas com escalas médias e grandes de maneira eficiente, rápida e econômica. O avanço tecnológico na área de geoposicionamento, juntamente com equipamentos de alta precisão, como receptores GNSS, sensores *LiDAR* (*Light Detection and Ranging*) e câmeras fotogramétricas digitais de grande formato, resultou em produtos cartográficos de melhor qualidade, permitindo resoluções abaixo de dez centímetros. Essas inovações tecnológicas resultaram em bases cartográficas mais precisas e detalhadas, gerando produtos mais confiáveis.

O mapeamento aerofotogramétrico planialtimétrico e cadastral deve ser obtido de forma numérica (coordenadas e altitudes), através da captura e armazenamento das feições, distribuídos entre níveis de informações (*layers*). Cada escala de mapeamento deve apresentar curvas de nível adequadas ao espaçamento urbano e pontos cotados nos eixos das vias onde ocorram mudanças de rampas nos greides (COSTA, 2001).

O processo aerofotogramétrico pode ser dividido em etapas (as principais apresentadas a seguir), independentemente do tipo de sensor utilizado para aquisição das imagens e informações.

#### 4.7.1.1 Recobrimento aéreo

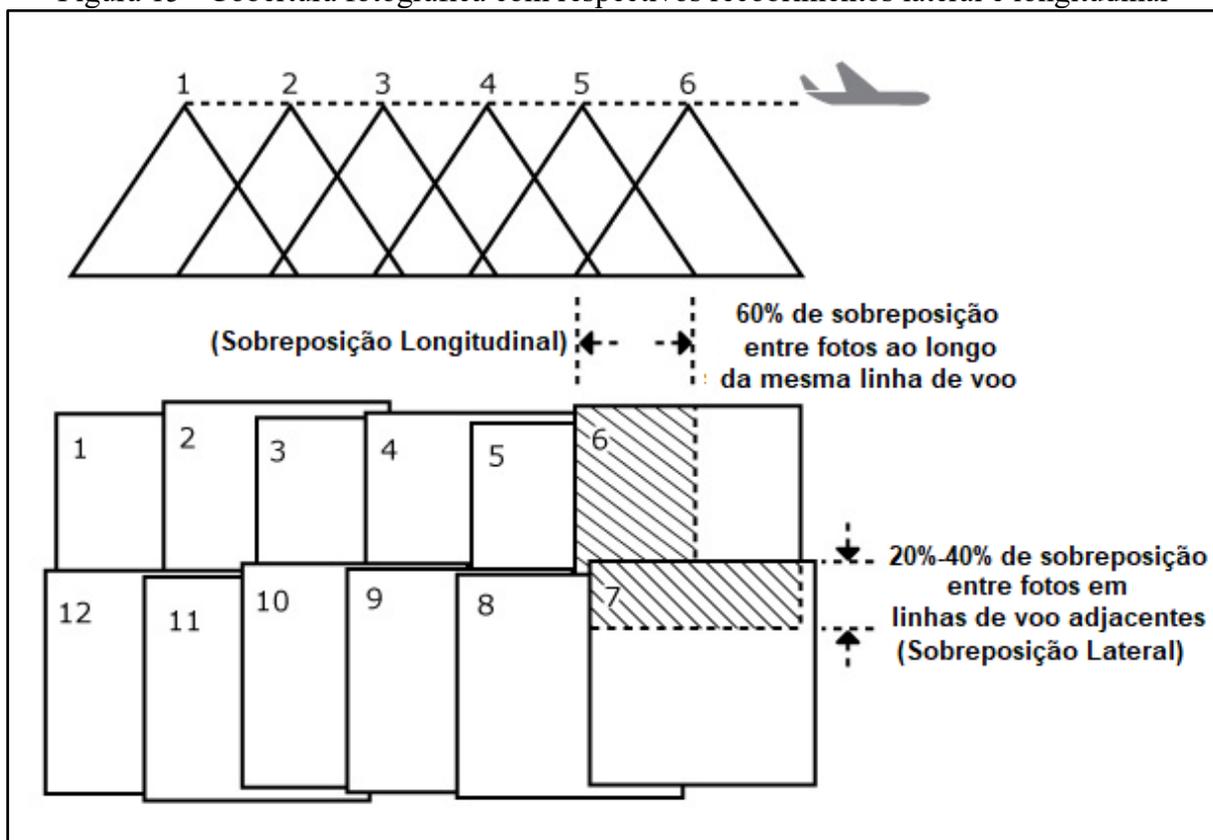
Na aerofotogrametria, a fotografia aérea é uma técnica de obtenção de imagens do terreno a partir de uma aeronave. A qualidade da imagem é determinada principalmente pela distância focal da lente da câmera e pela altitude da aeronave.

As câmeras aerofotogramétricas são dispositivos de alta resolução e precisão, que podem ser sensores passivos, como câmeras digitais, ou ativos, como *LiDAR*. A distância focal da câmera é um fator determinante para a altura de voo e a escala necessária para atender aos requisitos de mapeamento.

Em situações que exigem maior detalhamento, como cadastros urbanos ou mapeamentos mais precisos, voos em altitudes mais baixas são realizados, resultando em escalas da foto entre 1:10.000 a 1:4000 (médias e grandes escalas). Essa escala pode ser ampliada, possibilitando mapas com escalas até quatro vezes maiores.

Quando se trata de fotografia aérea, é essencial capturar imagens em dias claros, sem nuvens (COSTA, 2001). Os recobrimentos lateral e longitudinal (Figura 15), variam conforme a topografia da região e os critérios de controle do voo. Em áreas urbanas com edifícios altos (arranha-céus), uma sobreposição de 80% ou mais pode ser necessária para evitar áreas não capturadas (WOLF e DEWITT, 2000). Uma sobreposição longitudinal de pelo menos 60% é essencial para formar pares estereoscópicos, que são essenciais para a visualização e o processamento. A sobreposição lateral garante que não haja lacunas entre as faixas de voo adjacentes.

Figura 15 - Cobertura fotográfica com respectivos recobrimentos lateral e longitudinal



Fonte: Adaptado de <<https://www.nrca.gc.ca/>>

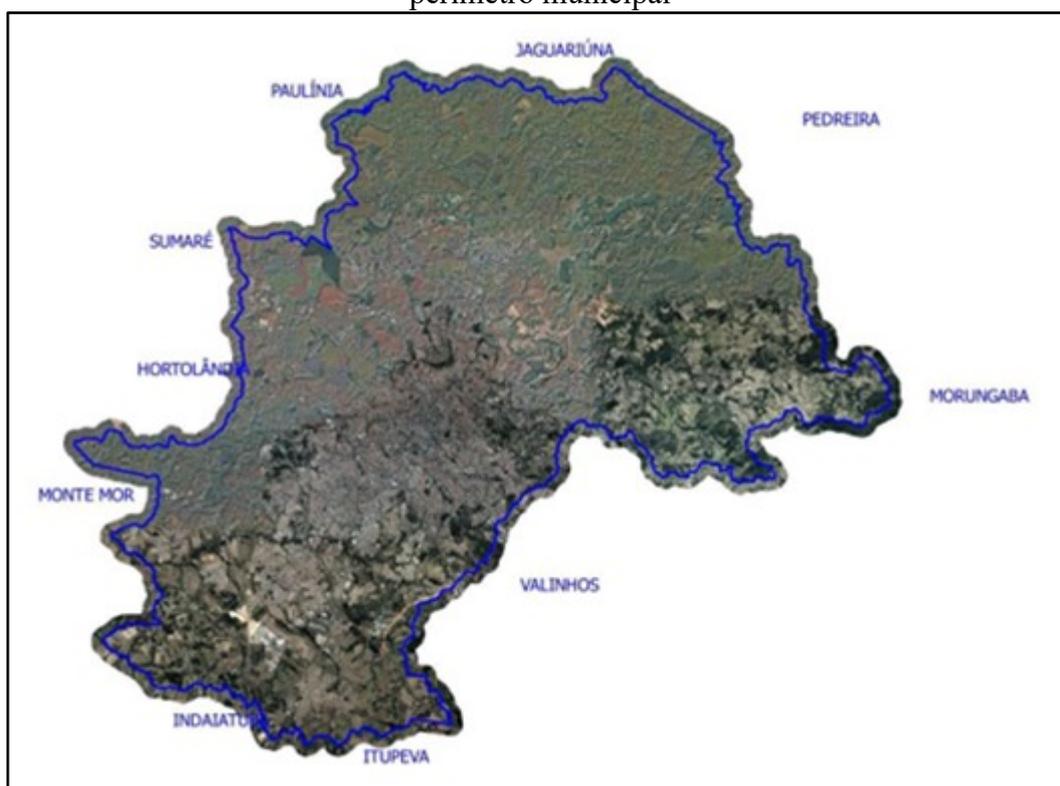
A determinação do perímetro para o recobrimento aéreo pode ser feita usando imagens existentes ou ferramentas como o Google Earth para identificar e delimitar a área de interesse. Esse processo requer uma análise cuidadosa das características do entorno, como estradas, conurbações, relevo, áreas industriais e outros aspectos relevantes. Ao considerar esses fatores, o recobrimento aéreo deve se estender além dos limites municipais, abrangendo uma região de interesse mais ampla.

A Figura 16 mostra um exemplo de recobrimento aéreo realizado em 2014 na cidade de Campinas - SP, com uma faixa de 500 metros além dos limites municipais (indicados em azul). Essa ampliação do recobrimento permite capturar informações de uma área mais abrangente, considerando as interações e influências além dos limites administrativos do município.

O recobrimento aéreo de uma região mais ampla proporciona uma visão mais abrangente e completa do território, facilitando a coleta de dados relevantes para planejamento e estudos. Isso permite considerar aspectos que vão além dos limites municipais, contribuindo para uma compreensão mais completa e eficiente do território como um todo.

É importante notar que a definição do perímetro de recobrimento aéreo pode variar de acordo com os objetivos específicos do projeto e as necessidades de mapeamento e análise. Portanto, uma análise detalhada das características locais é fundamental para determinar o alcance apropriado do recobrimento aéreo, levando em conta as particularidades da região estudada.

Figura 16 - Imagem aérea da cidade de Campinas - SP com faixa de recobrimento além do perímetro municipal



Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas-SP (2018)

Após a definição do perímetro da área de interesse, é essencial realizar o planejamento de voo. Essa etapa visa orientar a tripulação, garantindo uniformidade, eficiência e precisão na execução do recobrimento aéreo. O planejamento de voo considera restrições regionais, como infraestrutura, topografia e condições climáticas, para antecipar e ou evitar esses fatores. O sucesso da missão de levantamento aéreo depende significativamente dessa etapa, na qual se determina a viabilidade do atendimento às especificações do projeto.

Durante o planejamento de voo, são definidos aspectos como a configuração da câmera, a velocidade de cruzeiro, a altitude de voo, a escala ou GSD (*Ground Sample Distance* - Distância de Amostragem no Solo), a orientação das faixas de voo, a sobreposição longitudinal

e lateral entre imagens e faixas, entre outros. Essas especificações têm impacto direto no custo do projeto, pois estão correlacionadas com o tempo de voo (BRITO e COELHO, 2002).

#### 4.7.1.2 Resolução espacial da imagem - *Ground Sample Distance*

A resolução espacial de uma imagem é definida pela distância de amostragem no solo, conhecida como GSD. Isso se refere à distância entre o ponto central de dois pixels adjacentes na imagem, representando o tamanho real do pixel na área capturada durante o levantamento fotogramétrico, geralmente expressa em centímetros. Uma GSD menor indica uma resolução espacial maior, resultando em detalhes mais visíveis na imagem, como pode ser visto na Figura 17. A resolução espacial influencia a precisão e a qualidade dos resultados finais, bem como a clareza dos detalhes presentes no ortomosaico resultante. Uma GSD de 5 cm/pixel significa que um pixel na imagem representa um quadrado de 5 x 5 cm (25 cm<sup>2</sup>) na superfície do terreno. Quanto menor a dimensão do pixel, maior é o detalhamento na imagem.

Figura 17 - Resolução espacial de diferentes GSD



Fonte: Adaptado de Geosensori (2020).

Isso é possível devido à transição das câmeras fotogramétricas de analógicas para digitais. O conceito tradicional de escala fotogramétrica cedeu lugar à análise da resolução espacial das imagens fotogramétricas digitais com base na GSD.

A GSD está relacionada à altura de voo e aos parâmetros da câmera, conforme a equação:

$$GSD = \frac{\mu}{f} \times H \quad (1)$$

onde:

$H$  é a altura do voo em metros;

$f$  é a distância focal em milímetros; e

$\mu$  é o tamanho do pixel  $\mu\text{m}$

Com o avanço das câmeras digitais, a especificação da GSD tornou-se um dos parâmetros fundamentais na determinação das características de um levantamento aerofotogramétrico. Antes de iniciar a captura das imagens do terreno, é necessário especificar o GSD para ajustar a altura de voo e as configurações da câmera de acordo com os requisitos do projeto e as características do terreno. A definição correta da GSD é essencial para garantir o nível adequado de detalhamento.

Ao definir a GSD, é importante encontrar um equilíbrio entre o detalhamento necessário e a eficiência do levantamento, levando em consideração os requisitos específicos do projeto, o tipo de feições a serem mapeadas e as restrições de orçamento e tempo. A especificação correta do GSD otimiza o levantamento aerofotogramétrico, garantindo a qualidade adequada dos produtos finais e a eficiência na aquisição e processamento das imagens.

#### **4.7.1.3 Apoio Terrestre (Básico e Suplementar)**

Na fotogrametria, o controle geométrico desempenha um papel básico, sendo essencial para os processos de orientação das imagens. A principal fonte de controle geométrico é obtida através de pontos de apoio terrestre, que consistem na determinação de coordenadas planialtimétricas referenciadas ao SGB na superfície do terreno da área em questão.

O controle terrestre é dividido em duas categorias: controle básico (ou principal) e controle suplementar (ou secundário). A especificação precisa do GSD otimiza o levantamento aerofotogramétrico, garantindo a qualidade adequada dos produtos finais e a eficiência na aquisição e processamento das imagens. Esses pontos são selecionados para abranger a área de interesse e fornecer referências geodésicas precisas. O controle básico é responsável por estabelecer a rede de referência e proporcionar a orientação inicial das imagens adquiridas.

Os pontos de apoio básico devem ser integrados ao SGB e com exatidão suficiente, que cumpram os requisitos indicados em editais. O planejamento de campo começa com a pesquisa de material cartográfico disponível na região e/ou estado, como o "Mapa das Redes do SGB" do IBGE, para verificar a existência de marcos geodésicos e Referências de Nível (RRNN)

oficiais na área de levantamento. Esses pontos de apoio básico são usados como referência para os pontos de apoio suplementar e devem ter os vértices homologados pelo IBGE.

O município que tiver a RRCM implantada conforme estabelece a ABNT NBR 14166/2022, pode utilizar os marcos geodésicos para constituir a rede de apoio básico. A reocupação desses pontos para determinação das coordenadas planimétricas é indicada e deve ser feita com receptores GNSS, conforme as “Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos - GPS” do IBGE.

Os pontos de controle terrestre suplementar, também conhecidos como pontos de controle terrestres (*Ground Control Points - GCP*), derivados dos marcos de controle básico, são essenciais para o estabelecimento do sistema de coordenadas da imagem em relação ao sistema de coordenadas do terreno. Eles permitem a determinação das coordenadas planialtimétricas e a orientação absoluta do modelo fotogramétrico.

Os GCP são usados para melhorar a precisão do levantamento e corrigir distorções nas imagens. Eles são distribuídos de forma estratégica no terreno para permitir ajustes mais precisos na orientação das imagens e reduzir erros causados por variações topográficas ou outros fatores.

A determinação dos GCP envolve o uso de receptores GNSS para alcançar a precisão necessária para a restituição em escala 1:1.000 ou superior. Os GCP devem ser facilmente identificáveis nas fotografias aéreas, com boa definição para não deixar dúvidas quanto à sua identificação.

Existem dois tipos comuns de pontos de apoio suplementar: os alvos naturais e os alvos artificiais. Os alvos naturais (Figura 18) estão associados às características humanas, como sinalizações horizontais, quinas de construções e interseções de vias. Eles oferecem eficiência em campo e menor custo operacional. No entanto, a presença desses alvos nem sempre é garantida nas áreas de recobrimento aéreo e sua visibilidade nas imagens pode ser reduzida em comparação com os alvos artificiais.

Os alvos artificiais, como indicado na Figura 19, são pontos pré-sinalizados no solo antes do voo de recobrimento aéreo. Eles garantem uma maior distinção e facilidade de identificação nas fotografias aéreas, mesmo em áreas com características menos distintas. No entanto, sua utilização requer uma preparação prévia.

O planejamento do apoio suplementar deve ser cuidadosamente elaborado para garantir a execução adequada da aerotriangulação e a obtenção das precisões exigidas no produto final. É recomendável desenvolver uma monografia esquemática que inclua as faixas de voo com as respectivas fotografias, os vértices do apoio básico e os pontos do apoio

suplementar. Essa documentação contribui para uma organização e controle aprimorados do levantamento aerofotogramétrico.

Figura 18 - Ponto de apoio suplementar - utilização de feição antrópica



Fonte: Adaptado de FotoTerra (2017).

Figura 19 - Materialização de ponto de apoio suplementar antes do recobrimento aéreo



Fonte: adaptado de *American River College* (2022)

#### 4.7.1.4 Reambulação

A reambulação na fotogrametria é o processo de identificação e verificação de detalhes que possam não ter sido esclarecidos durante a fase de restituição das imagens. Nesta

etapa, a coleta de dados em campo abrange características do terreno, sejam elas naturais ou artificiais.

Durante a reambulação há uma comparação entre as interpretações das imagens resultantes do levantamento e/ou as classificações obtidas através de técnicas de processamento digital, com a realidade observada no terreno. O objetivo é validar a precisão das informações e alimentar o banco de dados com as classes e atributos dos objetos definidos nas ET-EDGV (PASSOS e FRANÇA, 2018).

A coleta de topônimos, dados e informações durante a reambulação agrega valor ao conjunto de informações geoespaciais, proporcionando uma base mais precisa e atualizada. Estes dados podem englobar nomes de lugares, características do terreno como cursos d'água, relevos, vias de transporte, edificações e outros elementos do ambiente geográfico. A validação dessas informações em campo é fundamental para garantir a qualidade e a exatidão dos dados geoespaciais, corrigindo eventuais erros ou discrepâncias identificadas durante a fase de restituição.

Ainda de acordo com o IBGE (1998), sua definição é dada por:

“... trabalho realizado em campo, com base em fotografias aéreas, destinada à identificação, localização, denominação e esclarecimentos de acidentes geográficos naturais e artificiais existentes na área da fotografia, mesmo que nela, não apareçam por qualquer motivo (nuvens, sombra, vegetação, existência mais recente, etc.)...”

Com a crescente integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) nas ciências geográficas, a conceituação da reambulação precisou ser modernizada para atender às diretrizes da INDE. Isso se tornou necessário para garantir a estruturação dos dados geográficos de forma compatível com a INDE, permitindo a reutilização dos dados em SIGs e atendendo às demandas de profissionais de cartografia, bem como às crescentes necessidades de informações geoespaciais na sociedade atual.

A modernização da reambulação está diretamente associada à adoção de padrões e especificações estabelecidas pela INDE, que orientam a organização, padronização e interoperabilidade dos dados geoespaciais. Estes padrões viabilizam a criação de bancos de dados geográficos consistentemente estruturados, facilitando a integração e compartilhamento de informações entre sistemas e usuários diversos.

#### 4.7.1.5 Aerotriangulação

A aerotriangulação, também conhecida como triangulação aérea, é o processo matemático de estabelecer relações entre as coordenadas do terreno (espaço-objeto) dos pontos fotogramétricos indicados na fotografia aérea (espaço-imagem).

De acordo com Mitishita (1986) “esse processo é o que tem maior controle e melhor orientação absoluta<sup>14</sup> dos modelos fotogramétricos na restituição fotogramétrica”. A principal finalidade da aerotriangulação é densificar os pontos de apoio, assegurando que o modelo fotogramétrico possa ser orientado (orientação absoluta) com a precisão necessária para estereocompilação, seja para a geração e aprimoramento de Modelo Digital de Terreno (MDT) para a produção de ortofotos, ou para a extração de coordenadas tridimensionais. A triangulação aérea é realizada por meio de software de processamento que utiliza modelos matemáticos baseados em mínimos quadrados.

Geralmente, a triangulação aérea ocorre em um bloco fotogramétrico, que compreende todas as imagens capturadas da área em questão. A Figura 20 ilustra o conceito de triangulação aérea para um pequeno bloco fotogramétrico. As coordenadas dos GCP são medidas em várias fotografias (pelo menos duas), junto com os pontos de passagem (pontos fotogramétricos) que são visíveis em várias imagens, iniciando assim o processo de aerotriangulação. Utilizando essas medições em conjunto com os dados de calibração da câmera, são realizados cálculos trigonométricos para determinar a localização da câmera (ponto focal) e a atitude do sensor para cada exposição. Isso resulta em um ajuste de mínimos quadrados que abrange todo o bloco, refinando as orientações relativas de cada imagem e registrando o bloco para uma orientação absoluta.

Além disso, a triangulação aérea possibilita o estabelecimento dos Parâmetros de Orientação Exterior (POE)<sup>15</sup> e ajustar os Parâmetros de Orientação Interior (POI)<sup>16</sup> (ANDRADE, 1998).

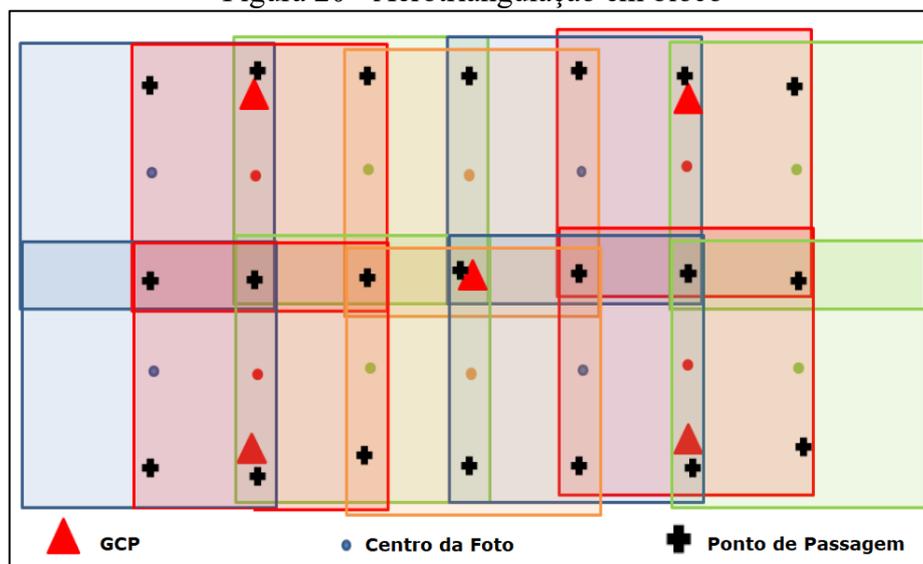
---

<sup>14</sup>Orientação absoluta - conjunto de operações para colocar o modelo estereoscópico em posição, escala e altitude corretamente em relação ao referencial cartográfico (COSTA, 2001).

<sup>15</sup>Orientação externa: recuperação da posição e altitude de cada foto aérea, segundo um referencial terrestre. Para isso são determinados 6 parâmetros, dentre eles as coordenadas ( $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$ ) no espaço-objeto para o centro de perspectiva e ângulos de rotação em relação aos eixos X, Y e Z.

<sup>16</sup>Orientação interna: recuperação da posição da fotografia em relação à câmara, ou seja, a reconstrução do feixe perspectivo que gerou as perspectivas — as fotografias. Divido em dois grupos de parâmetros - “o primeiro inclui a constante da câmera e as coordenadas do ponto principal, o segundo diz respeito aos parâmetros que descrevem os erros sistemáticos devidos às distorções oriundas do sistema de lentes da câmera” (SANTOS JR, 2007).

Figura 20 - Aerotriangulação em bloco



Fonte: Adaptado de <https://www.codot.gov> (2015)

#### 4.7.1.6 Produtos cartográficos gerados por meio de processos fotogramétricos

Os produtos cartográficos digitais obtidos por processos fotogramétricos são amplamente empregados em diversos campos do conhecimento humano, sendo a disseminação via SIG um meio facilitador de acesso aos dados digitais. Os principais produtos gerados incluem restituição fotogramétrica, ortofoto, mosaico de ortofotos, MDT, modelo digital da superfície (MDS) e curvas de nível.

- **Restituição fotogramétrica**

A restituição fotogramétrica é o processo de extrair informações de um estereomodelo, gerando um modelo ótico que replica a superfície capturada. Essa transformação ocorre convertendo um par estereoscópico de fotografias, que possui perspectiva central, em uma representação de projeção ortogonal. A partir da restituição fotogramétrica planialtimétrica é possível medir coordenadas tridimensionais associadas a um sistema de projeção cartográfica vinculado ao SGB.

Esse modelo é a base para elaboração de mapas, carta ou plantas topográficas em diferentes escalas. A restituição transfere informações do produto bruto para a preparação do produto fotogramétrico final, sendo a estereocompilação o método empregado para compilar feições (quarteirões, lotes, cursos d'água, vegetação, vias e outros) em diversos níveis de

informações, associados a uma base de dados alfanumérica, com vistas a construção de uma base cartográfica para implantação de um SIG.

Em um contexto municipal, a restituição planialtimétrica para fins de cadastro deve ser realizada em escala 1:1000 em áreas urbanas. Essa escala possibilita a obtenção de informações fundamentais do território municipal, dentro de um PEC-PCD Classe A, o que é essencial para atividades como o planejamento municipal, mobilidade urbana e gestão do uso e ocupação do solo.

Por exemplo, a Prefeitura de Campinas, por meio da Concorrência nº 07/2013, cujo objetivo era a "Execução da Base Cartográfica Digital para todo o Município de Campinas", detalhou no Termo de Referência os níveis básicos (Quadro 10) a serem restituídos, visando a implantação do SIG Municipal.

Os níveis de informações a serem restituídos são estabelecidos conforme necessidades do município. Costa (2001) sugere que esses níveis de informações possam ser agrupados em categorias como infraestrutura social, sistema viário, geomorfologia, cobertura vegetal, hidrografia, infraestrutura, divisão territorial, informações altimétricas, apoio básico e suplementar, informações complementares.

Quadro 10 - Níveis de informações restituídos definidos pela Prefeitura de Campinas - SP

<b>Grupo</b>	<b>Elementos a ser restituídos</b>
Relevo	Curvas de Nível a cada metro e curvas mestras cotadas a cada cinco metros, para todo município
Meio Ambiente	Formações rochosas, cortes, aterros, taludes e erosão; Vegetação (matas nativas, cerrados, reflorestamentos e árvores de grande porte); Hidrografia (cursos d'água e calhas, lagos e represamentos, brejos e planície de inundação).
Unidades Territoriais	Glebas; Lotes visíveis; Eixos de logradouros, por segmento; Quadras; Praças; Áreas verdes; Áreas Institucionais.
Infraestrutura	Sistema viário pavimentado; Sistema viário não pavimentado; Estradas Rurais; Caminhos; Meio-fio; Obras de Arte, Canais de drenagem; Rodovias Estaduais e Federais; Ferrovias e leitos desativados; Linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão; Postes; Bueiros; Bocas de lobo.
Equipamentos e Mobiliários Urbanos	Edificações/Contorno das áreas construídas; Estações ferroviárias e rodoviárias; Prédios públicos; Escolas, faculdades e creches; Aeroportos; Cemitérios; Templos; Estações de tratamento de água e de esgoto; Reservatórios de água; Subestações; Antenas de telecomunicações.
Grupos de Informações Complementares	Marcos geodésico; Referências de nível.

Fonte: Elaborada pela Autora (2022)

- **Ortofotocarta**

A ortofotocarta é um produto cartográfico de ampla utilização, resultante da correção das deformações<sup>17</sup> presentes nas fotografias aéreas originais. Essa correção transforma a perspectiva central (projeção cônica) das fotografias em uma projeção ortogonal, corrigindo as distorções em todos os pontos de uma imagem. A ortofotocarta possui uma grade de coordenadas, permitindo a medição direta de distâncias e áreas. A Figura 21 ilustra a distorção radial, que ocorre em uma fotografia aérea devido à projeção cônica.

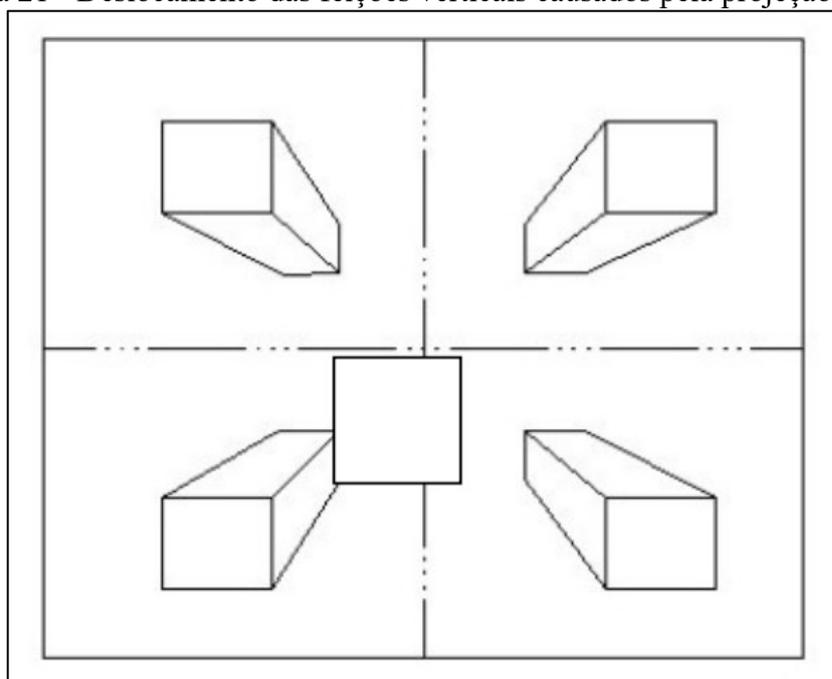
Pontos distantes do centro da fotografia, sem correções, exibem distorções de escala. Portanto, a correção geométrica da fotografia aérea é essencial, ortorretificando-a para obter uma imagem uniforme. Essa imagem corresponde a uma projeção cartográfica, frequentemente utilizando o Sistema de Projeção UTM como referência geográfica (ANDRADE, 1998). No entanto, antes da ortorretificação, é necessário definir o sistema cartográfico, conhecer o MDT de Terreno e os parâmetros de orientação interna e externa da câmera durante a aquisição da imagem aérea digital.

As correções resultam em uma fotografia retificada - a ortofoto (Figura 22), que inclui informações planimétricas ou planialtimétricas. Essa ortofoto será um produto cartográfico contendo informações como escala, grade de coordenadas, símbolos e outros detalhes relevantes (Figura 23 - exemplo da ortofotocarta da cidade de Campinas, referente ao ano de 2014). A vantagem da ortofoto está na riqueza que, a fotografia registra, o que normalmente não está presente na carta vetorial (somente os layers/camadas definidas).

---

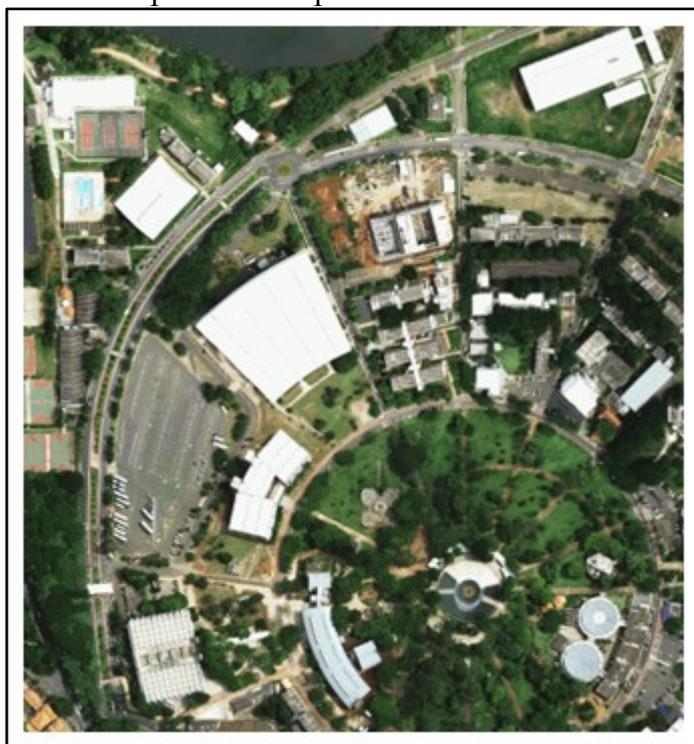
<sup>17</sup> Deformações causadas principalmente pela projeção cônica da fotografia aérea (a qual faz parecer um arrastamento do centro da imagem para sua borda) e a variação do relevo.

Figura 21 - Deslocamento das feições verticais causados pela projeção cônica



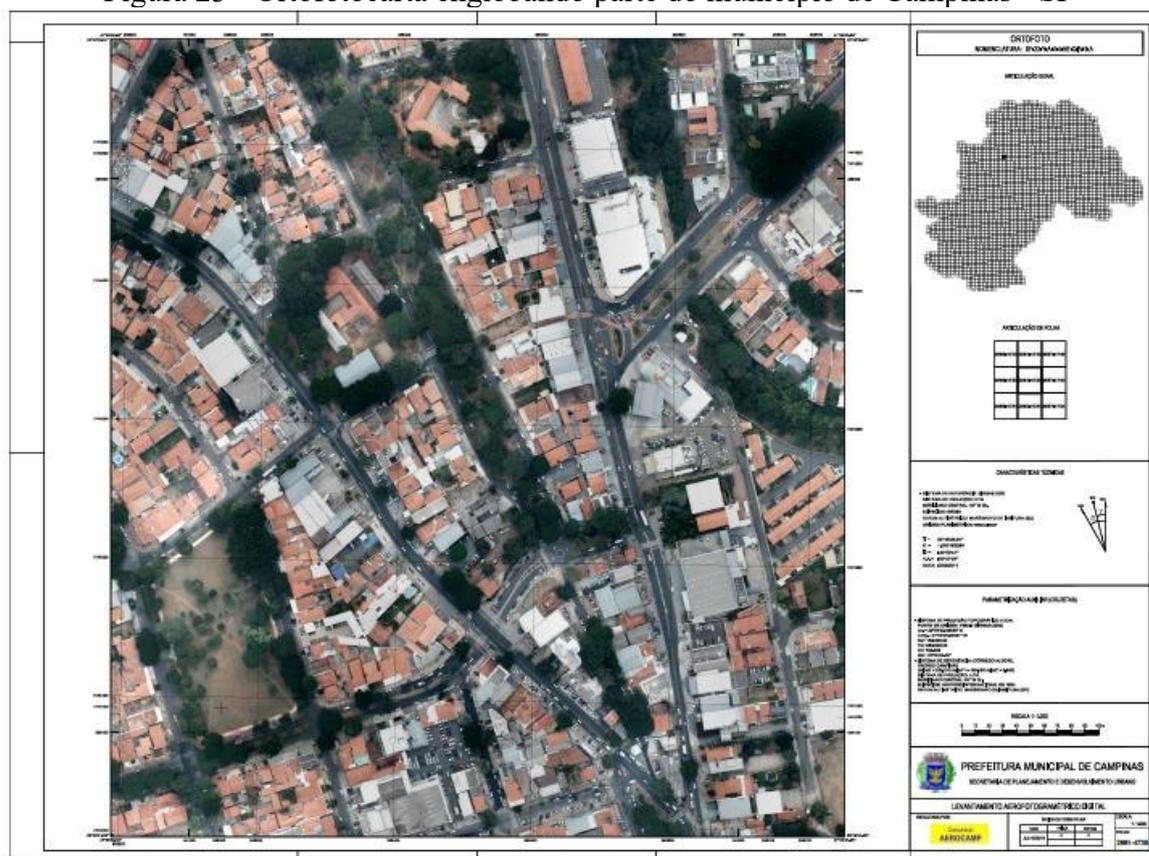
Fonte: Esteio (2022).

Figura 22 - Ortofoto representando parte da Cidade Universitária da Unicamp



Fonte: Fototerra (2014).

Figura 23 - Ortofotocarta englobando parte do município de Campinas - SP



Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas - SP (2018).

- **Mosaico de ortofotos**

Um mosaico de fotografias aéreas é uma composição de imagens aéreas que cobrem uma determinada área da superfície terrestre. As imagens são justapostas e ajustadas de forma sistemática para criar uma visão geral detalhada da área coberta.

O ortomosaico (ou mosaico de ortofotos) é uma variante especial de mosaico, sendo criado a partir de fotografias retificadas e referenciadas a um datum, com um número adequado de pontos de controle em solo. Ele mantém as características geométricas de uma carta, acrescidas das informações radiométricas da imagem, representando com precisão a realidade da área levantada (HASEGAWA e ARRUDA JUNIOR, 2004). Isso possibilita a realização de medições como cálculos de área e distância, além da classificação de uso do solo.

- **Modelo Digital de Terreno e Superfície (MDT e MDS)**

No sistema *LiDAR*, o processo envolve a emissão de pulsos de luz que atingem o solo. Quando esses pulsos refletem nos alvos e retornam ao sensor, eles fornecem a distância até esses objetos. Assim, é gerada uma nuvem de pontos que registra as elevações das feições

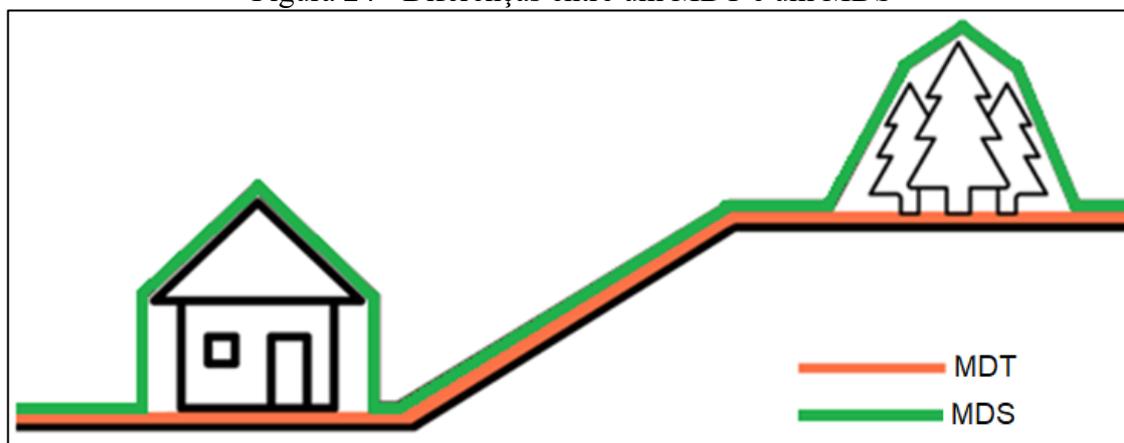
naturais e antrópicas na superfície do terreno (essa elevação, por exemplo, pode vir do topo de edifícios, vegetação, entre outros), caracterizando um MDS. O MDS representa informações sobre a maior elevação de cada ponto, proveniente do solo ou acima do mesmo (OLIVEIRA e TOMMASELLI, 2012). Esse modelo tem sido constantemente utilizado em projetos de linhas de transmissão, cálculo de volume em obras de engenharia, estudos de trajetos rodoviários e ferroviários, além de auxiliar na análise de cenários urbanos complexos, especialmente à medida que as regiões construídas mudam ao longo do tempo devido à expansão urbana.

Já o MDT representa a superfície física do terreno referenciada a um datum vertical (no caso do Brasil, o *datum* vertical de Imbituba), ou seja, considera apenas o relevo natural da região. O MDT é essencial para produzir ortofotos e para projetos de corte e aterro, estudo de traçado em projetos de vias, mapas de declividade, geração de curvas de nível, assim como perfis topográficos e o perfil longitudinal do terreno. Sua obtenção a partir do MDS é realizada através de processos de filtragem, como remoção de sombras, análise da declividade do terreno, classificação prévia das imagens e superfície de tendência (COSTA et al., 2007; MIYOSHI et al., 2009).

No levantamento aerofotogramétrico, as curvas de nível são geradas a partir do MDT, em produtos em escala 1:1000 a equidistância entre as curvas mestras e secundárias de ser de 5,0m e 1,0m, respectivamente, de acordo com PEC-PCD A.

A Figura 24 ilustra as diferenças entre um MDT e um MDS, observe como o MDT (linha laranja) segue o perfil do terreno e suas variações de elevação, enquanto o MDS (linha verde) segue as estruturas e objetos presentes na superfície, como topo da casa e a árvore.

Figura 24 - Diferenças entre um MDT e um MDS



Fonte: Adaptado de <https://zhuanlan.zhihu.com> (2023).

#### 4.7.1.7 O uso de VANT na aquisição de dados geoespaciais

A tecnologia de aerofotogrametria passou por transformações notáveis com o advento de aeronaves pilotadas remotamente, também conhecidas como VANTs. Essa evolução ocorreu principalmente devido aos altos custos associados ao uso de aeronaves tripuladas e câmeras de alta resolução, o que muitas vezes inviabiliza a contratação de serviços por municípios de médio e pequeno porte com recursos limitados. Os VANTs apresentaram uma solução mais acessível e eficiente, ampliando o alcance da aerofotogrametria a empresas de menor porte, diversificando os prestadores de serviços nessa área.

Esses dispositivos possuem vantagens significativas, incluindo operação simplificada, custos operacionais menores e equipes de campo mais reduzidas. Eles oferecem maior flexibilidade e agilidade na realização de levantamentos em diferentes regiões geográficas.

O uso de VANT, comumente conhecido como drone, tem sido amplamente discutido e adotado para levantamentos e aplicações cadastrais (CUNNINGHAM et al. 2011; MANYOKY et al. 2011; CRAMER et al. 2013; BARNES et al. 2014; CROMMELINCK et al., 2017; ZANETTI, 2017; KOEVA et al.; 2018). Esse sistema oferece tecnologia adequada para coletar dados com alta resolução espacial, temporal e precisão, incluindo modelos digitais de superfície, tudo isso a um custo operacional e material relativamente baixo.

Koeva *et al.* (2018) verificaram que a qualidade obtida pelos produtos fotogramétricos de VANT depende de vários fatores. Erros visuais nas ortofotos finais, principalmente resultantes da deformação do modelo digital de superfície, são causados pela insuficiente sobreposição durante a captura da imagem. A nuvem de pontos gerada requer densidade adequada para executar a reconstrução geométrica de objetos específicos. Isso realça a importância de um planejamento rigoroso do voo e aquisição precisa de imagens, garantindo assim a qualidade do produto final. Outras deformações, como duplicações de objetos em movimento, podem ser eliminadas através do ajuste manual das imagens de entrada selecionadas para a criação da ortofoto.

Manyoky *et al.* (2011) pesquisaram o uso de VANT para fins cadastrais, comparando-o com o posicionamento GNSS RTK, e descobriram que sua utilização para esse fim fornece maior densidade de pontos. Eles indicam que a orientação das imagens é determinante para a qualidade das informações obtidas.

Zanetti (2017) avaliou a qualidade cartográfica das imagens obtidas com o VANT Echar 20A de asa fixa (com câmera Sony ILCE-7R), em uma área de estudo de 144 hectares, com diferentes números e distribuições de pontos de controle, de modo a verificar a influência desses. A autora concluiu que, em geral, as avaliações das ortofotos estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelo decreto-lei nº 89.817 / ET-CQDG para a escala 1:1.000. Ortofotos geradas com 5 e 10 pontos de controle obtiveram classificação B, enquanto a ortofoto gerada com 15 pontos de controle alcançou a classe A quando esses pontos foram distribuídos aleatoriamente pela região de estudo. A ortofoto gerada com 15 pontos de controle agrupados obteve classificação D para escala 1:1.000. Sempre é necessário avaliar a exatidão posicional antes de utilizar produtos gerados por esses sistemas, e essa avaliação deve ser feita através da materialização e levantamento de pontos de checagem.

Garcia (2020) conduziu experimentos com diferentes configurações de processamento utilizando dados de VANTs de baixo custo e avaliou os produtos resultantes. O estudo foi realizado em uma área de 3,85 hectares, com cobertura aérea de 60% (lateral) e 80% (longitudinal), resolução espacial de 1 cm e 5 pontos de controle. O autor constatou a possibilidade de produzir produtos cartográficos PEC na classe A para escalas de 1:500 e 1:1000, para planimetria e altimetria, respectivamente.

As pesquisas até o momento destacam as promissoras oportunidades proporcionadas pelo uso de VANTs na obtenção de ortofotos com alta resolução e precisão, simplificando consideravelmente a criação (para municípios menores) e atualização de bases cartográficas. Essa tecnologia traz consigo diversos benefícios, como a capacidade de adquirir imagens de maneira rápida e econômica, possibilitando a obtenção de dados detalhados em áreas de difícil acesso ou de risco, resultando em uma maior resolução espacial e temporal dos produtos gerados.

Entretanto, é fundamental estar ciente das limitações existentes, considerando os requisitos específicos de cada aplicação, o tipo de equipamento empregado, a extensão da área a ser mapeada e as regulamentações pertinentes. Ao levar em conta esses requisitos, é possível assegurar que os produtos gerados atendam às condições necessárias e apresentem qualidade adequada para as finalidades desejadas.

Além disso, é importante considerar outros fatores, como as condições ambientais, incluindo o clima e a interferência eletromagnética, que podem afetar a qualidade das imagens e dos dados coletados. Um planejamento cuidadoso, que englobe uma análise prévia das condições e requisitos do projeto, é fundamental para o sucesso da utilização de VANTs na geração de dados geoespaciais.

Ao equilibrar adequadamente esses aspectos e aderir as normas e regulamentações vigentes, é possível aproveitar ao máximo os benefícios proporcionados pelo uso de VANTs na elaboração e atualização de bases cartográficas, permitindo a obtenção de produtos de alta qualidade que atendam às necessidades específicas de cada aplicação.

É possível afirmar que o uso de VANTs para aquisição de dados para implantação e atualização de bases cartográficas municipais é viável. Essa tecnologia apresenta grande potencial de aplicação, permitindo a aquisição de informações geoespaciais com custos reduzidos, economia de tempo e alta qualidade, além de proporcionar atualizações de dados com maior frequência.

Um aspecto importante que os contratantes de serviços de VANTs devem considerar é que a empresa contratada deve estar registrada no Ministério da Defesa (MD) para conduzir operações de aerolevante. Caso contrário, os dados e produtos gerados por uma empresa não registrada não terão valor legal. Por exemplo, se uma prefeitura utilizar os dados de uma empresa sem registro no MD para estruturar ou atualizar seu cadastro, um cidadão pode impugnar o lançamento do imposto e invalidar a cobrança, além das possíveis consequências legais, cíveis e administrativas.

- **Considerações sobre as categorias de VANT de asa fixa e rotativa**

No mercado de VANTs existem inúmeros modelos voltados para aplicações no mapeamento aéreo, classificados principalmente em duas categorias: asa rotativa (Figura 25) e asa fixa (Figura 26).

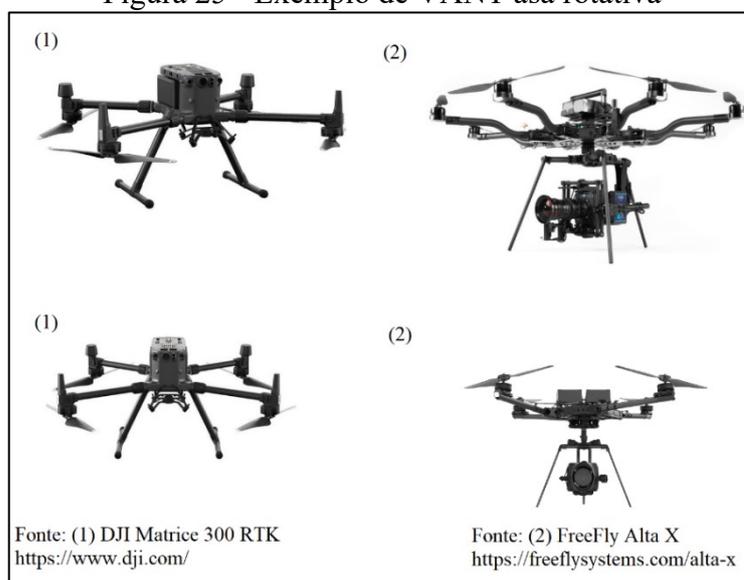
Os VANTs de asa rotativa (ou multirrotor) funcionam de forma similar a helicópteros. Eles obtêm sustentação por meio da rotação das hélices ao longo de eixos verticais, oferecendo alta manobrabilidade, capacidade de decolagem vertical e voo estacionário, o que facilita o pouso, a decolagem e o acesso a áreas de difícil alcance. No entanto, comparados aos VANTs de asa fixa, sua autonomia de voo é limitada, tornando-os mais adequados para áreas menores. Sua maior vantagem reside na flexibilidade operacional.

Os modelos de VANTs de asa fixa se assemelham a aeronaves convencionais, exigindo deslocamento horizontal para gerar sustentação nas asas (BEHNCK, 2014). São plataformas mais robustas e necessitam de maior espaço para decolagem e pouso, o que pode torná-los menos eficientes para levantamentos em áreas urbanas e densamente arborizadas. No entanto, eles possuem maior capacidade de carga e podem acomodar baterias com autonomia estendida, permitindo voos mais rápidos, de longa distância e maior duração. O modelo ARATOR 5C, fabricado pela XMobots. O fabricante afirma ser capaz de mapear até 500

hectares em um único voo (com uma autonomia de 1 hora), com resolução espacial de 5 cm e sobreposição lateral de 60%. Devido a essas características, essas aeronaves podem atingir altitudes mais elevadas e proporcionar maior estabilidade em condições de vento forte, sem comprometer muito o desempenho.

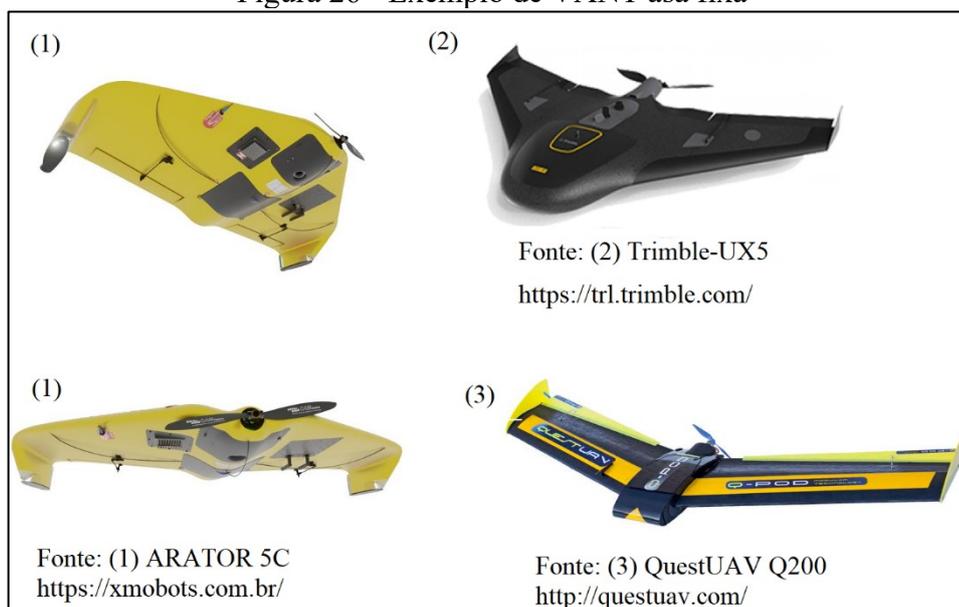
Gerk (2018) compara plataformas convencionais e VANTs para a produção de produtos cartográficos, classificando-os com base em diferentes aspectos, como geometria de aquisição, visibilidade do objeto, área de cobertura, resolução espacial e sensores óticos (Quadro 11).

Figura 25 - Exemplo de VANT asa rotativa



Fonte: Adaptada dos respectivos fabricantes destacados (2023).

Figura 26 - Exemplo de VANT asa fixa



Fonte: Adaptada dos respectivos fabricantes destacados (2023).

Quadro 11 - Plataforma convencional e VANT comparação sob diferentes parâmetros

Aspectos	Aertransportado convencional	VANT
Geometria de aquisição	Nadir (vertical), oblíqua	Nadir, oblíqua, horizontal (Flexibilidade para aquisição)
Visibilidade do objeto	Cobertura do terreno e de telhados	Reconstrução mais completa de objetos
Área de cobertura	1-n km <sup>2</sup>	De objetos únicos à aproximadamente: Asa rotativa - 25 a 30ha Asa Fixa - até 450ha
Resolução espacial aproximada	≥ 5 cm	Em cm ou menor
Sensores óticos embarcados	RGB, multiespectral, termal, e hiperespectrais	RGB, multiespectral, termal, e hiperespectrais

Fonte: Adaptado de Gerck (2018).

Ademais, embora os VANTs de asa rotativa sejam flexíveis, eles enfrentam restrições em relação à grandes áreas devido à autonomia limitada das baterias, levando a um maior número de voos, o que pode complicar o processamento e a execução do projeto. Para áreas maiores, a asa fixa é a opção recomendada, devido à sua maior autonomia e produtividade.

Há diferenças substanciais entre esses dois tipos de aeronaves, mas tanto uma quanto a outra são capazes de produzir resultados de alta qualidade. No entanto, a escolha do equipamento adequado não é trivial, exigindo uma análise abrangente de vários aspectos e situações, como o relevo da área de mapeamento, o sensor a ser utilizado, a capacidade de carga, a autonomia e a velocidade de voo, a distância percorrida, a altitude de voo, as restrições regulatórias e os requisitos mínimos definidos pelos contratantes. Nesse sentido, a legislação referente ao acesso ao espaço aéreo brasileiro também é um fator determinante.

Os mapeamentos aéreos realizados por VANTs têm o potencial de substituir parcialmente a coleta de dados por meio de plataformas convencionais, especialmente em áreas de menor extensão. Esse sistema oferece uma solução completa a um custo consideravelmente inferior se comparado aos sistemas fotogramétricos digitais tradicionais. A redução de custos viabiliza a realização de imageamentos aéreos em pequenas áreas, frequentemente inviáveis usando métodos tradicionais.

Essa técnica mostra-se particularmente promissora em levantamentos urbanos, devido à eficiência da operação, a possibilidade de atualizações frequentes das imagens (resolução temporal) e o custo semelhante ao de uma imagem orbital, porém com resolução espacial superior (inédita para os métodos tradicionais), atendendo às expectativas dos

levantamentos. A riqueza de detalhes nas ortofotos possibilita a identificação clara de edificações e vias, o que pode ser útil na solução de problemas relacionados à atualização cadastral, dada a natureza dinâmica das mudanças em uma região. Além disso, contribui para a implementação do CTM e a criação de bases cartográficas municipais para municípios menores, fornecendo qualidade, eficiência e viabilidade econômica.

#### **4.7.1.8 Parâmetros para contratação de serviços especializados na elaboração da base cartográfica municipal**

Um estudo realizado por Guidi (2018) abordou os aspectos relacionados aos termos de referência de editais de concorrência pública para a construção de bases cartográficas municipais. Na pesquisa foi observado que muitas prefeituras enfrentam dificuldades ao tentar especificar, de maneira detalhada, um documento técnico, que permita o gerenciamento abrangente de atividades contratadas para levantamento aerofotogramétrico, visando à obtenção de um produto final de qualidade com as características necessárias. A análise também demonstrou que boa parte dos municípios investigados apresentou termos de referência com falhas técnicas e lacunas de informações importantes para a produção de produtos cartográficos capazes de cumprir os requisitos de um cadastro físico territorial e multifinalitário de qualidade. A produção de uma base cartográfica digital, que não satisfaça às necessidades municipais devido à falta de precisão, baixa quantidade de informações, resolução insatisfatória das ortofotocartas e outros aspectos, resulta em desperdício de recursos públicos.

A contratação de uma empresa especializada para elaborar a base cartográfica digital usando cobertura aerofotogramétrica exige a formulação de um projeto básico. Esse projeto deve ser elaborado pelo corpo técnico especializado da prefeitura ou por profissionais contratados com essa finalidade específica. É essencial estabelecer normas, metodologias e especificações técnicas claras para a execução dos serviços especializados. O projeto básico funcionará como um guia que delineará os objetivos, requisitos técnicos e diretrizes para a contratação e execução do trabalho. Ele deve abordar aspectos como área de abrangência, escala de trabalho, resolução espacial desejada, características do sistema de referência, prazos de entrega, entre outros. Além disso, pode incluir informações sobre os produtos finais esperados, como ortofotografias, modelos digitais de terreno, curvas de nível e outros elementos cartográficos.

Os produtos resultantes devem estar em conformidade com a escala 1:1.000, com padrão de exatidão cartográfica PEC-PCD Classe A (padrão exclusivo para base cartográfica digital), conforme definido na “Especificação Técnica Para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais” (ET-CQDG), além da resolução espacial GSD de 10 cm ou melhor.

Outros parâmetros para a configuração dos serviços a serem contratados são detalhados por Guidi (2018) para aeronaves tripuladas, incluindo:

- Planejamento geral e plano de trabalho;
- Levantamento aerofotogramétrico com a aquisição de imagens aéreas digitais coloridas, com resolução espacial GSD de 10 cm, sobreposição estereoscópica longitudinal de 60% e lateral de 30%, abrangendo a área total do município e uma faixa adicional de 500 metros;
- Levantamento aerofotogramétrico com a aquisição de imagens aéreas digitais coloridas, com resolução espacial GSD de 10 cm, sobreposição estereoscópica longitudinal de 80% e lateral de 40%, na área verticalizada do município;
- Implantação ou reestruturação de uma RRCM, conforme estabelecido pelas normas correspondentes;
- Perfilamento a laser com densidade mínima de 2 pontos  $m^2$  da área total do município, incluindo a faixa adicional de 500m;
- Restituição estereofotogramétrica digital em escala 1:1000, abrangendo a área urbana e a zona de expansão urbana do município, seguindo os grupos de níveis de informação determinados pelo contratante;
- Restituição estereofotogramétrica digital em escala 1:1000 para a área rural, identificando características como caminhos, rodovias, vegetação, hidrografia, ferrovias, linhas de transmissão de energia de alta tensão, estruturas, escolas, construções e outros elementos relevantes da região;
- Ortofotocartas digitais coloridas reamostradas com GSD de 10 cm, na escala de 1:1000 para área levantada;
- Arquivos digitais resultantes da restituição preparados para utilização em SIG;
- Outros serviços complementares podem ser detalhados no projeto básico.

Em áreas de pequena e média extensão, onde escalas ampliadas e coleta de dados qualitativos são necessárias, o uso de levantamento aerofotogramétrico com aeronave tripulada (método convencional) pode não ser a opção mais adequada devido ao alto custo associado. Nessas situações, as alternativas mais recomendadas incluem a aerofotogrametria realizada por VANTs ou levantamentos topográficos e GNSS, pois esses métodos permitem a coleta de dados

qualitativos juntamente com o levantamento, oferecendo maior precisão e custos relativamente menores.

É importante destacar que o levantamento aerofotogramétrico pode ser utilizado de forma complementar e como etapa preliminar aos métodos diretos, formando uma base para fornecer parcelas provisórias para a inicial espacialização de uma região, servindo de suporte a ligação de informações cadastrais e o polígono referente a parcela. Seu emprego também é essencial para o desenvolvimento do CTM, de forma a apoiar a estruturação dos mais diversos níveis (camadas) de informações que formam a base cartográfica municipal, em conjunto com os dados alfanuméricos dispostos em banco de dados.

#### **4.7.2 Base Cartográfica obtidas por levantamentos topográficos convencionais**

A evolução tecnológica na obtenção de dados geoespaciais viabilizou o aprimoramento de softwares, metodologias e equipamentos de medição objetivando o posicionamento espacial, que repercutiu na produtividade em campo. A obtenção dos dados por levantamento terrestre é realizada por métodos diretos como a topografia e a geodésia espacial.

Tradicionalmente, os métodos clássicos de levantamentos topográficos são empregados por proporcionarem precisões adequadas; as limitações associadas a morosidade dos procedimentos de campo, que elevavam os custos dos levantamentos, foram reduzidos pelo avanço tecnológico, tornando os levantamentos em campo semiautomatizado.

O posicionamento por meio de receptores GNSS tornou-se uma das metodologias mais empregadas em levantamentos cadastrais. As técnicas fundamentadas nessa ferramenta são mais acessíveis do que as abordagens convencionais. A técnica GNSS-RTK (posicionamento cinemático em tempo real) proporciona precisão, agilidade e facilidade de uso, destacando-se em levantamentos cadastrais e de detalhes (SILVA e SEGANTINE, 2015).

É importante observar que determinadas situações inviabilizam ou dificultam a execução dos levantamentos topográficos tradicionais, como: a necessidade dos pontos serem intervisíveis nos levantamentos com estações totais (onde terá a necessidade do aumento do número de pontos e com isso pode ocorrer a degradação da precisão no transporte de coordenadas); a multi reflexão dos sinais GNSS (conhecido como efeito multicaminhamento), muito presente em ambientes urbanos, pode causar perda de sinal no receptor, afetando a determinação de coordenadas. No entanto, esses problemas podem ser contornados por meio da associação de diferentes geotecnologias.

#### 4.7.2.1 Levantamentos topográficos com Estação Total

A utilização dos Medidores Eletrônicos de Distância (MED) proporcionou a medição de distâncias maiores com alta precisão e exatidão. Além de simplificar esse procedimento, os MEDs também aprimoraram a qualidade das medições. A precisão passou de milímetros para décimos de milímetros (SOUZA, 2001).

O surgimento da estação total, que combina um teodolito eletrônico, um MED e um microprocessador com unidade de memória em um único aparelho, representou um marco na história da topografia. O uso desses equipamentos e softwares topográficos tornou a coleta de dados praticamente automatizada e fundamentou o conceito de “Topografia Digital”.

O mercado de equipamentos topográficos atualmente dispõe de Estações Totais que incorporam avanços tecnológicos notáveis, como medição de distância sem a necessidade de prisma (alcançando de 400 m a 1000 m) e/ou determinação em tempo real das coordenadas de pontos. Neste último caso, a estação total possui um receptor GNSS RTK (posicionamento cinemático em tempo real) integrado ao sistema, facilitando e agilizando operações de cadastro urbano e o alcance de pontos inacessíveis.

O uso da estação total oferece diversas vantagens bem como algumas desvantagens em comparação com equipamentos mais tradicionais, como trena e teodolito eletrônico:

##### **Vantagens:**

- Aplicativo interno para cálculo instantâneo de coordenadas e área em campo;
- Otimização do trabalho e aumento da qualidade do serviço;
- Redução significativa de custos no processo;
- Armazenamento dos dados em memória interna e externa;
- Alcance máximo de distância, em condições atmosféricas adequadas, varia de 2,5 km a 7,5 km (com utilização de dois ou mais prismas);
- Alcance máximo, usando 1 prisma, varia de 1 km a 1,5 km;
- Facilitação de medições em terrenos acidentados, áreas urbanas, regiões com tráfego de veículos, lagos, entre outros;
- Integração com softwares topográficos e SIG;
- Medições sem prisma podem ser realizadas rapidamente em pontos de difícil acesso.

##### **Desvantagens:**

- Equipamento de alto custo;
- Necessário profissional especializado;

- Requer retorno ao escritório para processamento e preparação dos cálculos e plantas em software apropriado.

De acordo com a ABNT NBR 13.133/2021, as estações totais são classificadas de acordo com suas precisões angulares e lineares, sendo especificada a classe do equipamento adequada para a implantação de uma poligonal topográfica, como pode ser observado no Quadro 12.

Quadro 12 - Classificação de estações totais e suas respectivas precisões

Classe	Desvio-padrão da direção	Desvio-padrão linear
1	$\sigma \leq 02''$	$\leq \pm(1\text{mm} + 1 \times 10^{-6})$
2	$02'' < \sigma \leq 05''$	$\leq \pm(2\text{mm} + 2 \times 10^{-6})$
3	$05'' < \sigma \leq 10''$	$\leq \pm(3\text{mm} + 3 \times 10^{-6})$
NOTA Nas fichas técnicas dos instrumentos, o desvio-padrão corresponde a $1 \times 10^{-6} = 1 \text{ ppm} = 1\text{mm/km}$ .		

Fonte: ABNT NBR 13.133 (2021).

Existem vários métodos clássicos de medições topográficas, porém, quando se trata de levantamento cadastral urbano específico para a definição de limites e detalhes de parcelas, o método polar (irradiação) é indicado.

É importante ressaltar que as especificações das normas ABNT 13.133/2021 e ABNT 14.166/2022 devem ser utilizadas como referência para o levantamento com base no uso da estação total.

#### 4.7.2.2 Posicionamento GNSS

As técnicas empregadas no posicionamento GNSS estão relacionadas a alguns fatores, a saber: observável utilizada (pseudodistância ou diferença de fase), conseqüentemente o tipo de receptor, o referencial adotado (absoluto ou relativo), o tipo de efeméride (transmitidas ou precisas), o número de receptores envolvidos, o tempo de coleta e o instante do processamento, entre outros.

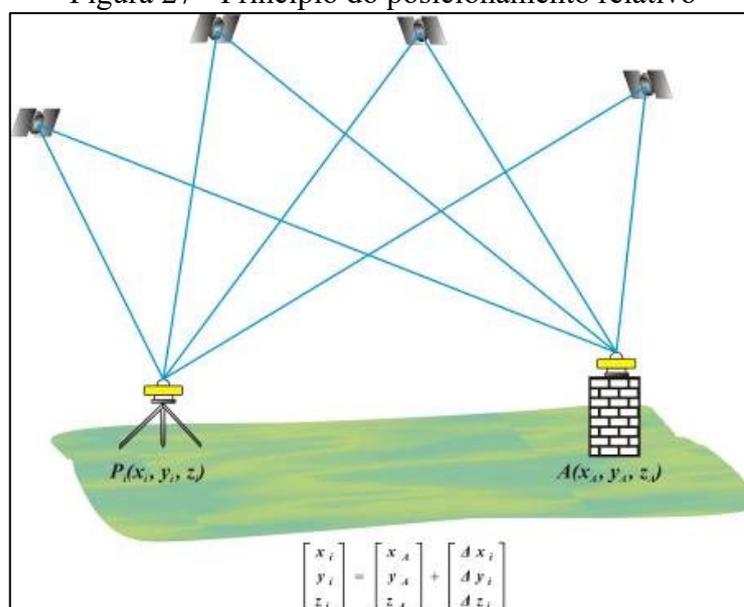
As diferentes técnicas foram desenvolvidas para explorar a capacidade do GNSS de fornecer coordenadas precisas na superfície terrestre ou próxima dela. Isso tem sido uma meta importante para pesquisadores desde o início do GPS (SEEBER, 2003). No começo dos anos 1990, eram necessárias várias horas de medições em modo relativo estático (Figura 27) para alcançar precisões de alguns centímetros após o processamento dos dados brutos.

Com o advento das multiconstelações (GNSS, GLONASS, Galileo e Beidou) e o desenvolvimento nos sistemas de satélite e receptores nas últimas duas décadas, as técnicas em tempo real de alta precisão, como os levantamentos RTK, tiveram avanços significativos. Isso permitiu ampliar a distância entre as estações de referência e as estações móveis e reduzir o tempo de medição.

O posicionamento GNSS alcança alta exatidão e eficiência em um curto período de observação e, dependendo do método e estratégias adotadas, é compatível com as exigências das normas e especificações de levantamentos cadastrais adotados no Brasil.

O método relativo ou diferencial (Figura 27) envolve a observação simultânea dos mesmos satélites em duas ou mais estações, pelo menos uma delas com coordenadas conhecidas. Um receptor é instalado na estação de referência ( $A$ ) e outro no ponto a ser posicionado ( $P_i$ ). As observações são processadas para determinar as componentes ( $\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i$ ) do vetor posição desse ponto em relação à estação de referência. Após o processamento, as componentes são somadas às coordenadas da estação de referência, e obtendo assim as coordenadas do ponto desejado (LEICK, 1995).

Figura 27 - Princípio do posicionamento relativo



Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Com as redes ativas, como a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC), as técnicas podem ser usadas mesmo quando o usuário possui apenas um receptor, pois os dados coletados dessas estações podem ser usados no processamento.

O posicionamento relativo pode ser dividido em estático e cinemático, os quais diferem principalmente quanto à duração da sessão, deslocamento da antena durante o rastreamento e a forma de resolução das ambiguidades.

O método diferencial estático envolve um receptor (base) mantido fixo para coleta de dados, enquanto outro receptor (*rover*) é colocado nas estações de interesse. Tanto o receptor da estação de referência quanto o receptor na estação com coordenadas a serem determinadas permanecem estacionários durante toda a sessão de observação (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008). Esse método é amplamente aplicável em levantamentos cadastrais para determinações de marcos e vértices geodésicos relacionados à RRCM, para dar suporte a outros métodos de medição.

No método cinemático, a estação base permanece fixa em um ponto com coordenadas conhecidas, enquanto uma ou mais antenas (*rovers*) se movem, passando pelos pontos de interesse. Durante o levantamento, a antena base deve coletar dados do mesmo conjunto de satélites que o rover, ou seja, dos satélites presentes no horizonte do observador.

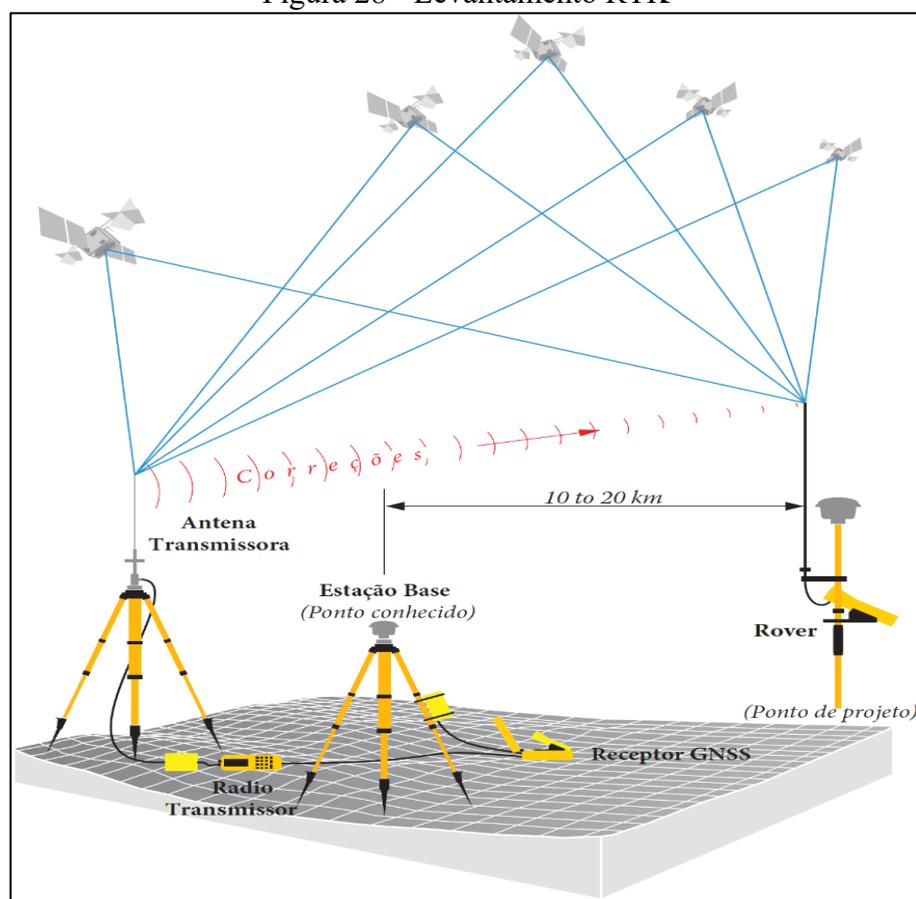
O método Cinemático Pós-Processado (PPK), que engloba os métodos cinemáticos e semi-cinemáticos (conhecidas como *stop-and-go*), são técnicas de alta produtividade em levantamentos cadastrais. Elas são mais adequadas para áreas com o mínimo possível de obstruções de satélites. Nesse método, o tempo de observação das sessões é significativamente reduzido em comparação ao método estático. A técnica cinemática requer a resolução das ambiguidades de fase antes de iniciar o levantamento. Após a inicialização, não deve haver perda de sinal ou bloqueio; caso isso ocorra, a inicialização deve ser reiniciada.

A técnica *stop-and-go* apresenta características operacionais semelhantes ao método cinemático. Ela é caracterizada pela alternância entre as paradas e movimentações do receptor (*rover*), para determinar as posições dos pontos fixos ao longo da trajetória. As ambiguidades devem ser resolvidas primeiro, e para isso o rover deve permanecer entre 5 a 10 minutos no primeiro ponto. Em seguida, os pontos de interesse são ocupados em um intervalo de tempo curto, sem perder o sinal dos satélites. A característica mais importante desse método é o aumento da precisão quando várias épocas de medição nos locais de parada são acumuladas e calculadas (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).

O posicionamento cinemático em tempo real (RTK), representado na Figura 28, combina tecnologia de satélite com um rádio modem ou telefone celular para obter correções instantâneas. Isso permite ao operador obter informações diretamente em campo, sem a necessidade de pós-processamento. O posicionamento RTK é alcançado através da fixação inicial das ambiguidades em tempo real, enquanto o receptor está em movimento, o que inicia

a operação. O receptor pode se movimentar juntamente com o operador e até mesmo perder temporariamente o sinal de satélite, mas as ambiguidades são resolvidas em poucos segundos, permitindo a realização do levantamento cadastral.

Figura 28 - Levantamento RTK



Fonte: Adaptada de Van Sickle (2015).

No levantamento RTK, é necessário nivelar o bastão, para reduzir a posição do centro de fase para a posição na ponta do bastão. No entanto, essa técnica apresenta algumas desvantagens, como a necessidade de nivelamento do bastão, o que demanda tempo e está sujeito à erros humanos (como bolhas desniveladas). Além disso, nem sempre é possível manter verticalmente nivelada a antena para medições em pontos como quinas de construções, imóveis ou muros. A referida técnica limita a produtividade, precisão e aplicabilidade do posicionamento RTK, especialmente para definir limites em áreas urbanas.

Uma estratégia para lidar com essa dificuldade é elevar a antena GNSS (quando possível) acima da altura do muro ou construção a fim de evitar o bloqueio de sinal e melhorar a visibilidade dos satélites. A máscara de observação, que é o ângulo mínimo de elevação necessário para que a antena rastreie os satélites, é essencial nesse contexto. Posicionar a antena

acima dessa altura mínima pode garantir o recebimento adequado dos sinais GNSS, minimizando possíveis erros de medição.

Os estudos realizados por Pirt et al. (2009) e Coelho (2013) identificaram limitações na obtenção de precisão em aplicações cadastrais utilizando o RTK, principalmente devido aos efeitos de multicaminho e perdas de sinal causadas por obstáculos como árvores, muros e edifícios. Em algumas situações, mesmo quando os indicadores de qualidade apontam soluções favoráveis, as posições obtidas não são precisas. Em casos de bloqueios de sinal, é recomendado recorrer ao auxílio da estação total ou a outros métodos de medição mencionados anteriormente.

Uma das formas de comunicação do sistema ocorre através de transmissões VHF (*Very High Frequency*) ou UHF (*Ultra High Frequency*), que permitem instalações simples e de menor custo. No entanto, a exatidão pode ser prejudicada pelo efeito de multicaminho.

De acordo com Krueger et al. (2020), o sistema de comunicação via satélite apresenta desvantagens como o alto custo da transmissão de dados e a necessidade de uma conexão (por exemplo, linha telefônica) para cada estação de referência. Ainda segundo Krueger et al. (2020), a quantidade de usuários simultâneos é limitada pela disponibilidade de modems na estação de referência. A transmissão por telefonia celular é promissora, sobretudo devido à tecnologia 5G, que poderá contribuir com a transmissão de correções diferenciais. A integração do sistema GNSS com o 5G poderá tornar o posicionamento mais preciso, especialmente em regiões urbanas, mas será imprescindível a compatibilidade e a interoperabilidade entre os sistemas (HEIN, 2020).

Um modo robusto, atualmente, para a transmissão das correções diferenciais é via protocolo NTRIP (*Network Transport of RTCM via Internet Protocol*), embasado em *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), ou seja, habilitado para transmitir os dados via internet (GALHARDO, 2018).

Costa et al. (2008) apontam a desvantagem do sistema só funcionar em áreas providas de *internet wireless* ou serviços providos por telefonia celular, mas destacam uma série de vantagens na utilização do protocolo NTRIP em levantamentos RTK, são eles:

“Os receptores não necessitam de licenças especiais para trabalhar com Ntrip, somente a necessidade de haver internet na região em que o levantamento é executado; Um modem GSM/GPRS ou 3G é mais econômico que um rádio UHF, comparando-se o Ntrip via telefone celular, com um sistema clássico RTK por UHF; Não é necessário manter um receptor GNSS na base com um operador durante todo o dia; Não é necessário buscar locais altos para instalar a base e o transmissor para um maior alcance das correções; O alcance da internet é maior que do rádio; O rádio não funciona com obstruções, a internet independe de obstruções entre o receptor móvel

e a base; A jornada de trabalho com o Ntrip será reduzida quando comparada com o método clássico” (COSTA et al., 2008).

Desde 2009, o IBGE disponibiliza gratuitamente, via protocolo NTRIP, o serviço da RBMC dos Sistemas GNSS em tempo real (RBMC-IP). Esse serviço oferece posicionamento RTK a partir das estações da RBMC e pode ser acessado pelo endereço IP 170.84.40.52 (porta 2101). A porta 2101 é reservada para a transmissão das correções diferenciais obtidas pelos programas cliente NTRIP (IBGE, 2017). A Figura 29 representa a distribuição de todas as estações da RBMC no do território brasileiro, onde 104 estações compõem RBMC-IP.

Figura 29 - Representação das estações da RBMC-IP



Fonte: IBGE (2017)

A RMBC-IP é um serviço confiável e passível para ser empregado em levantamentos topográficos cadastrais, como afirma Galhardo (2018) e Krueger et al. (2020). Porém, convém a observação de que as exatidões obtidas no levantamento RTK em ambiente urbano estará relacionada as interferências sofridas pelo receptor.

Uma observação relevante é que, embora o método produza posições calculadas finais, não permite verificar se as posições foram computadas corretamente. Recomenda-se que a base e o rover produzam posições RTK e registrem os dados brutos para pós-processamento, se necessário.

O Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) é outro método amplamente utilizado, devido à disponibilidade, simplicidade de uso e acesso a serviços online gratuitos. No Brasil, o serviço de pós-processamento de dados GNSS foi disponibilizado pelo IBGE-PPP, acessível pelo link [www.ppp.ibge.gov.br](http://www.ppp.ibge.gov.br), e fornece coordenadas referenciadas ao SGB. No IBGE-PPP são usados dados de um único receptor, podendo ser processados no modo estático ou cinemático, de acordo como foi realizado o levantamento. Outra grande vantagem na utilização desse aplicativo, é que o usuário não precisa adquirir um software comercial para o pós-processamento, porém não é possível definir estratégias para o processamento e ajustamento dos dados. A Quadro 13 apresenta os aplicativos e links para utilização do referido método.

Quadro 13 - Serviços de pós-processamento on-line gratuitos de GNSS

<b>Aplicativo</b>	<b>Link de acesso</b>	<b>Responsável pela manutenção</b>
APPS	<a href="https://apps.gdgps.net/apps_file_upload.php">https://apps.gdgps.net/apps_file_upload.php</a>	NASA - Jet Propulsion Laboratory
AUSPOS	<a href="https://gnss.ga.gov.au/auspos">https://gnss.ga.gov.au/auspos</a>	Geoscience Australia
CSRS-PPP	<a href="https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php">https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php</a>	Natural Resources Canada
GAPS	<a href="http://gaps.gge.unb.ca/bestpractices.html">http://gaps.gge.unb.ca/bestpractices.html</a>	University of New Brunswick's Canadá
IBGE-PPP	<a href="https://ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&amp;t=processar-os-dados">https://ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&amp;t=processar-os-dados</a>	IBGE
Magic-PPP	<a href="https://magicgnss.gmv.com/">https://magicgnss.gmv.com/</a>	GMV Aerospace and Defense
SOPAC	<a href="http://sopac-old.ucsd.edu/scout.shtml">http://sopac-old.ucsd.edu/scout.shtml</a>	California Spatial Reference Center

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

No Brasil, estão estabelecidas diversas especificações e normas por diferentes entidades e órgãos públicos, tais como o IBGE, INCRA e ABNT, que regem os levantamentos utilizando receptores GNSS. O IBGE (2017) elaborou especificações e diretrizes para levantamentos geodésicos vinculados ao SGB, com o propósito de uniformizar a aplicação de

variadas técnicas e metodologias de coleta e processamento, utilizadas nos levantamentos conduzidos pela própria instituição. Isso visa a assegurar a comparabilidade e a compatibilidade das informações geodésicas, a fim de possibilitar sua integração ao SGB de forma harmonizada.

A NTGIR, publicada pelo INCRA, aborda o georreferenciamento de imóveis rurais e fornece diretrizes para definir os limites dessas propriedades e executar o levantamento correspondente.

A ABNT NBR 14.166 (2022) apresenta, em algumas de suas seções, estratégias e métodos para a implantação e densificação da RRCM por meio de levantamentos GNSS.

Quanto à ABNT NBR 13.133 (2021), ela estabelece que a determinação de coordenadas de pontos utilizando receptores GNSS pode ser realizada por diferentes métodos, dependendo da exatidão necessária para a finalidade do levantamento. No entanto, se a finalidade for a implantação de pontos de apoio geodésico ou topográfico em redes, a preferência recai sobre métodos, que permitam ajustamentos por mínimos quadrados.

Apesar da ABNT NBR 17.047 (2022) não mencionar diretamente levantamentos com receptores GNSS, ela reforça a necessidade de seguir as diretrizes estabelecidas nas NBRs 13.133 (2021) e 14.166 (2022).

A escolha adequada do método a ser empregado garante que as medições cadastrais sejam realizadas com maior precisão e exatidão. Independentemente do método ou tecnologia adotados, é fundamental que a propagação das precisões seja efetuada desde os vértices definidores das bases de referência até os pontos de apoio implantados.

### **4.7.3 Procedimentos para a atualização da Base Cartográfica**

O estabelecimento de um fluxo de informações contínuo é imperativo para viabilizar e consolidar um processo de trabalho entre as entidades responsáveis pela geração e manutenção das informações cartográficas. Isso envolve a definição de normas e procedimentos para garantir a acessibilidade das informações e a realização das atualizações necessárias.

As prefeituras devem implementar mecanismos específicos para garantir a atualização periódica e constante da base cartográfica, podendo inclusive ser formalizado por meio de legislação de proteção da mesma.

O exemplo do Distrito Federal em 1977 é ilustrativo. O Decreto nº 4.008/77 tornou obrigatória a referência de todos os serviços topográficos e cartográficos ao Sistema Cartográfico do Distrito Federal (SICAD). O uso do SICAD é para atividades como

demarcações, projetos de parcelamento, uso do solo e o acompanhamento de obras de engenharia. Tal obrigatoriedade abrange tanto órgãos da administração pública quanto empresas privadas e profissionais autônomos, cujos projetos requerem aprovação ou supervisão. Além disso, o Artigo 19 do Decreto nº 38.824/2018 esclarece que a Diretoria de Cartografia e Topografia, subordinada à Coordenação do SIT e Urbana do Distrito Federal, detém a responsabilidade pela atualização e manutenção da base cartográfica. Suas atribuições incluem:

"I - planejar e executar a manutenção e atualização do Sistema Cartográfico do Distrito Federal - SICAD; II - planejar e executar a manutenção da rede altimétrica e da base geodésica do DF; III - manter e atualizar a Base Cartográfica do Distrito Federal; [...] X - receber e processar produtos cartográficos para alimentação da base cartográfica do DF; [...] XIII - executar atividades fundamentais à cartografia de base [...]" (DISTRITO FEDERAL, 2018).

O município de Belo Horizonte - MG também adota abordagens semelhantes. O Decreto nº 16.247/16 exige a manutenção atualizada da base cartográfica e a publicação das alterações cadastrais efetuadas. O PDM, Lei municipal nº 11.181/19, requer que o Executivo Municipal assegure a utilização da base cartográfica atualizada na aplicação da legislação urbanística, abrangendo elementos como o sistema viário e o parcelamento do solo. O Executivo Municipal é responsável pelo ajuste e complementação das informações conforme necessário.

A atualização, embora vital para o desenvolvimento municipal, carece de um consenso quanto ao ciclo de atualizações (intervalos de tempo). Costa (2001) recomenda, por exemplo, a realização de levantamentos a cada cinco anos, embora essa prática frequentemente seja mais determinada pelo custo do que por critérios técnicos. O mesmo período é preconizado pela DSG (2016) para atualizações cartográficas em escala 1:1.000 na área urbana.

A relevância da base atualizada é inegável, no entanto, a periodicidade da atualização deve ser adaptada de acordo com a finalidade de uso, visando atender às necessidades específicas de cada município. A partir dessa premissa, são tomadas decisões de ordem pública, visando o bem-estar social, a eficiência de custos e a aplicabilidade prática das informações, setorialmente direcionadas.

O estabelecimento de uma sistemática de atualização contínua pode ser incorporado no aparato administrativo da prefeitura, particularmente sob a competência do órgão responsável pelo SCM. Os dados e informações devem ser coletadas nos órgãos e setores (parcelamento do solo, habitação, obras, cadastro etc.), que supervisionam as intervenções urbanas. A prefeitura, como principal fonte de informações dentro do município, exerce

atividades de controle e fiscalização do espaço urbano, o que abarca a aprovação e fiscalização de novos loteamentos, empreendimentos, desmembramentos e nomenclatura de logradouros. A colaboração com concessionárias de serviços públicos, essenciais para a gestão do território, também é fundamental para a obtenção de dados.

Caso as informações já existam, será importante um trabalho de sobre como acessá-las, realizar verificações em campo (quando necessário) e executar a atualização. O Capítulo 7 deste trabalho apresenta uma proposta de procedimentos para a atualização e manutenção da base cartográfica municipal, aproveitando dados oficiais em conjunto com os processos de desenvolvimento e construção do espaço urbano.

#### **4.8 Resumo e discussão sobre o capítulo**

A elaboração de uma base cartográfica digital municipal é essencial para um planejamento territorial adequado, promovendo um ordenamento eficiente do uso, parcelamento e ocupação do solo urbano, conforme previsto na Constituição Brasileira.

Os métodos e procedimentos discutidos, juntamente com as tecnologias cartográficas modernas, oferecem ferramentas apropriadas para obter informações precisas e detalhadas sobre o território, possibilitando uma melhor compreensão e gerenciamento do espaço geográfico.

A base cartográfica digital, aliada ao SIG, permite a análise espacial, a sobreposição de camadas de informação e a geração de modelos, auxiliando na tomada de decisões estratégicas, no planejamento urbano, na gestão do transporte, na localização de serviços públicos e privados, e na análise de impacto ambiental.

A utilização de escalas adequadas, como 1:1000 ou maiores, e a seleção correta de sistemas de projeção é fundamental para o cadastro territorial urbano e o mapeamento preciso da estrutura urbana. É importante destacar a necessidade de atualizar as bases cartográficas municipais, evitando o uso de escalas como 1:2000, que limitam as atividades de planejamento e o desenvolvimento de projetos municipais.

A legislação, as normas e os padrões estabelecidos pelo SCN, a INDE e outras instituições reguladoras são fundamentais para garantir a qualidade, a interoperabilidade e a distribuição dos dados geoespaciais. O cumprimento dessas normas é essencial para assegurar a precisão, a consistência e a adequação dos produtos cartográficos gerados.

A escolha adequada de um sistema de projeção, como o STL, é essencial para

fornecer informações espaciais precisas em projetos básicos e executivos. É fundamental ter conhecimento sobre os diferentes sistemas de projeção e suas características para evitar escolhas equivocadas que possam resultar em distorções nas representações cartográficas.

A implementação da RRCM desempenha um papel primordial nos municípios, ao oferecer uma infraestrutura básica que apoia as atividades geodésicas e topográficas referenciadas ao SGB, além de estabelecer um sistema unificado de representação cartográfica. Os resultados principais da sua implantação abrangem a simplificação das operações e a redução dos custos associados à produção e manutenção das informações georreferenciadas. Além disso, a RRCM proporciona suporte para trabalhos de aerolevanteamento e contribui na elaboração, manutenção e atualização contínua da base cartográfica municipal.

A utilização de tecnologias como a restituição fotogramétrica, a ortofotocarta, o mosaico de ortofotos e os modelos digitais de terreno e superfície permite obter representações visuais e métricas precisas do ambiente geográfico em diferentes escalas. Esses produtos cartográficos desempenham um papel considerável na elaboração de mapas, planejamento urbano, projetos de engenharia e tomada de decisões em diversas áreas, contribuindo para um desenvolvimento mais sustentável e eficiente das cidades.

Além disso, a introdução do VANT na aquisição de dados geoespaciais apesar de algumas limitações, trouxe benefícios significativos, como redução de custos, otimização de tempo e melhoria da qualidade. No entanto, é importante ter cautela ao utilizar essa tecnologia, levando em consideração requisitos legais e limitações técnicas. Essa ferramenta pode complementar os métodos convencionais de coleta de dados, mas não substituem completamente a coleta de dados em campo, especialmente em relação a dados cadastrais físicos territoriais que vão além dos limites da propriedade.

Nesse contexto, é essencial estabelecer parâmetros para a contratação de serviços especializados na elaboração da base cartográfica municipal. Um alto nível de especificidade e planejamento técnico é necessário para garantir a eficácia e a eficiência do levantamento aerofotogramétrico, bem como para garantir a produção de uma base cartográfica digital de alta qualidade.

Para garantir o sucesso da elaboração e manutenção da base cartográfica municipal, é necessário superar desafios como a complexidade da estrutura organizacional dos municípios e promover a integração entre as secretarias municipais. O compartilhamento e a atualização contínua da base cartográfica requerem mecanismos de colaboração e cooperação, bem como a definição de normas e procedimentos específicos.

Em síntese, a aplicação adequada dos métodos e procedimentos para a elaboração

de bases cartográficas municipais desempenham um papel fundamental no planejamento territorial, no desenvolvimento urbano e na tomada de decisões estratégicas. A utilização adequada de tecnologias cartográficas modernas, juntamente com a integração entre as secretarias municipais e o cumprimento das normas e regulamentos, garante a qualidade, a precisão e a finalidade adequada dessas bases cartográficas, contribuindo para um melhor gerenciamento do território.

## 5 TOLERÂNCIA POSICIONAL NAS MEDIÇÕES CADASTRAIS URBANAS

### 5.1 Introdução

O levantamento cadastral dos limites das parcelas é uma atividade que envolve aspectos técnicos e legais. Além de seguir os procedimentos padrão de levantamentos topográficos e geodésicos, ele também deve considerar questões legais, como a área contida na matrícula, as medidas perimetrais e os confrontantes. Para garantir a precisão do levantamento, é fundamental estabelecer tolerâncias posicionais antes de iniciar qualquer processo de medição, conforme estabelecido em leis, decretos ou normas que regem o assunto.

A caracterização da parcela territorial urbana começa com a determinação de seus vértices, que são definidos por coordenadas vinculadas ao SGB e que estabelecem seus limites. Assim, ele deve ser executado com redundâncias e controle das observações. Isso é feito por meio de um ajustamento do conjunto de pontos de referência e pontos de limite, a fim de garantir a regularidade, qualidade e consistência na determinação das parcelas territoriais.

A caracterização da parcela territorial urbana começa com a determinação de seus vértices, que são definidos por coordenadas vinculadas ao SGB, que definem sua forma, tamanho e seus limites. Para garantir a precisão e a confiabilidade dos dados obtidos, o levantamento deve ser executado com redundâncias e controle das observações. Isso é feito por meio de um ajustamento do conjunto de pontos de referência e pontos de limite, que leva em consideração a regularidade, qualidade e consistência das informações obtidas.

O Princípio da Vizinhança Geodésica é fundamental no processo de caracterização de parcelas territoriais urbanas, pois estabelece a importância de manter a consistência espacial entre as diferentes parcelas, garantindo que elas se encaixem de maneira lógica e precisa no contexto urbano. Isso significa que os levantamentos geodésicos devem ser conduzidos de forma a manter a coerência espacial entre pontos geodésicos próximos uns aos outros. Essa coerência é essencial para evitar discrepâncias significativas que possam comprometer a qualidade e a utilidade dos dados geodésicos. Dessa forma, seguir as normas específicas e os procedimentos adequados é essencial para atingir com sucesso os objetivos do levantamento cadastral dos limites das parcelas territoriais.

O Princípio da Vizinhaça é definido pela ABNT NBR 13.133/2021 como sendo a

“Regra básica da geodésia que deve ser também aplicada à topografia, estabelecendo que cada ponto novo determinado deve ser amarrado ou relacionado a todos os pontos já determinados, para que haja uma otimização da distribuição dos erros”. (ABNT, 2021, pag. 16).

As medições cadastrais devem assegurar garantias técnicas e jurídicas, objetivando a integração destas aos registros públicos. As coordenadas dos vértices limites da parcela devem ter qualidade e confiabilidade estatística associada, ou seja, a exatidão e tolerância posicional determinada deve atender padrões previamente estabelecidos. Com isso, o Princípio da Vizinhaça deve ser uma obrigatoriedade no levantamento cadastral.

## 5.2 Conceito envolvido na tolerância posicional

O conceito inicial relacionado à tolerância posicional decorre da observação fundamental de que é impossível determinar qualquer ponto em sua posição exata devido à variabilidade inerente a qualquer processo de medição.

Se denotarmos por  $y_v$  o valor verdadeiro de uma medida e  $y$  o resultado de uma medição, o erro ( $E$ ) em  $y$  pode ser definido por:

$$E = y_v - y \quad (2)$$

O valor verdadeiro ( $y_v$ ) de uma medição é geralmente desconhecido, e, portanto, o erro ( $E$ ) também é uma quantidade desconhecida. De acordo com a teoria dos erros, o erro ( $E$ ) é tratado como uma quantidade desconhecida que só pode ser avaliada em termos de probabilidades.

Quando uma medição de uma grandeza  $y$  é repetida  $n$  vezes, os resultados normalmente apresentam variações. O valor médio dos  $n$  resultados das medições é definido por:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (3)$$

Nessa expressão,  $y_i$  representa cada resultado individual das medições, e  $n$  é o número total de medições repetidas. Esse valor médio é uma estimativa da grandeza  $y$ , que leva em consideração a variação observada nas múltiplas medições. Isso representa uma estimativa

mais confiável da grandeza em questão, levando em consideração a variabilidade intrínseca ao processo de medição.

### 5.3 Erros compreendidos na medição cadastral

Todo levantamento cadastral, mesmo quando conduzido em conformidade com rigorosos padrões de controle, está sujeito a diversos tipos de erros, que podem ser classificados como grosseiros/brutos, sistemáticos e aleatórios<sup>18</sup> (conhecidos com erros estatísticos). Esses erros decorrem de várias causas relacionadas às condições variáveis nas quais as observações são realizadas, incluindo fatores ambientais como temperatura, pressão, umidade e campo magnético, fatores instrumentais como a falta de calibração que, afeta a leitura dos equipamentos, bem como fatores observacionais como o descuido na realização das observações, como a inclinação do bastão ou baliza e erros de pontaria, entre outros.

Os erros grosseiros são caracterizados por desvios, que não possuem natureza aleatória ou sistemática. De acordo com a teoria dos erros, esses desvios não são considerados erros convencionais, mas sim falhas ou enganos que podem ocorrer durante o processo de medição ou cálculo. Esses desvios não seguem uma distribuição conhecida e podem ocorrer em qualquer magnitude (VUOLO, 1995).

Os erros sistemáticos referem-se às condições de coleta de observações que podem ser modeladas e seus efeitos podem ser neutralizados, seja por meio de procedimentos padronizados ou por meio de modelos matemáticos apropriados. Um erro sistemático será consistente em todas as medições repetidas, ou seja, quando apenas o erro sistemático, está presente, todos os resultados  $y_i$  serão iguais e divergirão do valor verdadeiro ( $y_v$ ) por uma quantidade constante, conhecida como erro instrumental.

Os erros aleatórios são inerentes a todas as observações e são caracterizados por fazer com que os resultados  $y_i$  se distribuam aleatoriamente ao redor do valor verdadeiro ( $y_v$ ) (desconsiderando o erro sistemático). À medida que o número de repetições das medições aumenta, a média dos resultados  $\bar{y}$  se aproxima do valor verdadeiro ( $y_v$ ) (GEMAEL, 1994).

É importante destacar que erros sistemáticos e aleatórios geralmente coexistem em medições. À medida que o número de medições  $n$  aumenta, a média dos resultados se aproxima do valor médio verdadeiro ( $\bar{y}_v$ ). A diferença entre o valor verdadeiro ( $y_v$ ) e o valor médio

---

<sup>18</sup> A distinção entre o erro sistemático e estatístico é que o estatístico varia de maneira aleatória quando a medida é repetida, enquanto que o sistemático é sempre o mesmo.

verdadeiro ( $\bar{y}_v$ ) representa o erro sistemático da medição. Mais detalhes sobre erros grosseiros, sistemáticos e aleatórios, recomenda-se também a consulta às obras de Gemael, Machado e Wandresen (2015) e Ghilani (2010).

#### 5.4 Precisão e Exatidão

Com base no conhecimento sobre erros é importante apresentar os conceitos de precisão e exatidão; apesar de parecer ter significados semelhantes e muitas vezes utilizados como sinônimos, é importante esclarecer que são definições diferentes e que, para evitar equívocos, é fundamental o entendimento sobre suas peculiaridades.

Para deixar claro esses termos, a precisão é um conceito qualitativo para caracterizar resultados com erros aleatórios pequenos, com pequena dispersão em torno do valor médio verdadeiro  $\bar{y}_v$ . Segundo a ABNT NBR ISO 5725-1/2018, “isso indica o grau de concordância entre os diversos resultados de medições independentes, em torno de um valor central, obtidos em condições de repetitividade”. Quanto mais precisa for uma medição, menor será a variação entre os valores obtidos, ou seja, expressa o grau de consistência da grandeza medida com sua média.

A exatidão é um conceito qualitativo, que descreve quanto o resultado de uma medição é próximo ao valor verdadeiro da grandeza<sup>19</sup>, indicando o grau de concordância que há entre eles (MIKHAIL & ACKERMAN, 1976). Ela envolve tanto erros sistemáticos como aleatórios (tendência e dispersão).

Logo é importante destacar que precisão refere-se ao grau de aderência entre as observações entre si, ou seja, uma medição é considerada precisa quando os resultados obtidos estão próximos uns dos outros. Já a exatidão refere-se ao grau de aderência entre o valor obtido em uma medição e o valor verdadeiro da grandeza medida (PACILÉO NETTO, 1993).

Analisando esses conceitos, é notável que para se ter boa exatidão é necessário ter boa precisão. Isso indica que a precisão é uma condição fundamental para se ter uma boa exatidão, mas não é suficiente. Na exatidão, os valores obtidos em uma medição, por exemplo, não apenas podem ser precisos, mas também precisam estar perto do valor de referência ou valor real usado como base.

---

<sup>19</sup> Sendo ele desconhecido, o valor mais provável é considerado como a média aritmética destas observações (ABNT 13.133 (2021, p. 2)).

Para Monico et al. (2009), não é necessário analisar exatidão e precisão. A análise de exatidão é o bastante, pois compreende em examinar os erros sistemáticos e os aleatórios. Esse autor diz que em um levantamento cadastral os erros sistemáticos e aleatórios são estudados ao longo de todo processo, assim é realizada a análise de exatidão.

De acordo com os conceitos apresentados é fundamental deixar claro que o termo exatidão deve ser estabelecido para a análise dos levantamentos cadastrais, pois ao obtê-la tem-se também a precisão.

### **5.5 Limite do erro ou tolerância posicional**

A tolerância posicional, conforme Gemael (1994), consiste no erro máximo admissível na posição de qualquer ponto de um levantamento. A tolerância para o valor médio  $\bar{y}$  é definido por:

$$L_e = 3\sigma_m \quad (4)$$

Onde  $L_e$  é o limite de erro estatístico e o  $\sigma_m$  é o desvio padrão valor médio  $\bar{y}$ . Os erros estatísticos seguem distribuição gaussiana, e seu limite estatístico permite estabelecer um intervalo de confiança de 99,7% (VUOLO, 1995).

O valor adotado para a tolerância posicional no levantamento cadastral varia de um país para outro e são, geralmente, definidos por legislação ou normas técnicas. Podendo variar de acordo com valor histórico-cultural, densidade de parcelas por hectare, restrições ambientais valor do  $m^2$  regional, entre outros.

### **5.6 Padrões de exatidão no contexto internacional**

#### **Estados Unidos**

Nos Estados Unidos, a coordenação e o estabelecimento de padrões de exatidão para dados geoespaciais são coordenados pelo Comitê Federal de Dados Geoespaciais (FGDC). Esses padrões estão detalhados em documentos normativos específicos, como FGDC-STD-007.1-1998 (Parte 1: Metodologia de Relatórios), FGDC-STD-007.2-1998 (Parte 2: Padrões para Redes Geodésicas) e FGDC-STD-007.4-2002 (Parte 4: Arquitetura, Engenharia,

Construção e Gerenciamento de Instalações). Eles podem ser acessados por meio do site oficial do FGDC: <https://www.fgdc.gov/standards/projects/accuracy>.

Em 2003, autores como Craig e Wahl (2003), já sinalizavam que os padrões de exatidão geoespacial apresentavam limitações e careciam de revisões para incorporar as práticas de levantamento geodésico mais modernas. É relevante notar que, em 2023, esses padrões ainda mantêm sua validade. Entretanto, é importante observar que, devido à autonomia dos Estados nos EUA, esses padrões podem ser adaptados e ajustados para atender a objetivos específicos de cada região.

O FGDC estabelece dois tipos de padrões de exatidão para os dados geoespaciais, que os denominam de “exatidão em rede” e “exatidão local”. A exatidão em rede, também conhecida como a exatidão relativa, quantifica a incerteza da coordenada do ponto de controle em relação ao *datum* geodésico nacional adotado, com nível de confiança de 95%. Ela está relacionada a exatidão de rede nacional. Por outro lado, a exatidão local avalia a incerteza das coordenadas de um ponto específico em relação aos pontos de controle diretamente conectados a ele, também com um nível de confiança de 95%.

Para levantamentos cadastrais, o FGDC estabelece padrões de  $\pm 6$  cm de tolerância posicional para coordenadas horizontais e  $\pm 15$  cm para coordenadas verticais, ou menor, considerando a exatidão local. Isso significa que, ao realizar medições em campo, espera-se que os dados cadastrais tenham uma precisão dentro desses limites em relação aos pontos de controle ou pontos de referência próximos.

## **Canadá**

Os padrões de exatidão para levantamentos cadastrais no Canadá são definidos pelo *Ministère des Ressources naturelles Canada* (RNCan), um departamento do governo federal responsável por recursos naturais, ciências da terra, mapeamento e sensoriamento remoto. Esses padrões estão detalhados no documento intitulado *National Standards for the Survey of Canada Lands*, disponível para acesso em <https://clss.nrcan-rncan.gc.ca/clss/surveystandards-normesdarcentage/>.

No Canadá, são adotados dois padrões de exatidão para levantamentos cadastrais: exatidão absoluta e exatidão relativa. A exatidão absoluta representa o grau de conformidade de uma posição medida ou calculada em relação à sua posição verdadeira. Isso está relacionado à precisão horizontal das coordenadas de um ponto em relação ao *North American Datum 1983* (Sistema de Referência Geodésico Canadense) com um nível de confiança de 95%. Para qualquer ponto que define o limite da parcela, cuja posição é derivada de Pontos de Controle

Geodésico (GCPs), que fazem parte do sistema geodésico do Canadá, a exatidão absoluta deve ser de  $\pm 0,20$  metros ou melhor, com um nível de confiança de 95%.

Já exatidão relativa indica o grau de conformidade de uma posição medida ou calculada de um ponto em relação a outros pontos, onde a distância horizontal máxima entre eles é de 300 metros. É dada precisão horizontal entre quaisquer dois pontos no levantamento, onde esses pontos definem ou controlam a posição de um limite incluído como parte do levantamento. O padrão mínimo da exatidão relativa de qualquer ponto que define o limite da parcela é  $(\pm 20\text{mm} + 80 \text{ ppm} \times \text{distância})$ , a um nível de confiança de 95%. Caso os níveis de exatidão relativa não possam ser atendidos devido a restrições topográficas ou outros motivos justificáveis, o profissional responsável pelo levantamento deve solicitar a atenuação dos requisitos e apresentar justificativas e estimativas alcançadas (CANADÁ, 2020).

### **Austrália**

Na Austrália, a tolerância em levantamentos cadastrais é determinada pelo fechamento linear de uma poligonal, passível de verificação, que não deve exceder uma distância estabelecida. Além disso, há considerações em relação à exatidão da posição horizontal, que variam de acordo com a zona da cidade. As zonas são categorizadas da seguinte forma: Centro da cidade de Adelaide (área central); área urbana de alta e baixa densidade e área rural.

O Quadro 14 contém informações sobre as tolerâncias de acordo com as zonas, publicada em 2020 em “*Cadastral Survey Guidelines*” (<https://www.agd.sa.gov.au/>).

Quadro 14 - Zona e exatidão do levantamento cadastral da Austrália

Zona		Exatidão Posicional dos limites da parcela
Centro da cidade de Adelaide		0,03 m
Área Urbana	Alta Densidade	0,03 m
	Baixa Densidade	0,05 m
Rural		0,10 m

Fonte: Adaptado de <https://dpti.sa.gov.au> (2020).

### **Nova Zelândia**

A Nova Zelândia, em 2021, publicou novos padrões para tolerância para os limites da parcela cadastral. As regras estão disponíveis em <https://www.legislation.govt.nz/regulation/public/2021/0095/latest/whole.html#LMS489320>

As tolerâncias horizontal e vertical são estabelecidas para quatro classes (A, B, C, D), as quais são apresentadas no Quadro 15. Para cada classe, os pontos limites da parcela devem ser referenciados a partir de dois marcos de referência permanente, distantes de acordo com a classe a ser atendida.

Quadro 15 - Exatidão para os pontos limites da parcela na Nova Zelândia

Características	Classe	Tolerância (horizontal e vertical) (Não deve exceder)	Distância máxima entre ponto limite e marco da rede de levantamento
Área urbana ou áreas destinadas para fins comerciais, industriais ou residenciais.	A	$0,06+(dist \times 0,00015)$ m	150 m
Áreas que não atende a classe A, C ou D.	B	$0,30+(dist \times 0,0006)$ m	500 m
- Com mais de 20 ha e com mais de 80% da parcela primária existente em extinção; - Com mais de 100 ha -Parte de uma nova parcela com mais de 20 ha que compreende mais de 80% da parcela primária existente sendo extinta, ou - Parcela com mais de 100 ha.	C	$1,00+(dist \times 0,003)$ m	1000 m
Não há risco do limite invadir outra parcela; Fronteira de água ou uma fronteira irregular.	D	Não especificado	Não especificado

*dist* distância horizontal (para exatidão horizontal) ou vertical (para exatidão vertical) entre os pontos em metros;

Fonte: Adaptado <https://www.linz.govt.nz> (2021).

### 5.7 Padrões de exatidão no contexto brasileiro

No Brasil, não existe uma definição específica de precisão estabelecida por lei para o cadastro urbano. Entretanto, a NBR 17.047/2022, que estabelece os procedimentos para o levantamento cadastral territorial em situações como usucapião, parcelamento de solo, unificação e retificação de matrícula, estipula que os vértices dos imóveis devem ser registrados com coordenadas geodésicas referenciadas ao SGB, com uma tolerância posicional planimétrica de até  $\pm 0,24$  metros em um ou mais vértices. É relevante observar que, embora informalmente tenha sido chamada de "Lei do Georreferenciamento Urbano", essa norma não é obrigatória nas transações de compra e venda de imóveis, doações e permutas.

A determinação do valor da tolerância envolve diversas variáveis, tornando-se uma tarefa complexa, que pode não abranger todas as necessidades. Além disso, a precisão do levantamento cadastral deve ser adequada às diversas aplicações no cadastro. Para estabelecer

tal valor, é relevante considerar premissas já existentes, como a presente no Código Civil Brasileiro (Lei 10.406/02). Embora o Código Civil não especifique a tolerância posicional para os vértices, ele estabelece um erro máximo de 5% na determinação da extensão ou área de um imóvel nos contratos de compra e venda. Essa referência legal pode ser utilizada como base para definições futuras de exatidão no cadastro urbano brasileiro.

“Art. 500 - Se, na venda de um imóvel, se estipular o preço por medida de extensão, ou se determinar a respectiva área, e esta não corresponder, em qualquer dos casos, às dimensões dadas, o comprador terá o direito de exigir o complemento da área, e, não sendo isso possível, o de reclamar a resolução do contrato ou abatimento proporcional ao preço. § 1º Presume-se que a referência às dimensões foi simplesmente enunciativa, quando a diferença encontrada não exceder de um vigésimo da área total enunciada, ressalvado ao comprador o direito de provar que, em tais circunstâncias, não teria realizado o negócio”. (BRASIL, 2002, *online*).

Diversos autores no Brasil conduziram estudos com o propósito de melhor definir a tolerância posicional. Entre eles, destacam-se Brandão (2003), Botelho (2003), Miyashita (2008), Costa et al. (2007), Gama (2012) e Coelho (2013). Esses propuseram valores que demonstraram ser possível, por meio de métodos e levantamentos adequados, atender aos requisitos estabelecidos pelo Código Civil brasileiro.

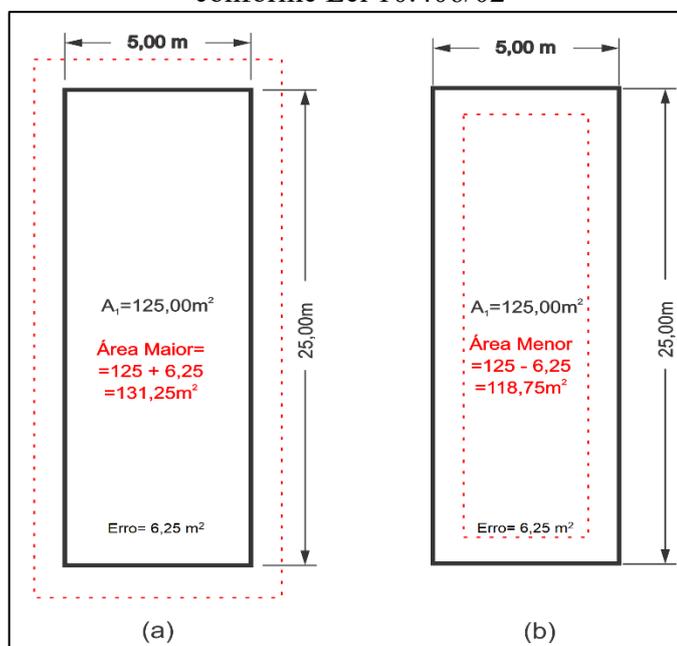
Brandão (2003) e Miyashita (2008), por exemplo, ao determinar o valor da tolerância, consideraram parcelas territoriais urbanas com dimensões mínimas de  $125m^2$  com 5m de frente em conformidade com o erro máximo de 5% especificado pelo Código Civil (BRASIL, 2002). Brandão (2003) utilizou a relação entre as grandezas de área e perímetro, juntamente com suas respectivas incertezas, para calcular a tolerância posicional, chegando ao valor de 10 cm. Já Miyashita (2008) considerou os desvios padrão das componentes x e y dos vértices de um polígono retangular (5 m x 25 m) e aplicou a lei de propagação de variância, estabelecendo um valor de 8,2 cm para a tolerância posicional. Botelho (2003) determinou o valor de 7 cm, também utilizando a propagação de variância, mas aplicado ao método de irradiação para distâncias menores que 500 m.

A Lei federal 6766/79, que aborda o parcelamento do solo urbano, estabelece que os lotes devem ter área mínima de  $125 m^2$  e frente mínima de 5 m. Considerando essas medidas como exemplo, a margem de erro de 5%, de acordo com o Código Civil, é de  $\pm 6,25 m^2$ . Isso significa que a área pode variar entre  $131,25 m^2$  (Figura 30 - a) e  $118,75 m^2$  (Figura 30 - b). A Figura 30 ilustra um exemplo desse possível erro para permanecer dentro da margem de 5%.

No entanto, ao adotar o valor da tolerância posicional (TP) de  $\pm 0,24 m$  conforme definido na NBR 17.047/2022, a área maior será  $139,63 m^2$  (Figura 31 - a), e a menor,  $110,83 m^2$  (Figura 31- b). Isso resultaria em uma margem de erro acima de 11% em área, um

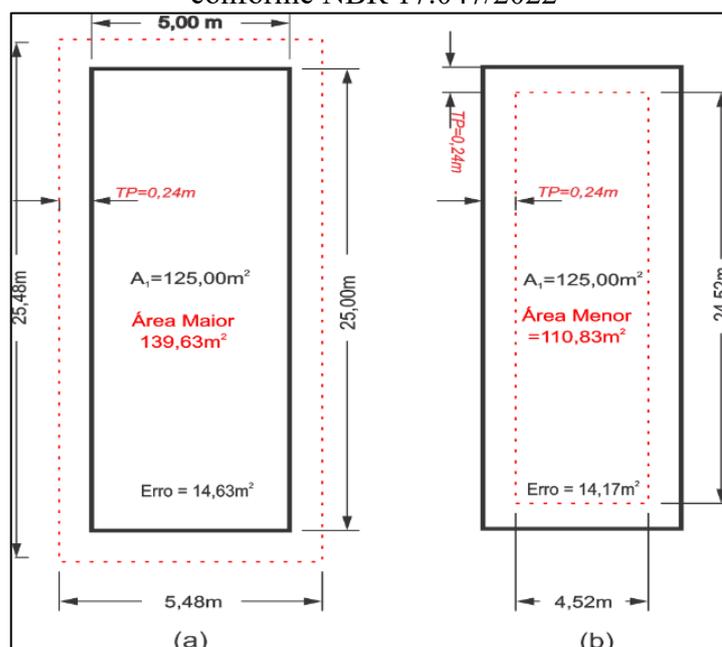
valor significativamente superior ao estipulado pelo Código Civil Brasileiro, que é de 5% de erro, e que não condiz com a realidade brasileira.

Figura 30 - Representação do lote mínimo (lei 6766/79) com respectiva margem de erro conforme Lei 10.406/02



Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

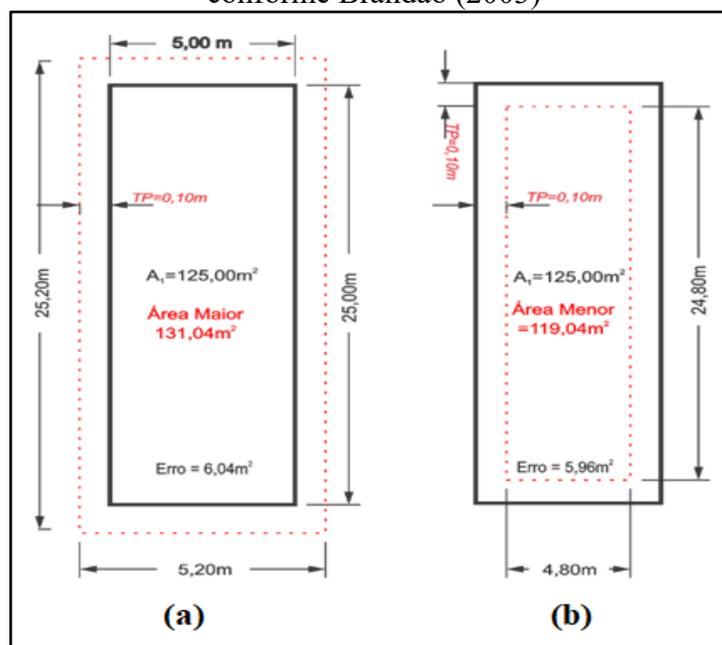
Figura 31 - Representação do lote mínimo (lei 6766/79) com respectiva margem de erro conforme NBR 17.047/2022



Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Neste contexto, utilizaremos como base os parâmetros de tolerância posicional propostos por Brandão (2003), o qual estipula um valor de  $\pm 0,10m$ . É importante ressaltar que tal valor se mostra adequado ao cumprimento do requisito legal de erro máximo de 5% na determinação da extensão ou área de imóveis em contratos de compra e venda, conforme estabelecido pelo Código Civil Brasileiro. A Figura 32 ilustra o exemplo desse possível erro, mantendo-se dentro da margem de 5%. Neste cenário, a área pode variar, com a área maior aproximando-se de  $131,04m^2$  (Figura 32 - a), gerando um erro de  $\pm 6,04m^2$ , e a área menor situando-se em torno  $119,04m^2$  (Figura 32 - b), com erro de  $\pm 5,96m^2$ .

Figura 32 - Representação do lote mínimo (lei 6766/79) com respectiva margem de erro conforme Brandão (2003)



Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Costa et al. (2007) conduziram estudos específicos para o Cadastro Físico Territorial de Campinas - SP. Concluíram que, para um lote típico de empreendimento habitacional de interesse social (EHIS) com  $140m^2$  e frente mínima de  $7,00m$ , é necessário que o erro em área não exceda  $\pm 7,00m^2$ , para atender as condições conforme é dada pelo Código Civil Brasileiro.

A Figura 33 exemplifica essa margem de erro dentro do limite de 5%, apresentando uma área maior em torno de  $146,54m^2$  (Figura 33 - a), com erro de  $\pm 6,54m^2$  e uma área menor de cerca de  $133,57m^2$  (Figura 33 - b), com erro de  $\pm 5,96m^2$ . No caso do município

de Campinas - SP, os autores (2008) estabeleceram que o valor da tolerância posicional não deve exceder  $\pm 0,12\text{ m}$ , resultando em uma exatidão aproximada de  $\pm 0,04\text{ m}$ .

Figura 33 - Representação do lote mínimo (EHIS/Campinas - SP) com respectiva margem de erro conforme Costa et al. (2007)



Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Brandão (2003) ressalta que a discrepância da área estabelecida no Código Civil foi adotada em uma época em que o valor da terra era substancialmente inferior ao atual. Portanto, embora sejam possíveis outras abordagens para definir parâmetros de tolerância posicional, estas não devem comprometer os requisitos legais já em vigor.

Vale ressaltar que a determinação dos valores de tolerância posicional pode ser mais rigorosa em determinadas regiões, levando em consideração a diversidade na ocupação do território brasileiro. Isso inclui aspectos como o tamanho e a geometria das parcelas, o nível de exploração econômica e o próprio valor da terra, seguindo exemplos de países como Austrália e Nova Zelândia.

O valor considerado pela NBR 17.047/2022 requerer justificativas consolidadas e embasamento em estudos prévios na literatura, o que pode resultar em algo inviável, pois fogem à realidade do que é exigido pelo Código Civil Brasileiro e não atende ao erro máximo de 5% na determinação da extensão ou área de um imóvel para contratos de compra e venda.

Embora a atual norma represente uma contribuição relevante para a padronização e aprimoramento do cadastro urbano brasileiro, é essencial reconhecer que algumas limitações ainda demandam discussões e soluções.

A tolerância posicional dos pontos de limite das parcelas não deve ser considerada um valor abstrato relacionado apenas aos métodos de levantamento ou ao desempenho operacional de instrumentos de medição modernos. Ela deve, sobretudo, refletir as condições e necessidades concretas dos usuários do cadastro físico territorial. É imprescindível a utilização das dimensões do menor lote urbano considerado legal pela Lei Federal de parcelamento do solo urbano (Lei 6.766/1979), em conformidade com o Código Civil Brasileiro, de modo a abranger todos os demais lotes urbanos e evitar conflitos de sobreposição. A relação entre um novo limite e qualquer outro, incluindo aqueles já aceitos ou adotados, deve ser determinada com um nível de exatidão suficiente para mitigar o risco de conflitos de direitos incompatíveis.

Países, estados e municípios dotados de pesquisas cadastrais precisas e atualizadas encontram-se em posição vantajosa para enfrentar desafios futuros com maior eficácia. A exatidão da pesquisa cadastral possibilita uma estratificação precisa dos interesses de propriedade, facilitando a compreensão abrangente e atendendo aos diversos propósitos do cadastro (físico, legal e multifinalitário). Sugere-se, portanto, que a comunidade técnica promova uma discussão mais aprofundada sobre a questão da exatidão e busque sua incorporação nas NBRs, visando a ordenação do tema e sua aceitação no contexto cartorário.

## **5.8 Resumo e discussão sobre o capítulo**

A determinação da tolerância posicional nas medições cadastrais urbanas é um aspecto fundamental para garantir a regularidade, qualidade e confiabilidade das informações no cadastro territorial. A caracterização correta das parcelas urbanas é essencial para garantir a integração dessas informações aos registros públicos e assegurar a segurança jurídica do direito de propriedade.

A precisão e a exatidão desempenham papéis importantes nesse contexto, sendo a precisão essencial para a consistência dos resultados e a exatidão necessária para a aderência aos valores verdadeiros. A existência de erros grosseiros, sistemáticos e aleatórios nas medições cadastrais é inerente a qualquer processo de medição e devem ser considerados e controlados durante o levantamento cadastral.

Os padrões de exatidão adotados internacionalmente em países como Estados

Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia fornecem referências importantes para a definição da tolerância posicional, nestes países. No Brasil, embora ainda não haja uma lei específica para o cadastro urbano, a recomendação da ABNT NBR 17.047/2022 é que a tolerância posicional planimétrica seja de até  $\pm 24$  cm. No entanto, é necessário considerar a adequação desses valores à realidade brasileira, levando em conta fatores como a legislação vigente, a densidade de parcelas, as restrições ambientais e o valor da terra. Além disso, é importante garantir que a tolerância posicional atenda aos critérios estabelecidos pelo Código Civil brasileiro, que determina um erro máximo de 5% na determinação da extensão ou área de um imóvel para contratos de compra e venda.

Estudos realizados por alguns autores brasileiros mostram a viabilidade de se estabelecer tolerâncias posicionais mais rigorosas, levando em consideração a relação entre as dimensões mínimas dos lotes estabelecidas pela legislação e os erros permitidos pelo Código Civil. Essas análises indicam que é possível atender aos critérios legais estabelecidos, mantendo uma margem de erro aceitável menor do que estabelecido NBR 17.047/2022.

É importante ressaltar que a definição da tolerância posicional não deve ser abstrata e baseada apenas em métodos de levantamento ou no desempenho dos instrumentos de medida, ela deve ser embasada em estudos prévios e considerar as peculiaridades de cada região, a fim de garantir a segurança jurídica, a confiabilidade das informações cadastrais e a integração com os registros públicos, além de refletir as condições e necessidades locais dos usuários do cadastro físico territorial, levando em consideração a diversidade existente na ocupação do território, o nível de exploração econômica e o valor da terra.

A padronização e aceitação da tolerância posicional no meio cartorário são desafios que requerem discussões mais aprofundadas e o estabelecimento de critérios realistas e adequados.

Portanto, a determinação da tolerância posicional nas medições cadastrais urbanas é um tema complexo, que envolve diversos aspectos técnicos, legais e regionais. É necessário buscar um equilíbrio entre a precisão, a exatidão e os requisitos legais, garantindo a qualidade e a confiabilidade do cadastro urbano brasileiro.

## **6 PROPOSTA PARA PADRONIZAÇÃO DO CÓDIGO IDENTIFICADOR DA PARCELA TERRITORIAL URBANA COM ABRANGÊNCIA NACIONAL**

### **6.1 Introdução**

No Brasil, a gestão do Cadastro Territorial Urbano é conferida aos municípios, que também legislam sobre o uso e ocupação do solo, em consonância com as leis do parcelamento do solo e do zoneamento. No entanto, esse cenário enfrenta desafios, como a falta de recursos humanos capacitados e a restrição de recursos financeiros.

Uma problemática recorrente é a ausência de padronização do código identificador da parcela territorial nos diversos cadastros municipais. Essa disparidade dificulta o reconhecimento e o posicionamento das áreas urbanas em nível nacional, o que prejudica a integração, a disponibilização e a autenticação das informações cadastrais.

A parcela, que é a unidade elementar do cadastro territorial, precisa ser identificada de maneira contígua e inequívoca (BRASIL, 2022). Para esse propósito, é imprescindível estabelecer um código identificador único, caracterizado pela estabilidade, invariabilidade e permanência ao longo do tempo. Esse código desempenha o papel do chaveamento dentro de um SIT e pode assumir distintas denominações, como inscrição imobiliária, inscrição cadastral, índice cadastral, registro cadastral, número da parcela, número identificador predial, nomenclatura cadastral, registro cadastral, código cartográfico, dentre outras nomenclaturas pertinentes.

Diversos métodos são empregados para a codificação. Alguns baseiam-se no georreferenciamento da parcela, considerando projeções cartográficas de diferentes sistemas de referência, os quais convertem parcialmente a referência em um geocódigo, enquanto outros se fundamentam em relações hierárquicas de localização da parcela em relação à elementos de categoria superior, sem estabelecer qualquer vínculo direto com sua posição espacial. Diante dessa situação, o identificador pode ser uma composição, que combina unidades administrativas do município com o número de identificação da parcela na quadra, a geolocalização do imóvel ou até mesmo um simples número sequencial de registro.

Independente do sistema cadastral adotado, seja ele de natureza legal, fiscal ou territorial, é primordial que o código identificador seja exato, preciso e geograficamente definido. Esse aspecto amplia as possibilidades de aplicação do cadastro e reduz a margem de

erro na gestão do território nacional, ao mesmo tempo que facilita o intercâmbio de dados e informações entre as diversas esferas da administração pública. Além disso, os sistemas de referência geodésicos são a base do georreferenciamento em todos os níveis, incluindo o cadastro, e permitem a localização da parcela dentro de um sistema estável e permanente.

No Brasil, não existe um padrão estabelecido para a estruturação do código identificador, bem como para o método de codificação e a quantidade de posições numéricas e alfanuméricas, podem variar entre diferentes municípios. Como exemplo, mencionando algumas capitais brasileira tem-se: Vitória (ES), onde utiliza-se a inscrição imobiliária composta por 12 dígitos alfanuméricos ou também o número de inscrição fiscal (do imóvel) com 6 dígitos numéricos (sem relação direta entre eles); Belém (PA), com uma sequência de 22 dígitos numéricos; Belo Horizonte (MG), com a inscrição cadastral de 15 posições alfanuméricas; Curitiba (PR) com o número da inscrição imobiliária, composto por 14 dígitos numéricos; Natal (RN) com o número sequencial do imóvel correspondente ao endereço, composto por 8 caracteres numéricos; e Salvador, com a inscrição imobiliária composta por 7 caracteres. O Quadro 16 exhibe alguns exemplos de municípios, acompanhados de suas respectivas quantidades de posições numéricas e alfanuméricas utilizadas na composição do código identificador da parcela.

Quadro 16 - Municípios com as respectivas quantidades de posições numéricas e alfanuméricas para composição da inscrição cadastral

Município	Posições numéricas e alfanuméricas	Município	Posições numéricas e alfanuméricas
Aracaju (SE)	16	Natal (RN)	08
Florianópolis	17	Recife (PE)	07
Belém (PA)	22	Rio Branco (AC)	15
Belo Horizonte (MG)	15	Rio de Janeiro (RJ)	08
Cuiabá (MT)	14	Salvador (BA)	07
Curitiba (PR)	14	São Paulo (SP)	11
Fortaleza (CE)	08	Teresina (PI)	07
Goiânia (GO)	14	Vitória (ES)	12
Maceió (AL)	15	João Pessoa	06

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A ausência de uma padronização de referência (codificação) nos cadastros territoriais urbanos compromete o acesso às informações territoriais e os benefícios que delas advêm, como a precisão da avaliação imobiliária para impostos sobre a propriedade e a tomada

de decisões assertivas. Esses cadastros são gerenciados de maneira ultrapassada e ineficiente, dificultando a satisfação das demandas territoriais nos municípios brasileiros. Essa situação é decorrente da falta de estruturação organizacional e da ausência de um ambiente regulatório abrangente em âmbito nacional (SILVA et al., 2021).

Em alguns municípios, é necessário priorizar a modernização conceitual e não só a tecnológica, além de promover uma maior articulação institucional ao invés de simplesmente investir em recursos financeiros para alcançar avanços significativos no cadastro (DANTAS, 2017). Os benefícios do cadastro devem se estender para além da esfera governamental, alcançando também o setor privado por meio do inventário das informações territoriais (PAIXÃO; NICHOLS; CARNEIRO, 2012). É essencial que essas informações estejam fundamentadas nos aspectos da função social, econômicos e ambiental. A consideração dessas funções é primordial para garantir a eficiência na arrecadação fiscal, um sistema registral sólido, a gestão sustentável do meio ambiente, a promoção da função social e a realização de ações de planejamento, que respaldem uma administração pública eficiente diante do acentuado crescimento urbano das últimas décadas.

Tendo em vista a multifuncionalidade do cadastro é primordial sua estruturação para servir às necessidades de variados usuários, atuais e futuros, através de um sistema de referência e de um identificador único e permanente para cada parcela territorial.

A integração em um sistema nacional traria segurança tanto para proprietários quanto para o Estado, protegendo o mercado imobiliário e fomentando investimentos (BRASIL, 2009).

O cadastro territorial urbano no Brasil é administrado por cada município, mas a tendência é sua integração nacional por meio de um identificador exclusivo. Isso permitirá a identificação das parcelas territoriais urbanas em um banco de dados único, o que agilizará processos administrativos e a tomada de decisões, beneficiando tanto o governo quanto o setor privado.

Para que os cadastros cumpram seus propósitos, é fundamental instituir uma estrutura nacional. Diversos autores, como NRC (1983), Coleman e Nebert (1998), UN-FIG (1999), Dale e Mclaughlin (1999), Williamson (2001), Bogaerts et al. (2002), Enemark et al. (2014), Roberge e Kjellson (2009), Bennett et al. (2012) e Silva et al. (2021), ressaltam a importância dessa estrutura para aprimorar registro, conformidade e monitoramento.

O governo federal vem implementando iniciativas para aprimorar a gestão territorial, com destaque para o SINTER, apresentado no Capítulo 2. A Instrução Normativa nº 2.030 implementou o código CIB, cuja estrutura é delineada no artigo 4º. Em comparação com

o identificador de 32 caracteres adotado pelo SIGEF para imóveis rurais, a abordagem da Receita Federal é mais prática. No entanto, é importante notar que esse formato não tem significado intrínseco e não atende aos padrões internacionais de referência para localização, acessibilidade, eficiência e simplicidade. Além disso, a Instrução Normativa não fornece diretrizes sobre como os municípios devem gerenciar e manter o código, o que cria uma lacuna no ritmo de atualização do cadastro urbano e não garante a autonomia municipal no processo.

O código identificador não precisa ser complexo ou de compreensão exclusiva para especialistas. Como destacado por Dale e McLaughlin (1988), é essencial reconhecer que o escopo do cadastro não se limita aos técnicos especializados, abrangendo todas as esferas da administração pública e dos cidadãos.

Considerando a importância e a relevância do assunto, este capítulo apresenta uma proposta para a formação de um código identificador único e abrangente para todo o território nacional. Essa proposta visa permitir a integração da parcela territorial urbana tanto em nível municipal quanto, principalmente, em nível nacional. A metodologia adotada é baseada em um sistema híbrido de identificação, que combina um sistema de codificação hierárquica, ancorado na divisão administrativa do Brasil, na referência histórica de formação ou alteração dos limites das parcelas e na geolocalização absoluta, usando o centroide da parcela como referência, determinado por coordenadas plano-retangulares no STL.

Assim, ocorrerá a vinculação com o SGB uma vez que o ponto de origem do STL ( $X=150.000,00m$  e  $Y=250.000,00m$ ) está alinhado com a RRCM, com definição conforme ABNT NBR 13.133 (2021) e ABNT NBR 14.166 (2022), permitindo derivar as coordenadas geodésicas ou UTM de qualquer ponto a partir de suas coordenadas no STL.

O modelo proposto para o código identificador promove a adoção da RRCM e do STL municipal, recomendados para o cadastro territorial urbano, permitindo também a elaboração e atualização de plantas cadastrais, projetos e supervisão de obras de engenharia urbana, garantindo o georreferenciamento e o uso simultâneo de procedimentos topográficos, tornando-se uma ferramenta eficiente para otimização de processos e recursos tanto para os usuários quanto para os municípios, além de acompanhar a dinâmica territorial urbana.

Essa proposta atende aos requisitos preconizados por organizações internacionalmente reconhecidas, como a Comissão Econômica das Nações Unidas para a África (UNECA), a Comissão Tributária do Estado de Utah e a Associação Internacional de Oficiais de Avaliação (IAAO). Além disso, encontra consonância com a ABNT NBR 14.166 (2022) e NBR 13.133 (2021).

## 6.2 Unidade territorial: caracterização e organização do espaço urbano no Brasil

O cadastro territorial é uma peça essencial para a organização e gestão eficaz do território. Ele é realizado a partir da noção de unidade territorial, que, conforme a FIG (1995), é a propriedade. A propriedade é formada por parcelas, que têm função imprescindível para o registro e ordenamento territorial. Elas fornecem detalhes sobre o uso do solo e conferem acesso a direitos, deveres e restrições territoriais. Além disso, as parcelas desempenham um papel central na administração e governança territorial, configurando-se como uma parte cada vez mais imprescindível na gestão de informações espaciais.

Um estudo conduzido pelo *National Research Council* (NRC), intitulado *Need for a Multipurpose Cadastre* ou “Necessidade de um Cadastro Multifinalitário” (NRC, 1980), destacou a relevância dos dados da parcela em um SIT para apoiar a tomada de decisões para uma gestão territorial eficaz embasando as decisões necessárias para uma administração territorial eficiente. O estudo reconheceu que os dados parcelares devem ser desenvolvidos e mantidos em nível local, mas enfatizou a importância do governo federal fomentar a integração desses dados locais por meio de padrões consolidados, programas de financiamento e coordenação do Estado. Essas conclusões permanecem relevantes na contemporaneidade, mesmo após quatro décadas desde sua publicação.

A demanda por um conjunto de dados parcelares é amplamente reconhecida, e os benefícios de cadastramento, atualização e manutenção de um SIT foram claramente comprovados em diversos países ao longo dos anos.

Em um cenário municipal atual, as informações associadas às parcelas configuram um inventário georreferenciado, viabilizando a criação de diversos mapas temáticos e tabelas que simplificam a análise e as inter-relações entre valor, uso da terra e receitas fiscais sobre a propriedade.

As parcelas, porções territoriais de extensão contígua da superfície terrestre com regime jurídico único, devem ser a base do inventário territorial oficial e sistemático dos municípios brasileiros. Elas são fundamentais para o cadastro adotado pelos municípios, que deve conter, no mínimo, as seguintes informações: coordenadas dos vértices limitantes relacionadas ao SGB; um código de identificação único, inequívoco e estável; direitos individuais e coletivos, que a originam; e identificadores, que permitem a interconexão com cadastros temáticos.

As parcelas são demarcadas por polígonos fechados, delineados por seus vértices, com coordenadas georreferenciadas em um sistema de referência oficial. A adjacência entre

parcelas é garantida para evitar sobreposições e lacunas. Para promover identificação única, clara e estável, cada parcela recebe um código distinto, que permanece associado a ela ao longo do tempo. Em situações, em que ocorram mudanças nos limites da parcela, como desmembramentos e remembramentos é atribuído um novo código, mas guarda o referencial histórico.

Um conjunto de parcelas forma uma zona, determinando o zoneamento e o uso do solo, autorizando ou restringindo certas atividades de acordo com a categoria da área (residencial, comercial, industrial) ou áreas de preservação. Em alguns casos, uma parcela pode ter múltiplas utilizações, dependendo do zoneamento, sendo possível diferenciá-las considerando a face da quadra.

A plenitude do cadastro territorial apenas é alcançada quando não existem discrepâncias entre o aspecto físico e o aspecto legal; contudo, no cenário brasileiro, essa concordância nem sempre se verifica. Os cartórios de registro de imóveis detêm os dados cadastrais através das matrículas, porém sem a posição geográfica correspondente. Enquanto os memoriais descritivos atuais contêm coordenadas, que delineiam os limites dos imóveis, os números de identificação, como matrícula no registro de imóveis e inscrição cadastral na prefeitura, frequentemente não se referem ao mesmo objeto (SILVA et al., 2021).

A parcela territorial, acompanhada de seu código identificador, deveria constituir a chave para reconhecer direitos territoriais e administrar restrições e obrigações no uso da terra, viabilizando a integração do SIT com o indivíduo. Isso permitiria a interconexão entre todas as entidades envolvidas: municípios, cartórios, estados e governo federal.

### **6.3 Visão geral do identificador exclusivo para a parcela territorial urbana**

No Brasil, a identificação de bens e seus direitos em caráter nacional confronta desafios substanciais devido à fragmentação de dados em diversas bases desconectadas. Por exemplo, os registros cartoriais podem divergir da base cadastral municipal, a qual por sua vez pode não refletir a realidade física do território. Tal cenário ressalta a urgência de instituir um sistema de cadastro integrado em âmbito nacional.

Entretanto, encarar esses obstáculos é fundamental considerando que o Brasil apresenta uma multiplicidade de registros, porém carece de uma base integral, que englobe todas as parcelas e os respectivos dados. A realização eficaz da integração é o desafio, que precisa ser transposto para atingir tal meta. Além disso, é necessário destacar que cadastros

desatualizados e desprovidos de padronização podem resultar em decisões equivocadas e atrasos em ações essenciais para o bem-estar público, como os processos de regularização fundiária, que visam favorecer a população. Logo, é de suma importância que a gestão de informações se valha de dados uniformizados, atualizados e integrados em um sistema único, que seja acessível e útil para diversos usuários. Essa abordagem concisa, porém, eficiente, reduzirá burocracias e conferirá maior solidez na administração do território, minimizando margens de erro. Nessa perspectiva, a padronização do código identificador proporciona maior segurança (validação da informação cadastral) na integração dos dados concernentes à parcela territorial (LOCH; ERBA, 2007).

Quanto aos modelos de padronização, é pertinente mencionar as diretrizes da Comissão Tributária do Estado de Utah (EUA, 2002 e 2010) e da *International Association of Assessing Officers* (IAAO, 2015). Ambas propõem que o código identificador deve aderir à princípios, que garantam sua durabilidade perante mudanças históricas nas entidades responsáveis pela gestão territorial e nos sistemas de armazenamento de dados. No entanto, no contexto brasileiro, é comum que esses princípios não sejam observados.

### **6.3.1 Critérios para estabelecer um sistema de identificação**

No âmbito do desenvolvimento de um sistema cadastral, é importante contemplar o código identificador da parcela. Uma série de autores, a exemplo de NRC (1983), Dale e McLaughlin (1988), Nichols (1993), EUA (2002), UNECA (2007) e IAAO (2015), concordam sobre as características essenciais para esse identificador, incluindo exclusividade, simplicidade, adaptabilidade, permanência, economicidade e acessibilidade. Além dessas características, a Utah Tax Commission (EUA, 2002) acrescenta outro princípio de relevância, a referência para a localização da parcela.

A exclusividade é o critério primordial e pré-requisito para o desenvolvimento e a manutenção de qualquer SIT. Ela garante que o identificador seja único, ou seja, não exista outro igual no sistema. A simplicidade garante que o identificador seja compreensível e utilizável por qualquer usuário, mesmo que não tenha conhecimento técnico sobre o tema. A flexibilidade permite que o identificador seja adaptado a modificações na parcela sem alterações no decorrer do tempo. A economicidade está relacionada aos custos iniciais e operacionais do sistema cadastral. A acessibilidade refere-se à facilidade de obtenção do código identificador

por parte dos usuários. A referência para a localização possibilita a localização da parcela com base em seu código georreferenciado.

O código identificador deve ser atribuído a todas as parcelas, independentemente de sua tributação. Sua definição propicia o reconhecimento, seleção, identificação, organização e recuperação das informações relacionadas à parcela, além de servir como referência para os dados espaciais.

Diferentes classes ou sistemas de identificação de parcelas existem, sendo que no Brasil, três sistemas predominam, cada um apresentando vantagens e desvantagens distintas: o sequencial, o hierárquico e o baseado na geolocalização.

### **6.3.1.1 Sistema sequencial**

O sistema sequencial é um padrão de identificação simples, que é gerado por algoritmos e automaticamente atribuído a um registro pelo Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Esse sistema não incorpora informações específicas da parcela e consiste exclusivamente em números sequenciais. Sua principal vantagem é sua simplicidade, pois o valor é gerado pelo SGBD sem a necessidade de intervenção ou entrada direta do usuário. Isso permite fluxos de trabalho digitais sincronizados e oferece suporte a um grande número de usuários e volumes de dados.

No entanto, em áreas urbanas com complexas dinâmicas territoriais, o sistema sequencial apresenta limitações significativas. Ele não proporciona nenhuma indicação de localização geográfica, tornando-se cada vez menos prático à medida que o número de unidades e subdivisões cadastrais aumenta. Essa carência de informações geográficas pode comprometer a eficiência operacional do sistema (LOCH; ERBA, 2007).

### **6.3.1.2 Sistema hierárquico**

O sistema hierárquico de codificação de parcelas é baseado na divisão administrativa da jurisdição, onde o identificador da parcela segue uma ordem consecutiva da unidade macro para as unidades menores, como estado, município ou distrito.

Este sistema é especialmente apropriado para áreas urbanas, pois reflete a estrutura hierárquica da região. Contudo, é fundamental que sua base gráfica esteja alinhada com a cartografia urbana para garantir sua eficácia (PIMENTEL, PEREIRA E CARNEIRO, 2010).

Uma desvantagem reside na dualidade de identificação da parcela em procedimentos de remembramento ou divisão. Quando há alterações na geometria da parcela, não há um elemento singular, que a individualize no banco de dados cadastral, o que pode entrar em conflito com os princípios da exclusividade e flexibilidade.

Outra desvantagem do sistema hierárquico é que ele não permite a localização precisa por meio de coordenadas geográficas. Isso ocorre porque o identificador da parcela está vinculado à áreas pré-determinadas, que podem não coincidir com a localização real da parcela.

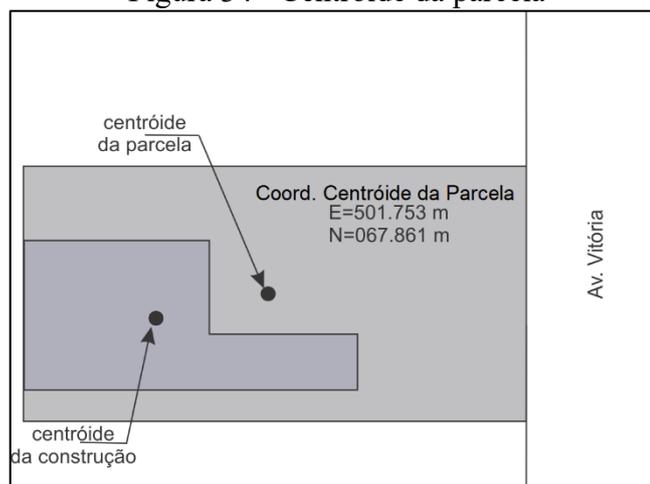
### **6.3.1.3 Geolocalização absoluta**

O sistema de geolocalização absoluta é fundamentado no uso de coordenadas de um ponto, geralmente o centroide da parcela territorial (Figura 34), calculado como baricentro do polígono. Estas coordenadas estabelecem o código, que normalmente está embasado na projeção usada para o mapeamento das parcelas ou é convertido em um sistema de coordenadas não projetado, tal como as coordenadas geográficas). A Figura 34 ilustra as coordenadas do centroide da parcela, essenciais para a formação do geocódigo.

Geralmente, rotinas automatizadas são empregadas para criar o código identificador, garantindo que o ponto esteja contido na parcela e coletando os valores das coordenadas. Outra abordagem consiste em alternar os valores das coordenadas para gerar o código (por exemplo, NNNEEENNEENE), criando uma sequência única, ainda que não diretamente utilizável para a localização.

No Brasil, os sistemas cadastrais, que adotam a geolocalização absoluta frequentemente empregam o sistema de projeção UTM, que proporciona alta precisão. No entanto, existe uma desvantagem em utilizar as coordenadas UTM para a integração de bancos de dados cadastrais em nível nacional, uma vez que o código gerado não indica o fuso UTM das coordenadas do centroide. Isso pode resultar em códigos duplicados para parcelas situadas em fusos UTM diferentes, comprometendo o critério de exclusividade. Assim, é essencial considerar cuidadosamente esse aspecto ao empregar a geolocalização absoluta como sistema de identificação em projetos abrangendo diversas regiões geográficas.

Figura 34 - Centróide da parcela



Fonte: Adaptado de Loch; Erba (2007).

#### 6.4 Identificador baseado em um sistema híbrido

Esta seção apresenta uma proposta para um identificador nacional único de parcela urbana, baseado em um sistema híbrido de identificação. Esse sistema integra elementos como codificação hierárquica, referência histórica e geolocalização absoluta, com o objetivo de padronizar um identificador singular e promover a integração em âmbito nacional das diversas bases cadastrais geradas por distintos municípios.

É importante enfatizar que, antes da adoção desta proposta, o município deve executar o planejamento e a implementação da RRCM, conforme indicado pela ABNT NBR 13.133 de 2021 e pela ABNT NBR 14.166 de 2022, a fim de estabelecer a origem do PTL vinculada ao SGB. Sugere-se que o IBGE incentive os municípios a implantar a RRCM e a estabelecer a origem do STL em suas áreas, além de torná-lo visível de maneira clara em seus produtos cartográficos cadastrais, monografias de marcos e documentos cartoriais, como as matrículas de imóveis.

##### 6.4.1 Estruturação do identificador

A estruturação do identificador foi metodicamente desenvolvida para cumprir os critérios desejáveis apresentados, aderindo às diretrizes das normas da ABNT, notadamente a NBR 14.166 de 2022 e a NBR 13.133 de 2021. O código identificador resultante, que é único,

garante a identificação em âmbito nacional e a localização geográfica precisa da parcela em todo o território de forma inequívoca.

O código identificador compreende três elementos distintos, os quais asseguram a eficácia do sistema. O primeiro elemento (Figura 35) aborda a divisão administrativa da jurisdição, estabelecendo uma organização em níveis entre o Estado e o Município. O segundo elemento (Figura 36) consiste no referencial histórico, representado pela data de criação ou modificação da parcela (estabelecida pelo mês e ano). Por fim, o terceiro elemento (Figura 37) trata do centroide da parcela, determinado por coordenadas plano-retangulares e referenciado à origem do STL do município.

A Figura 38, que segue, apresenta o formato proposto para o código identificador da parcela urbana. Tal formato é construído a partir da divisão administrativa da jurisdição e do centroide. Cada subelemento é delimitado por um caractere "ponto".

Figura 35 - Primeiro elemento referente ao código proposto

Primeiro elemento								
Divisão administrativa								
UF			Município					
0	0	.	0	0	0	0	0	.

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Figura 36 - Segundo elemento referente ao código proposto

Segundo elemento							
Referencial histórico							
Mês				Ano			
0	0	.	0	0	0	0	.

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Figura 37 - Terceiro elemento referente ao código proposto

Terceiro elemento												
Número da parcela												
Coordenadas plano-retangulares (STL)												
0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Figura 38 - Formato proposto para o código identificador de parcela urbana

Primeiro elemento			Segundo elemento				Terceiro elemento															
Divisão administrativa			Referencial histórico				Número da parcela															
UF		Município	Mês		Ano		Coordenadas topográficas – Centroide															
0	0	.	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

#### **6.4.1.1 Primeiro elemento - unidades da divisão administrativa**

A divisão administrativa do Brasil é representada por um código geográfico exclusivo, composto por sete dígitos. Esse código é atribuído pelo IBGE e segue uma hierarquia, iniciando pelas unidades macro, como os estados, e progredindo para unidades menores, como os municípios.

Os dois primeiros dígitos do código correspondem à identificação do estado na divisão político-administrativa. Os cinco dígitos subsequentes são utilizados para identificar o próprio município. Esse formato garante a singularidade do código do município em todo o território nacional.

O código geográfico é um recurso importante para a organização e o processamento de informações sobre o território brasileiro. Ele é utilizado por diversas instituições, incluindo o IBGE, o governo federal e os municípios.

#### **6.4.1.2 Segundo elemento - Referencial histórico**

Philips (2010) recomenda que a parcela seja documentada historicamente, indicando sua parcela originária no caso de desmembramentos ou remembramentos. Essa documentação deve incluir a data de cadastramento ou alteração dos limites da parcela.

Assim, o segundo elemento do código identificador é a data de cadastramento ou alteração dos limites da parcela. Esse componente permite que o código identificador leve em consideração as mudanças territoriais ao longo do tempo e viabilize operações como desdobramentos, desmembramentos e remembramentos, sem gerar duplicidade nas identificações.

#### **6.4.1.3 Terceiro elemento - coordenadas plano-retangulares do STL do centroide**

O terceiro elemento do código identificador é o centroide da parcela, representado pelas coordenadas plano-retangulares do STL (X e Y), que denotam o ponto geométrico central da parcela em questão. Essa parcela é demarcada por vértices estabelecidos por coordenadas topográficas plano-retangulares, vinculadas à origem do STL do município.

A título de exemplo, consideremos uma propriedade em Campinas, vetorizada com base na ortofoto disponibilizada no portal da Prefeitura Municipal de Campinas. A parcela é representada pela área hachurada na Figura 39. As coordenadas plano-retangulares do STL

dos vértices da parcela, do centroide e as coordenadas geodésicas da origem do STL são detalhadas na Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Figura 40.

O cálculo do centroide se dá pela média das coordenadas dos vértices, resultando em valores de X e Y igualmente a 158.003,433 m e 255.203,953 m, respectivamente. Sugere-se que as coordenadas sejam expressas até a unidade de metro, descartando décimos, centímetros e milímetros, aproximando os valores conforme as regras de arredondamento matemático.

Figura 39 - Parcela localizada no município de Campinas - SP



Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

Figura 40 - Coordenadas do centroide topográfico e dos vértices definidores da parcela

	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>
1	157.993,466	255.184,895
2	158.022,600	255.194,556
3	158.013,380	255.222,932
4	157.984,286	255.213,434
<b>Centroide</b>	158.003,433	255.203,953
<b>Origem do STL - SIRGAS2000</b>		
$\varphi_o = 22^\circ 54' 02,09533''$	$X_o = 150.000,000 \text{ m}$	
$\lambda_o = 47^\circ 03' 26,83597''$	$Y_o = 250.000,000 \text{ m}$	
$H_t = 700,000 \text{ m}$		

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

### 6.4.2 Estruturação definitiva do código identificador

Dentro da divisão administrativa estabelecida pelo IBGE, o código municipal para Campinas - SP é 35.09502. Considerando uma data fictícia de cadastramento dessa parcela no mês de maio de 1980, e mantendo seus limites inalterados desde então, o segundo elemento do código será representado por 05.1980. Assim, a concatenação do geocódigo municipal, o referencial histórico e as coordenadas do centroide da parcela resultarão no código 35.09502.05.1980.158003.255203, conforme exibido na Figura 41.

Figura 41 - Código identificador da parcela urbana situada em Campinas - SP

Primeiro elemento		Segundo		Terceiro elemento																									
Divisão administrativa		Referencial histórico		Número da parcela																									
UF	Município	Mês	Ano	Coordenadas topográficas – Centroide																									
3	5	.	0	9	5	0	2	.	0	5	.	1	9	8	0	.	1	5	8	0	0	3	.	2	5	5	2	0	3

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

O Quadro 17 apresenta uma comparação entre algumas características dos sistemas de codificação convencionais e o sistema híbrido proposto.

Quadro 17 - Aspectos dos sistemas de codificação convencionais e do sistema híbrido proposto

Tipo	Aspectos favoráveis	Aspectos desfavoráveis
Sequencial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema simples de identificação.</li> <li>- Gerado automaticamente por um sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não é eficiente para densa dinâmica territorial urbana - cresce o número de unidades e subdivisões de parcelas registradas no banco de dados cadastral;</li> <li>- O número gerado não contém informações deriváveis;</li> <li>- Não transmite informações sobre a localização geográfica ou outras características da parcela.</li> <li>-Desconsideração de um elemento temporal</li> </ul>
Hierárquico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização da parcela com o conhecimento da malha administrativa municipal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dualidade na identificação da parcela em procedimentos de remembramento ou divisão.</li> <li>- Sem vínculo com posição geográfica.</li> <li>- A reconfiguração da malha administrativa municipal requer a criação e atribuição de novos códigos.</li> <li>-Desconsideração de um elemento temporal.</li> </ul>
Geolocalização absoluta	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vínculo com posição geográfica.</li> <li>-Rotinas automatizadas pode gerar o código identificador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de coordenadas UTM situadas em diferentes fusos terão códigos iguais.</li> <li>- Dualidade na identificação da parcela em procedimentos de remembramento ou divisão.</li> <li>- Não atende a singularidade em âmbito nacional.</li> <li>-Desconsideração de um elemento temporal.</li> </ul>
<b>Sistema Híbrido proposto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiente para dinâmica territorial urbana.</li> <li>Informação de localização.</li> <li>- Localiza-se dentro da parcela e pode ser usado como representação pontual.</li> <li>Rotinas automatizadas geram o código identificador.</li> <li>Alcança a integração das bases cadastrais em âmbito nacional.</li> <li>- Não possibilita replicação para outra parcela.</li> <li>- Atende aos critérios exigidos internacionalmente (apontados pela Utah Tax Commission e IAAO).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dependendo da geometria da figura, o centróide pode situar-se fora da parcela (no entanto, pode ser usado o paracentroide, casos tratados como exceção).</li> </ul>

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

O modelo de codificação proposto é objetivo e adequado para rastrear a evolução territorial e seu desenvolvimento histórico. Com a quantidade suficiente de dígitos (com 25 dígitos), está em conformidade com as orientações da Portaria Ministerial n.º 3.242 de 2022. Além disso, ele atende critérios como exclusividade, simplicidade, flexibilidade, permanência, economia, acessibilidade e referência geográfica. Cada parcela terá um código identificador único de âmbito nacional, conferindo uma identificação exclusiva e inequívoca no banco de dados cadastral.

Essa nomenclatura será permanente, permitindo atualizações simples em situações de desmembramentos ou remembramentos, quando ocorrerem mudanças geométricas em forma e/ou área. Isso é essencial, pois a nova parcela gerada deve possuir um geocódigo independente do original, resultando em uma nova nomenclatura no Registro de Imóveis.

O geocódigo proposto é exclusivo, o que o torna suficiente para a integração em bancos de dados cadastrais em todo o país. A unicidade é um princípio fundamental dessa nomenclatura, evitando a duplicidade entre identificadores de parcelas. Isso atende ao que

preconiza o SINTER, que busca ser uma ferramenta de gestão pública e integrar os variados cadastros urbanos existentes no país.

As coordenadas plano-retangulares do STL do centroide da parcela, associadas ao geocódigo municipal e seu referencial histórico, garantem a singularidade e unicidade do código no banco de dados em escala nacional. A precisão posicional de 1 metro garante que pontos médios com uma distância de pelo menos 1 metro terão códigos com coordenadas distintas.

A simplicidade dessa abordagem a torna precisa e improvável de ser transcrita erroneamente. Além disso, sua flexibilidade, economia e acessibilidade a tornam adequada para atender qualquer município, independentemente de seu nível de desenvolvimento tecnológico. A geração e manutenção desse código não exigem equipamentos caros, softwares pagos ou tecnologia avançada, o que está diretamente relacionado à sua simplicidade e economia.

A criação de um código identificador não deve ser limitada pela quantidade de caracteres, mas deve estar em conformidade com os critérios estabelecidos. Esse código deve ser duradouro, permanecendo válido até que ocorram mudanças significativas nas políticas cadastrais da jurisdição, como fusões ou emancipações municipais, por exemplo.

### **6.4.3 Considerações do código identificador proposto**

A adoção do STL como base para o código identificador é fundamentada pela sua capacidade de proporcionar uma precisão mais elevada na determinação dos vértices das parcelas. Essa precisão exige que a RRCM também esteja nesse mesmo sistema. Adicionalmente, as coordenadas do STL podem ser facilmente transformadas em coordenadas geodésicas, simplificando a interpretação e fornecendo suporte às atividades de engenharia que utilizam coordenadas no PTL.

Para áreas urbanas de ampla extensão territorial no Brasil e núcleos urbanos informais<sup>20</sup> mais afastados, é comum que essas áreas não se enquadrem às dimensões definidas pela norma NBR 13.133, de 2021. Por exemplo, os raios de abrangência dos municípios que contêm as maiores manchas urbanas no Brasil, como São Paulo - SP, Rio de Janeiro - RJ, Brasília - DF, Goiânia - GO, Curitiba - PR, Campinas - SP, Campo Grande - MS, Belo

---

<sup>20</sup> Núcleo urbano informal é “aquele clandestino, irregular ou no qual não foi possível realizar, por qualquer modo, a titulação de seus ocupantes, ainda que atendida a legislação vigente à época de sua implantação ou regularização” (BRASIL, 2017). Lei n.º 13.465, de 2017, art. 11, inciso II.

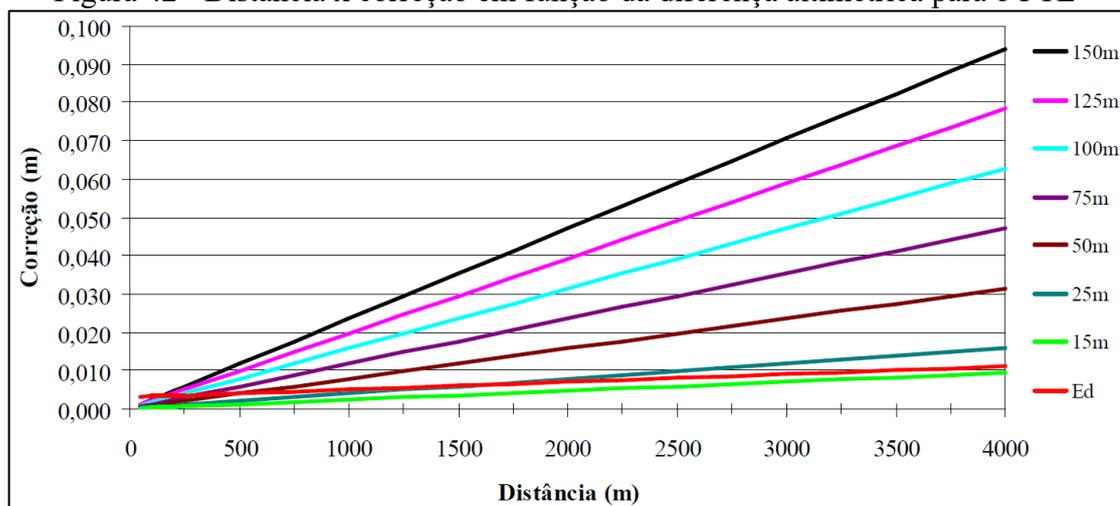
Horizonte - MG e Porto Alegre - RS, não ultrapassam 35 km do centro aos limites da área urbana.

Para municípios com grandes extensões territoriais, porém com áreas urbanas relativamente pequenas, como Altamira (PA), Barcelos (AM) e São Gabriel da Cachoeira (AM) - 12 km, 3 km e 7 km (aproximadamente), respectivamente –, é viável estruturar a RRCM e determinar o STL apenas para as áreas urbanas, de extensão urbana e urbanizáveis, para implementar o código identificador da parcela, usando a metodologia proposta.

A NBR 13.133, de 2021, estabelece que a subdivisão do sistema em sistemas parciais deve ocorrer quando os desníveis em relação ao PTL adotado forem superiores à  $\pm 150$  m na área a ser representada. Contudo, essa definição mantém o erro devido ao fator de redução ou ampliação das distâncias horizontais. Esse fator surge porque as distâncias horizontais são ajustadas à altura do PTL (altitude média); entretanto, é importante notar que no Brasil são raras as áreas urbanas que apresentam essas diferenças altimétricas, que demandam alto grau de precisão, como em locações industriais e monitoramento de estruturas. Nesse contexto, é aconselhável estabelecer um sistema arbitrário por meio de interseções angulares com equipamentos de alta precisão (na ordem de 1" a 0,2").

O gráfico na Figura 42 ilustra os valores aproximados de correção a serem aplicados às distâncias planas para torná-las horizontais e vice-versa, em relação à diferença altimétrica com o PTL. A reta Ed (vermelha), representando o erro de distância medida (desvio-padrão das distâncias medidas por estação total; sendo os valores da respectiva reta referenciada a uma estação total Classe 2). Analisando o gráfico, nota-se que o valor de correção da distância é inferior ao erro da distância medida, o que gera incerteza sobre a real necessidade dessa correção. Observa-se também que, em distâncias menores que 125 m, existe incerteza sobre o uso da correção, já que o possível erro na medição da distância supera a correção relativa à referência altimétrica (AGOSTINHO, 2007).

Figura 42 - Distância x correção em função da diferença altimétrica para o PTL



Fonte: Adaptado de AGOSTINHO (2007)

No Brasil, sistemas cadastrais, que utilizam a geolocalização absoluta frequentemente adotam a projeção UTM. Embora a geolocalização absoluta seja uma das formas mais precisas de estabelecer identificadores, a utilização de coordenadas UTM apresenta uma desvantagem na integração de bancos de dados cadastrais em âmbito nacional. Especificamente, por não informar o fuso UTM das coordenadas do centroide no código, existe uma possibilidade considerável de que parcelas localizadas em fusos UTM distintos tenham códigos idênticos, contrariando o princípio da exclusividade.

Apesar da projeção UTM ser amplamente usada em cartografia (adequada para escalas médias a pequenas) e possuir propriedades de conformidade (ângulos sem deformação), ela introduz distorções nas medidas de áreas e distâncias (devido ao fator de escala  $K^{21}$ ), o que a torna incompatível para trabalhos de engenharia urbana e posicionamento em relação à convergência meridiana.

Com frequência, profissionais (técnicos, engenheiros e arquitetos) envolvidos em projetos de engenharia ignoram ou desconhecem aspectos técnicos dos dados cartográficos utilizados, especialmente relacionados à sistemas de coordenadas para elaboração e implantação dos projetos.

Oliveira (2010) ressalta que o código identificador exclusivo da parcela deve ser um elemento integrador entre os setores administrativos da prefeitura e outras entidades

<sup>21</sup> O fator de escala K refere-se ao coeficiente de deformação linear, representando a relação entre um comprimento na projeção (cilindro) e seu equivalente no elipsoide.

públicas ou privadas, além de estabelecer uma conexão com órgãos governamentais em âmbito estadual e federal.

A principal ligação entre as parcelas e seus dados tabulares é o código identificador. Um identificador deve utilizar um número ou código para identificar de forma exclusiva uma parcela em um banco de dados cadastral, em vez de depender de uma descrição legal completa. Isso implica que cada parcela deve ser representada por um código único e exclusivo, estabelecendo uma relação entre uma camada cadastral específica e arquivos contendo informações como propriedade, valor venal, zoneamento, entre outros. Esse identificador, além de proporcionar um índice compartilhado para todos os registros de propriedade, facilita o rastreamento de mudanças nas descrições legais de maneira rigorosa e mais gerenciável.

Dos critérios mencionados para a formulação de um sistema de identificação de parcelas territoriais, os principais são exclusividade, permanência e localização geográfica. O método proposto atende a esses critérios estabelecidos e é de aplicação simples. O código estabelecido é um geocódigo facilmente gerado e gerenciado em qualquer plataforma SIG, incluindo softwares de código aberto.

O sistema híbrido proposto compreende uma hierarquia inter-relacionada com a referência histórica e um sistema de identificação baseado nas coordenadas plano-retangulares do STL, de fácil manutenção, uma vez que os novos códigos são rapidamente atribuídos, escolhendo-se apenas o centroide da parcela territorial, o que garante os critérios recomendados para um geocódigo em um banco de dados nacional.

A seleção de um sistema de identificação deve ser uma consideração primordial ao implementar um sistema cadastral territorial urbano. No entanto, é necessário direcionar a atenção também para a alocação, realocação e controle subsequentes desses identificadores. O controle dos identificadores de parcelas faz parte do gerenciamento das mudanças na posse da terra. Mesmo se a configuração da parcela for alterada devido à remembramentos e desmembramentos, novos identificadores serão atribuídos, mas ainda assim, a parcela original deverá permanecer como uma entidade histórica e seus registros serão mantidos no antigo código identificador.

Em situações excepcionais, o centroide pode estar fora da parcela, especialmente se esta for extremamente irregular. Se isso de fato ocorrer, o técnico responsável pelo cadastro fará as adaptações necessárias, por exemplo, definir o “paracentroide” (ponto que é garantido estar no interior do polígono) para a parcela.

Recomenda-se que, para desenvolver essa metodologia a fim de atender a um sistema de gestão territorial em nível municipal, estadual e nacional, a RRCM seja

implementada em todos os municípios brasileiros e o STL seja estabelecido conforme a ABNT NBR 14.166, de 2022.

A geocodificação proposta, como um dos elementos do CTM, elimina sobreposições de parcelas, permitindo sua localização imediata de forma inequívoca em âmbito nacional, propiciando o controle e governança do território por entidades governamentais e do setor privado, em termos sociais, econômicos e legais.

Esta proposta não está em desacordo como a IN da Receita Federal, podendo a codificação da referida IN ser incorporada como complemento para fins tributários.

### **6.5 Resumo e discussão sobre o capítulo**

A implementação de um código identificador único e padronizado para as parcelas territoriais é fundamental para o desenvolvimento de um SIT eficiente e integrado em todo o país. A falta de padronização do identificador da parcela urbana dificulta a integração e a troca de informações entre os diferentes municípios, resultando em uma estrutura desagregada e antiquada.

Para superar esses desafios e promover uma gestão territorial mais eficiente e eficaz, é necessário estabelecer um código identificador preciso, geograficamente definido e estável. Nesse sentido, a utilização de sistemas de referência geodésicos e a combinação de elementos hierárquicos e geolocalização na codificação da parcela são aspectos importantes a serem considerados.

A estruturação do código identificador proposto busca atender aos critérios desejáveis e normas estabelecidas pela ABNT para a identificação de parcelas territoriais urbanas. Ele é composto por três elementos principais: o primeiro elemento refere-se à divisão administrativa da jurisdição, representada pelos códigos de estado e município; o segundo elemento é o referencial histórico, indicando a data de criação ou alteração da parcela; e o terceiro elemento é o centroide da parcela, representado pelas coordenadas plano-retangulares do STL do município. Essa estrutura garante a identificação única e inequívoca das parcelas em nível nacional, fornecendo informações precisas sobre sua localização geográfica.

A utilização das coordenadas plano-retangulares do STL do centroide da parcela, em conjunto com o geocódigo municipal e o referencial histórico, garantem a singularidade e unicidade do identificador no banco de dados em âmbito nacional. Além disso, a metodologia proposta permite a atualização do identificador em casos de desmembramentos ou

remembramentos, adaptando-se às mudanças geométricas da parcela sem comprometer sua identificação.

A escolha do Sistema de Projeção UTM é como comum no Brasil, mas apresenta limitações na integração de bancos de dados cadastrais em nível nacional. Por isso, a proposta do código identificador baseado nas coordenadas plano-retangulares do STL oferece uma solução mais adequada, garantindo a exclusividade e evitando possíveis coincidências de identificadores. Ele possui características fundamentais, como exclusividade, permanência, simplicidade, flexibilidade, economia, acessibilidade e referência geográfica. Essas características contribuem para sua aplicabilidade em diferentes municípios, independentemente de sua infraestrutura tecnológica. Além disso é objetivo, de fácil geração e gerenciamento em plataformas de Sistemas de Informações Geográficas, inclusive com softwares livres.

Essa proposta requer o cumprimento do planejamento e implantação da Rede de Referência Cadastral Municipal e a definição clara do STL vinculado ao SGB.

A implementação de um SIT integrado em nível nacional traz benefícios significativos para o Estado e os proprietários de imóveis, promovendo a segurança jurídica, a proteção do mercado imobiliário e a facilitação de investimentos. Além disso, a padronização do cadastro territorial urbano e a conexão das bases de dados municipais em um sistema nacional contribuem para a agilidade nos processos administrativos, econômicos e sociais, resultando em uma gestão pública mais eficiente diante do crescimento urbano acelerado.

A reflexão sobre o identificador exclusivo para a parcela territorial urbana no Brasil nos leva a compreender a importância de superar os desafios relacionados à identificação de bens e direitos em âmbito nacional. A dispersão das informações em diferentes bases e a falta de integração entre elas evidenciam a necessidade de um sistema integrador de cadastro em nível nacional, capaz de fornecer informações completas, atualizadas e uniformes.

O contexto dessa proposta também aponta para a necessidade de um cadastro territorial urbano, que valorize as parcelas cadastrais como elementos fundamentais para a gestão do espaço urbano no Brasil. Através da reflexão sobre a unidade territorial, caracterização e organização do espaço urbano, compreende-se a importância do cadastro territorial urbano, especialmente por meio das parcelas cadastrais, para uma gestão eficiente do território e para a garantia de acesso à direitos, deveres e restrições. Essa abordagem possibilita a interação entre diferentes atores, como municípios, cartórios, estados e federação, promovendo uma gestão mais integrada e eficiente do território. Ao utilizar o código identificador único das parcelas, é possível estabelecer uma comunicação efetiva e coordenada

entre esses atores, facilitando a tomada de decisões e promovendo uma governança territorial mais eficiente e eficaz.

Todas essas considerações estão no artigo “Cadastro Urbano: uma Proposta para Codificação de Parcela Territorial Urbana com Abrangência Nacional”, publicado na Revista Brasileira de Cartografia<sup>22</sup>, demonstrando a viabilidade do código identificador proposto pela autora.

---

<sup>22</sup> Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/64008>

## **7 PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DA “BASE CARTOGRÁFICA LEGAL” EM PREFEITURAS MUNICIPAIS**

### **7.1 Introdução**

A estrutura organizacional de um município é complexa, constituída pela administração direta e indireta. A gestão municipal é conduzida por vários órgãos, cada um atuando em conformidade com suas competências e atribuições específicas, o que resulta em uma relativa autonomia entre eles. Ainda é comum que os órgãos municipais mantenham bancos de dados individualizados, contendo informações que são produzidas em outras áreas, mas que são necessárias para uso em seus próprios projetos e planos.

Contudo, tal prática pode levar à ocorrência de modificações nos dados devido à vistorias realizadas *in loco*, elaborações de *as-built* e entre outros processos, sendo que tais atualizações frequentemente não são compartilhadas com a secretaria responsável pela atualização legal dos registros. Isso pode resultar na existência de duplicações de informações entre órgãos decorrentes da individualização dos bancos de dados.

Uma abordagem mais adequada consiste em evitar que os órgãos municipais mantenham banco de dados e bases cartográficas exclusivas para seu uso e, em vez disso, utilizar bases de dados únicas e atualizadas pelas áreas da administração pública competentes para tal. Isso favorece uma visão integrada das características reais do território, agregando dados passados, presentes e permitindo a formulação de planos futuros.

Diante dessa conjuntura, somada ao contínuo processo dinâmico de desenvolvimento urbano, que envolve novos parcelamentos, modificações no sistema viário, empreendimentos de infraestrutura, dentre outros, surge a necessidade de o município adotar práticas e procedimentos contemporâneos que favoreçam a integração pertinente. Isso busca assegurar respostas eficazes às demandas sociais e auxiliar os órgãos encarregados de fiscalização e planejamento.

É primordial que o município disponha de informações continuamente atualizadas sobre seu território, ao mesmo tempo em que deve alinhar os interesses tecnológicos, econômicos e humanos dos diversos órgãos municipais, a fim de estabelecer um banco de dados e uma base cartográfica unificados e confiáveis, aplicáveis em todas as esferas da administração.

Para atingir tal objetivo, é necessário estabelecer um processo de trabalho com fluxo permanente para a atualização das informações no banco de dados e na base cartográfica legal. Isso permitirá a viabilização e a consolidação de uma metodologia de trabalho entre os setores responsáveis pela geração da informação, pautada por um conjunto de normas e procedimentos que garantam a acessibilidade e a contínua atualização dos dados.

A Administração Pública Municipal tem a obrigação legal de disponibilizar as informações cadastrais das parcelas para os profissionais das áreas técnicas e os contribuintes em geral, a fim de fornecer o conhecimento para subsidiar a elaboração de projetos particulares no município. Essas informações podem variar desde a área da parcela, medidas perimetrais, limites confrontantes, diretrizes viárias e ambientais, até o zoneamento, entre outros. Tais informações são inerentes as plantas de parcelamento do solo aprovadas pelo órgão competente da prefeitura, bem como as eventuais modificações, constituindo assim um conjunto de plantas que compõem a base cartográfica legal municipal.

Com uma base cartográfica digital legal associada a um banco de dados único, será possível a implantação de um SIG que se tornará um recurso importante na integração e gestão do território. Com a atualização constante dos elementos cadastrais, diversas aplicações em intranet e na *web* podem ser desenvolvidas e disponibilizadas, oferecendo serviços à sociedade e aos órgãos públicos em geral.

Normalmente, a base cartográfica é gerada por meio da aerofotogrametria e os vetores são derivados das ortofotocartas em uma escala apropriada (1:1000) refletindo a situação real do local. Entretanto, os vetores obtidos por meio desse processo de restituição nem sempre são compatíveis com as informações do cadastro territorial do município, mesmo quando o PEC-PCD pertence à Classe A. Essas discrepâncias decorrem de diversos fatores, como a precisão da aerofotogrametria, variações de área e/ou medidas da gleba que originou o parcelamento, a implantação equivocada do loteamento/arruamento, qualidade duvidosa do projeto, entre outros. Em teoria, as medidas obtidas *in-loco* de uma determinada gleba deveriam ser compatíveis com as medidas registradas na matrícula do imóvel, mas, na prática, isso nem sempre ocorre. Há diferenças de medidas que até podem ser aceitas pelo órgão público no momento da aprovação do empreendimento, mas, em outros casos as discrepâncias são deliberadamente ocultadas na planta do levantamento topográfico da gleba. A área e as medidas correspondentes à matrícula são inseridas para evitar o processo de retificação, escapando da percepção dos técnicos da prefeitura. Visto que as medidas obtidas em campo não correspondem às da matrícula, mas o projeto do parcelamento é elaborado com base nas medidas da matrícula, surgem divergências no futuro que comprometem a integração da base

cartográfica “legal” com a “física”, bem como o uso de ortofotocartas. Nesse sentido, uma **base cartográfica "física"** é estabelecida com informações obtidas in loco, enquanto outra **base cartográfica "legal"** é composta por informações extraídas das plantas de parcelamento do solo aprovadas.

Idealmente, um trabalho técnico demanda uma base cartográfica cuja representação seja fiel às informações de campo e idêntica às plantas aprovadas de parcelamento de solo registradas no Registro de Imóveis. Contudo, na prática, raramente isso ocorre, perpetuando a existência de uma **base cartográfica "física"** discrepante da **base cartográfica "legal"**.

Este capítulo apresenta uma proposta de procedimentos para a construção e manutenção contínua da base cartográfica legal de um município, integrada a um banco de dados unificado, contendo informações das parcelas e do sistema viário, que são atualizados constantemente por diversos setores de uma prefeitura. Serão abordadas as divergências resultantes de limites físicos e legais discrepantes, o parcelamento do solo e ações que alteram as parcelas, bem como o processo de análise do levantamento topográfico para o parcelamento de solo. Serão também discutidos as discrepâncias e os parâmetros de aceitação, além do gerenciamento e da gestão de parcelas no âmbito de um SIG.

## **7.2 Base cartográfica (limite físico x limite legal)**

A base cartográfica pode ser definida como o conjunto de cartas e plantas que fazem parte do SCM e que, com o apoio da RRCM, contêm informações territoriais fundamentais para o planejamento, anteprojetos, projetos, cadastro territorial e multifinalitário, acompanhamento de obras e outras atividades, que necessitem do terreno como referência (ABNT, 2022). Além disso, é um conjunto de informações espaciais de referência e consistentes, que estão relacionadas ao SGB. É uma ferramenta essencial para gerar e gerenciar as informações espaciais.

Conforme a FIG (1995), reafirmada na Portaria Ministerial n.º 3.242 (Brasil, 2022), a cartografia cadastral de um município precisa ser sistematicamente representada pelos limites legais das parcelas, onde devem estar associadas a um código identificador exclusivo (conforme proposto no Capítulo 6). Além disso, é necessário que as coordenadas dos seus vértices limites estejam vinculadas ao SGB e que haja a incorporação dessas informações no RI. No entanto, no Brasil isso não é adotado, mas iniciativas recentes estão sendo tomadas junto ao SINTER para a incorporação dessa informação.

Na maioria dos municípios brasileiros as parcelas territoriais são representadas na base cartográfica somente pelos limites físicos visíveis e sem vínculo com o RI, o que ocasiona incertezas em relação ao limite do imóvel.

A base cartográfica municipal deve conter informações, que representem fielmente o espaço físico territorial, principalmente os que tem origem na implantação de parcelamento do solo. Para Oliveira (2010) é necessário “identificar e medir os limites *in loco*, junto aos proprietários e apoiado pelos documentos existentes nos cartórios de RI, assim pode-se confrontar o limite legal (oficial/jurídico) com o limite físico (real) e retificar, caso não sejam coincidentes”.

Os limites físicos das parcelas, contidos na base cartográfica, são obtidos do cadastro físico territorial, onde está sob sua responsabilidade e competência a validação de informações referentes à representação real do espaço urbano. O limite físico é materializado por feições lineares e/ou pontuais, como muro, cerca, marco de concreto ou estaca de madeira. Porém, não é sempre que coincide com o limite legal, e muitas vezes não há uma delimitação que o representa; e mesmo que exista, as vezes ainda geram dúvidas quanto à sua localização. No entanto, se há título de propriedade, há limite legal (CARNEIRO, 2010).

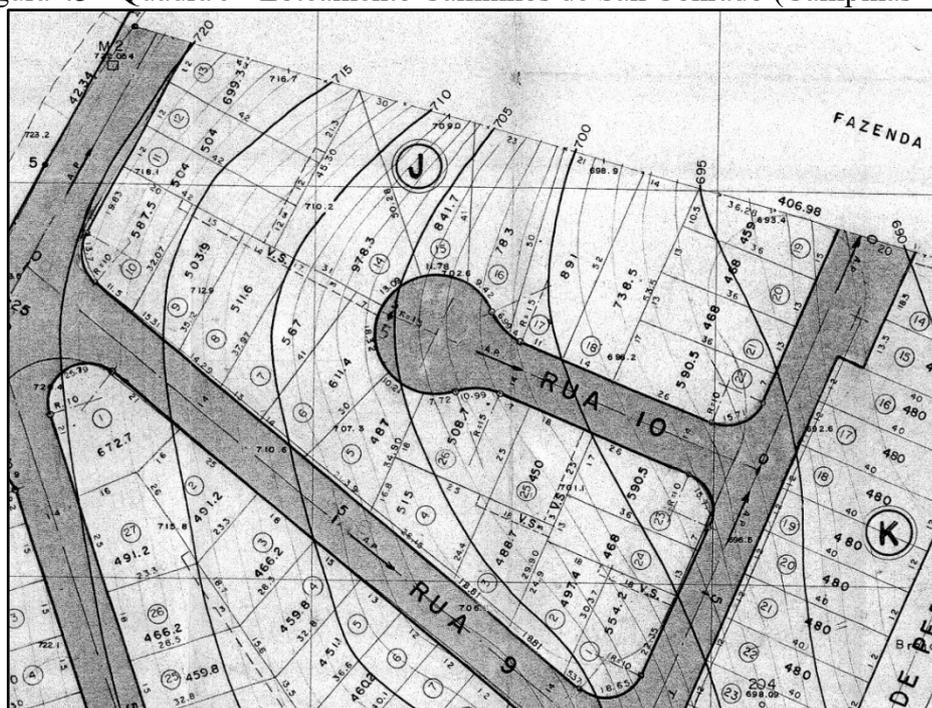
Evidencia-se que não existe uma legislação específica que estabeleça a obrigatoriedade de retificar os limites das parcelas em casos de divergências (física x legal) de área ou dimensões, exceto quando há interesse por parte do proprietário do imóvel. A retificação é solicitada pela prefeitura somente quando há necessidade de aprovação de projetos construtivos, cadastro de glebas ou modificações na parcela, como anexação ou desdobro. Como resultado, o cadastro físico territorial da prefeitura opera com duas bases cartográficas distintas: a **base cartográfica legal** e a **base cartográfica física**. A partir desse contexto, é possível estabelecer as seguintes definições:

- **Base cartográfica legal** são os limites das parcelas e do sistema viário obtidos das plantas de parcelamento do solo **aprovadas** pelo setor competente da Prefeitura e das plantas objeto de retificações administrativas ou judiciais;
- **Base cartográfica física** são os limites das parcelas, dos sistemas viários e todos os níveis de informações do território municipal, obtidos através de levantamento topográficos, fotogrametria, sensores espaciais, dentre outras.

A Figura 43 ilustra a quadra (J) do loteamento denominado "Caminhos de San

Conrado", cuja aprovação ocorreu no ano de 1978, situado na cidade de Campinas - SP. Esta representação exibe os dados essenciais do imóvel, incluindo o polígono das parcelas, suas medidas, área, números identificativos, arruamento, faixa de viela sanitária e curvas de nível. Esses elementos constituem a base cartográfica legal e devem ser apresentados ao registro no cartório de imóveis.

Figura 43 - Quadra J - Loteamento Caminhos de San Conrado (Campinas - SP)



Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas - SP (2017)

A Figura 44 ilustra o lote 21 da mesma quadra, já inserido na base cartográfica digital, mantendo-se fiel à planta aprovada do loteamento (incluindo o polígono do lote e suas dimensões), o que configura a base cartográfica legal. Para a integração do lote à base cartográfica, é atribuído um código identificador único (415163340028), essencial para vincular as informações ao banco de dados único. Destaca-se que também foi atribuída a numeração predial (503), seguindo os procedimentos internos estabelecidos pela Prefeitura.



Figura 45 - Representação do limite físico x legal na base cartográfica da Prefeitura de Campinas - SP



Fonte: Adaptado Prefeitura Municipal de Campinas - SP (2022)

Em uma base cartográfica municipal, além da inclusão das informações referentes aos limites físicos, deve-se atender ao princípio da especialidade objetiva, inerente ao registro de imóveis.

No contexto do princípio da especialidade objetiva, é obrigatório que todos os imóveis objeto de registro sejam descritos de forma precisa. No caso de imóveis urbanos, essa descrição deve englobar suas características, limites, localização geográfica, dimensões perimétricas, denominação do logradouro, bem como um código de identificação único, se houver (BRASIL, 1973; BRASIL, 2001) - elementos que definem o limite legal da parcela.

Na base cartográfica, o limite legal (oficial/jurídico) deve ser representado por diretrizes de políticas públicas urbanas, estabelecida por leis como a Lei Nº 6766/1979 (Brasil, 1979) e a Lei Nº 10.257/2001 (Brasil, 2001), além de leis, normas e decretos municipais relacionados ao parcelamento, uso e ocupação do solo. Essa representação também deve incluir dados provenientes do registro da parcela, fundamentados na documentação descritiva registrada no Cartório de Registro de Imóveis da jurisdição correspondente. Esses dados e informações devem ser aprovados e registrados pelo setor público municipal competente e responsável pelo processo de regularização, para posterior repasse ao setor encarregado da manutenção e atualização da base cartográfica municipal.

A “base cartográfica legal” tem seu respaldo tanto nas determinações legais quanto nas descrições contidas no Registro de Imóveis. Por exemplo, o uso e ocupação do solo de um loteamento deve ser legalmente aprovado e registrado em cartório, caso contrário, será considerado clandestino. Sob essa perspectiva, o loteamento oficial, originado a partir de um levantamento topográfico preciso, vinculado ao SGB, pode compreender informações tanto do cadastro físico territorial quanto das informações legais. Nesse contexto, o limite físico coincide com o limite legal, caso a implantação e localização tenham sido executadas corretamente, como evidenciado na Figura 46.

Figura 46 - Limite físico correspondente ao legal na base cartográfica da Prefeitura de Campinas



Fonte: Adaptado Prefeitura Municipal de Campinas - SP (2022)

É fundamental que a base cartográfica municipal seja mantida em atualização constante, especialmente quando se trata das informações legais (oficiais/legais). Somente assim, ela será capaz de prover descrições confiáveis da propriedade ao contribuinte, estabelecendo direitos seguros e permitindo que a administração pública tenha uma compreensão abrangente do território para fins de gestão.

A integração entre o cadastro e o RI consiste na completa compatibilidade entre os dois principais mecanismos de controle da propriedade imóvel: o primeiro, de responsabilidade municipal - o cadastro físico territorial; e o segundo, sob jurisdição do órgão registral, notavelmente, o Cartório de Registro de Imóveis, cujas informações das parcelas são extraídas da planta aprovada pela Prefeitura.

O correto é o limite físico ser implantado em consonância com o limite legal/jurídico. Entretanto, tal correspondência nem sempre se verifica na maioria dos

municípios brasileiros. Em muitas ocasiões, isso decorre das discrepâncias entre a aprovação e a efetiva implantação de um empreendimento. Durante a fase de implantação, modificações podem ocorrer devido a contratempos imprevistos ou erros na locação do projeto, resultando em diferenças entre os limites da parcela e o sistema viário previamente estabelecido. É importante notar que a área e dimensões *in loco* da gleba podem se distinguir daquelas registradas na matrícula, e essa divergência nem sempre é detectada durante a aprovação do parcelamento do solo.

Uma estratégia para amenizar tal problema é a realização de um levantamento *as built* (como construído). Esse tipo de levantamento visa estabelecer, de forma precisa, a localização de todas as construções, instalações, infraestrutura, limites, serviços e cursos d'água após a execução do projeto, além de verificar quaisquer alterações ocorridas. Quando discrepâncias são identificadas, o projeto é ajustado para refletir a realidade construída. Frequentemente, o levantamento "*as built*" difere do projeto aprovado.

É essencial que o projeto com as modificações efetuadas seja submetido após a conclusão da obra, uma vez que isso contribuirá para um planejamento territorial mais sólido e adequado à região. Além disso, o limite físico coincidirá com o limite legal, visto que o registro da propriedade será realizado não com base no projeto inicial de implantação, mas sim no levantamento "*as built*", que incorpora as alterações efetuadas durante a execução do projeto. No entanto, vale destacar que esse procedimento não é definido em legislação. Em geral, o loteamento é aprovado pela prefeitura e, posteriormente, submetido ao cartório de registro de imóveis para liberação da implantação do empreendimento. Após a implantação, mesmo que um levantamento "*as built*" seja realizado, o projeto não é modificado na Prefeitura e no RI, resultando na criação de uma base cartográfica física e uma base cartográfica legal divergentes.

É pertinente observar que somente em 2022, por meio da ABNT NBR nº 17.047 (2022), que estabelece os procedimentos para o levantamento cadastral territorial para registro público em casos de parcelamento de solo, usucapião e retificação de matrícula, passou-se a estipular a vinculação ao SGB. Até então, no Brasil, as diretrizes que regulamentavam o assunto (como, por exemplo, a ABNT NBR 14.645-2) não demandavam a vinculação das coordenadas dos vértices ao SGB, resultando em descrições precárias da propriedade.

### **7.3 Parcelamento do solo destinado a alteração da base cartográfica**

A atualização e manutenção da base cartográfica (legal) municipal pode ser

fundamentada por levantamentos topográficos, que objetivam o parcelamento do solo e quaisquer outras ações, que demandem mudanças ou alterações nas parcelas. Dentre esses procedimentos, os mais frequentemente empregados incluem o cadastramento de glebas, loteamentos, desmembramentos, remembramentos, desdobros, anexações, modificações e retificações de área, tanto via processos administrativos quanto judiciais, o quais são detalhados na Quadro 18.

Quadro 18 - Processos de parcelamento do solo urbano

<b>Processo</b>	<b>Definição</b>
<b>Cadastramento de gleba</b>	A Gleba é a área de terra que não foi objeto de loteamento e seu cadastramento deve envolver a análise criteriosa e multidisciplinar por parte de vários setores da administração pública Municipal. O resultado da análise deve fornecer, ao proprietário, as diretrizes urbanísticas, ambientais e restrições incidentes sobre ela, e algumas vezes, a indicação de alteração de uso rural para urbano (dependo da área onde estiver localizada).
<b>Loteamento</b>	Subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes.
<b>Desmembramento</b>	É a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com aproveitamento do sistema viário existente, desde que não implique a abertura de novas vias e logradouros públicos, nem prolongamento, modificação ou ampliação dos já existentes.
<b>Desdobro (ou fracionamento)</b>	É a divisão de um lote para formação de novos lotes (com matrículas distintas), com frente para via oficial de circulação já existente, sem abertura de novas vias e nem prolongamento das vias já existentes.
<b>Remembramento</b>	É a fusão ou unificação de dois ou mais lotes, para a constituição de um novo lote, reagrupando lotes contíguos, resultando em um terreno maior (lotes com matrícula própria).
<b>Anexação</b>	União de duas ou mais glebas, que resulta em gleba (com matrícula própria).
<b>Modificação</b>	É a alteração da conformação inicial de lotes ou glebas, que mantenha o número de unidades originalmente envolvidos;
<b>Retificação de área via procedimento administrativo e/ou judicial</b>	Conforme Lei 6.015/73, Art. 212. “Se o registro ou a averbação for omissa, imprecisa ou não exprimir a verdade, a retificação será feita ... por meio do procedimento administrativo previsto no art. 213, facultado ao interessado requerer a retificação por meio de procedimento judicial”. (Redação dada pela Lei nº 10.931, de 2004)

Fonte: Elaborada pela Autora com base na Lei 6.766 (1979).

Os processos de parcelamento do solo como desdobro, fracionamento, anexação, modificação, cadastramento de gleba e outros, somente podem ser executados caso estejam previstos em legislação estadual ou municipal, visto que a Lei Federal n.º 6.766/79 não contempla sua regulamentação.

### 7.3.1 Divergências e parâmetro de aceitação

No processo de análise documental, é primordial realizar uma comparação

minuciosa entre as medidas e a área obtidas no levantamento topográfico, bem como os registros matriciais do imóvel. Nesse estágio, ocorre a verificação da área total, das medidas perimetrais e dos vértices que definem seus limites (juntamente com suas coordenadas e sistema de referência adotado), além de uma avaliação quanto a sobreposições com outras glebas cadastradas e/ou parcelas.

Em muitos casos, deparamo-nos com divergências, sobretudo em relação à área, medidas perimetrais e coordenadas dos vértices limitantes. Essa situação decorre frequentemente de descrições imprecisas nos registros imobiliários, especialmente em documentos mais antigos, ou de levantamentos topográficos realizados com padrões técnicos menos rigorosos. Por vezes, tais levantamentos eram conduzidos empregando sistemas arbitrários, destituídos de vínculos com o SGB, resultando na falta de precisão na localização exata do imóvel. Levantamentos topográficos originados de sistemas arbitrários, apesar do uso de equipamentos altamente precisos, ocasionariam uma variação na origem da geometria a cada novo levantamento para o mesmo limite.

Em épocas anteriores as ferramentas de geotecnologia e cartografia digital, as parcelas eram representadas mediante medidas lineares e angulares, tendo como referência os lados em relação ao norte magnético (ou, ocasionalmente, ao norte verdadeiro). Essa prática decorria das limitações dos equipamentos e métodos disponíveis naquela época. Como resultado, persistem, até hoje, implicações na descrição dos imóveis, uma vez que os títulos registrados se baseiam nesses documentos. A falta de precisão nessas informações, na maioria dos casos, dificulta a identificação precisa do polígono legal no terreno. A determinação dos arruamentos e loteamentos era realizada por meio de métodos gráficos, com medidas obtidas por meio de escalímetros e áreas calculadas com a ajuda de planímetros (mecânicos) diretamente nas plantas topográficas. Quando realizado por profissionais experientes e criteriosos, um novo levantamento das parcelas e vias era executado para criar o "*as built*".

A conformidade entre os limites físicos e legais da propriedade deve ser uma premissa imposta pelas prefeituras para a aprovação de processos como o cadastramento de glebas, projetos de parcelamento do solo e quaisquer outras ações, que demandem alterações das parcelas.

No caso de serem identificadas discrepâncias entre os elementos presentes na matrícula e na planta topográfica, o processo deve ser devolvido para as providências pertinentes. Ou seja, o proprietário deve tomar as medidas necessárias para realizar a retificação administrativa e/ou judicial da área.

No município de Campinas - SP, por exemplo, não há margem para tolerância em

relação a divergências entre os elementos do levantamento topográfico e os da matrícula. Nesse contexto, o proprietário é orientado a realizar a retificação administrativa e/ou judicial da área. Caso exista discrepância, o proprietário tem a opção de prosseguir com o cadastramento da gleba utilizando os dados presentes no levantamento topográfico. Contudo, é necessário que haja uma observação na planta topográfica indicando que as medidas e/ou a área diferem dos elementos da matrícula. É importante ressaltar que a geometria da gleba deve estar em conformidade com sua descrição. Se o interessado solicitar a análise do parcelamento do solo referente a essa gleba ou a aprovação de sua incorporação, será preciso providenciar a retificação junto aos órgãos competentes. Ao término desse processo, a gleba será inserida no cadastro territorial do município e o cadastro definitivo será elaborado com as coordenadas que definem seus limites, as quais serão idênticas às registradas e gravadas em sua matrícula.

A determinação exata da localização espacial da parcela é imperativa para todos os municípios, garantindo assim que o cadastro territorial e a base cartográfica sejam confiáveis e estejam devidamente conectados ao RI. É essencial que os municípios estabeleçam padrões para os levantamentos topográficos e sigam, no mínimo, as tolerâncias estabelecidas na NBR 17.047/2022.

Todavia, no que concerne à tolerância, é importante reconhecer que a determinação de valores engloba uma série de variáveis e, muitas vezes, a definição se torna complexa, não abrangendo todas as necessidades. Ainda assim, é necessário que esses valores se baseiem em premissas de atender às exigências das legislações e normas em vigor, incluindo a recém-publicada ABNT NBR 17.047/2022. Esta norma estabelece procedimentos, precisões e tolerâncias para o "Levantamento Cadastral Territorial para Registro Público". De acordo com esta norma

A precisão posicional planimétrica do vértice da parcela ou do imóvel urbano deve ser de **8 cm**...A tolerância para o vértice da parcela ou do imóvel é de três vezes a precisão posicional, ou seja, quando forem encontradas diferenças posicionais entre dois levantamentos distintos com valor admissível de até **24 cm** em um ou mais vértices de parcela ou imóvel urbano, considera-se válido o levantamento inicial e permanecem as coordenadas originais do vértice de limite. (ABNT, 2022).

A NBR 17.047/2022 especifica o levantamento cadastral territorial para registro público nos casos de usucapião, parcelamento do solo, unificação e retificação de matrícula. Esta norma fixa regras mínimas como: a vinculação da parcela ao SGB e os procedimentos topográficos para definição da parcela urbana. Isso oferece maior segurança jurídica aos documentos que descrevem o limite do imóvel, como a escritura de compra e venda, a matrícula

do imóvel, um loteamento, uma desapropriação.

Como discutido no Capítulo 5, todo levantamento topográfico cadastral está sujeito à erros devido às observações realizadas em condições heterogêneas.

É importante destacar a questão da descaracterização<sup>23</sup> de uma gleba de imóvel rural para urbano. Quando uma propriedade rural passa por esse processo, é necessário observar os critérios estabelecidos para o georreferenciamento de imóveis rurais. O georreferenciamento é adotado pelo INCRA com o objetivo de padronizar e regulamentar a identificação de um imóvel rural, por meio da determinação dos seus limites com o uso de coordenadas georreferenciadas ao SGB.

A precisão posicional do georreferenciamento é estabelecida pelo INCRA e segue as diretrizes estabelecidas na NTGIR, que está condicionada às especificações do MTGIR. Esses documentos fornecem orientações detalhadas sobre os procedimentos a serem seguidos no processo de georreferenciamento, desde a coleta de dados até a elaboração das peças técnicas necessárias.

Ao cadastrar e certificar um imóvel rural, o INCRA garante que esse imóvel não se sobrepõe a qualquer outro cadastrado em sua base de dados. Isso contribui para a organização e a segurança jurídica dos imóveis rurais, evitando sobreposições e possíveis conflitos de limites. A certificação pelo INCRA confere ao imóvel rural uma identificação única e reconhecida oficialmente.

No caso de parcelamento do solo, seja em áreas urbanas ou rurais, é importante destacar que existem objetivos, precisões, tolerâncias e procedimentos diferentes, os quais requerem metodologias distintas para o cadastramento e regularização. As leis municipais de uso e ocupação do solo devem conter diretrizes, padrões e regulamentos para as glebas que serão cadastradas e/ou parceladas em áreas urbanas ou de expansão urbana, pois compete ao município editar normas destinadas a promover um adequado ordenamento territorial.

Assim como no cadastro rural, que exige a descrição das parcelas por meio das coordenadas de seus vértices referenciadas ao SGB, o cadastro territorial urbano também deve seguir e adotar, no mínimo, as premissas estabelecidas pela NBR 17.047/2022. A integração do controle geodésico nas medidas do cadastro urbano desempenha um papel significativo, pois a locação dos limites é realizada com precisão e segurança, tornando-se um elemento essencial no estabelecimento ou alteração da parcela. A vinculação de coordenadas aos vértices permite realizar fiscalizações e controles independentes das relações de vizinhança entre as

---

<sup>23</sup> Ocorre quando um imóvel rural perde sua destinação agropecuária, passando a estar inserido em perímetro urbano. Pode ocorrer em relação à totalidade da área ou parte dela (Brasil, 2020).

propriedades.

A amarração de levantamentos topográficos à RRCM também possibilita a associação a uma base cadastral unificada, imprescindível para o pleno sucesso do cadastro territorial e mapeamento dos limites, evitando problemas como sobreposição de área, coíbe a apropriação e a transferência fraudulenta de imóveis, além de ser essencial para regularização fundiária, obras de engenharia e padronização das informações referentes ao posicionamento da parcela.

Outra vantagem é poder associar a identificação da parcela na planta através do seu geocódigo identificador, onde torna-se essencial para o relacionamento com a base alfanumérica. Conforme apresentado no Capítulo 6, o geocódigo estabelece a identificação de cada parcela, e sua definição a partir da geolocalização (indicação da localização da parcela) é fundamental para a vinculação com as diferentes bases de dados territoriais. O geocódigo identificador exclusivo da parcela, juntamente com a base cartográfica, são os elementos estruturais do cadastro físico territorial.

### **7.3.2 Planta topográfica e projetos de arruamento e loteamento**

A planta do levantamento topográfico deve ser confeccionada em escala 1:1000 (gleba ou loteamento) ou 1:500 (lote) para apresentação da área de interesse e deve atender às recomendações mínimas descritas a seguir:

- I. Representação gráfica dos elementos físicos, naturais e artificiais efetuada por meio de convenções cartográficas, dispendo de legenda;
- II. Representação gráfica da poligonal com suas respectivas coordenadas dos vértices;
- III. Localização e indicação dos vértices de apoio básico, existentes e implantados, constantes da área, com as suas respectivas identificações e coordenadas, além de altitude ortométrica;
- IV. Representação gráfica do relevo apresentada em curvas de nível, a partir das altitudes ortométricas dos pontos irradiados;
- V. Equidistância das curvas de nível interpoladas de metro em metro, com devida identificação das curvas mestras;
- VI. Polígono fechado do perímetro da parcela (formado pelos respectivos vértices), apresentando todos os dados existentes como: coordenadas dos vértices, metragens lineares das linhas do perímetro, rumos ou azimutes;

- VII. Malha/canevá de coordenadas topográficas local, cujo sistema de coordenadas esteja relacionado o *datum* SIRGAS2000;
- VIII. Identificação dos nomes dos proprietários das áreas vizinhas (confrontantes);
- IX. Representação gráfica do norte verdadeiro (NV);
- X. Sistema viário confrontante à gleba, os caminhos e as construções existentes;
- XI. Incidência de faixas de servidão e restrições decorrentes de faixas de domínio das rodovias, ferrovias e de infraestrutura;
- XII. Linhas de drenagem natural, cursos d'água, vegetação e locação dos aforamentos de rochas e das áreas passíveis de desmatamento;
- XIII. Arquivo em meio digital na extensão dxf do projeto apresentado.

Conforme o Anexo I, é disponibilizado um exemplar (modelo) de planta de loteamento destinado ao registro junto à Prefeitura Municipal de Campinas. Esse modelo é elaborado seguindo as normas técnicas estabelecidas na ABNT NBR 13.133/21. Para obter mais detalhes sobre a adequada apresentação da planta topográfica cadastral, recomenda-se sempre consultar as diretrizes da ABNT NBR 17.047/22.

### **7.3.3 Relatório técnico do levantamento topográfico**

O relatório técnico do levantamento topográfico é essencial na análise do processo. Recomenda-se que seja elaborado de acordo com ABNT NBR 13.133/21 e 17.047/22 e contemplar informações relevantes ao trabalho executado abordando os seguintes itens:

- I. Introdução, que informe de maneira geral o objetivo do levantamento e período de execução;
- II. Metodologia adotada;
- III. Descrição dos serviços e período de execução; precisões alcançadas; equipe técnica; software e equipamentos utilizados na realização dos trabalhos;
- IV. Monografia oficial da RRCM do Município ou do IBGE, acerca dos vértices utilizados como referência no transporte de coordenadas quando da implantação dos vértices de apoio básico ou suplementar;
- V. Tabela com a relação de coordenadas das divisas e pontos de poligonal na projeção UTM ou no STL, tendo como sistema de referência o SIRGAS2000.

## **7.4 Implantação e atualização de base cartográfica legal em ambiente SIG**

### **7.4.1 Contexto brasileiro**

A implementação de estratégias voltadas para a gestão territorial, utilizando geotecnologias, apresenta-se como um desafio comumente enfrentado por muitas cidades brasileiras. Mesmo com a disponibilidade de ferramentas como SIGs de código aberto, o acesso a recursos técnicos adequado é limitado. Apesar do notável avanço tecnológico nessa área, ainda é raro encontrar municípios, que conduzam uma gestão detalhada de seus territórios. Isso ocorre devido à falta de cartografia apropriada, à carência de recursos humanos qualificados e à ausência de um setor específico para o gerenciamento dessa atividade.

Com o lançamento do SINTER em 08 de dezembro de 2022, a Receita Federal avalia formas de estabelecer uma infraestrutura tecnológica para uma base cadastral simplificada. Como anteriormente mencionado, apenas 21% dos municípios brasileiros possuem o cadastro territorial georreferenciado e informatizado, o que indica os desafios enfrentados pelos gestores municipais na implementação de políticas públicas urbanísticas e ambientais. Nesse sentido, torna-se necessário a adoção de um SIG para melhorar a eficiência dos processos de trabalho e planejamento.

Para viabilizar a implantação e implementação do SIG, é fundamental possuir um mapa digital que englobe todas as informações sobre parcelas, quadras e sistema viário. Conforme o projeto evolui, outros níveis de detalhes podem ser incorporados. O mapa digital, que serve como base cartográfica legal, deve ser atualizado de acordo com as mudanças dinâmicas relacionadas ao parcelamento do solo, abrangendo desde simples subdivisões de parcelas até novos loteamentos com múltiplas áreas. O SIG pode ser empregado para gerir a dinâmica de atualização da base cartográfica através de procedimentos e padronização de arquivos de levantamento topográfico, projeto de loteamento e análises correspondentes, com o intuito de validar e compor a base cartográfica legal.

### **7.4.2 Levantamento topográfico padronizado**

O levantamento topográfico, realizado com padrão, precisão e rigor, tem como objetivo principal consolidar os limites das glebas e parcelas por meio de planta e memorial descritivo. Essa abordagem, conduzida *in loco*, busca não apenas compará-los com as

informações da matrícula, proporcionando segurança jurídica aos proprietários, mas também utilizá-los para a atualização do cadastro físico territorial e da base cartográfica legal. O levantamento topográfico deve ser cuidadosamente alinhado com as demandas do processo de parcelamento do solo urbano e/ou retificação de matrícula (retificação de áreas e medidas).

A apresentação desse levantamento deve ser conforme sugestões a seguir:

- Representação em planta, elaborada com coordenadas no PTL, nos municípios, que possuem RRCM ou vinculado diretamente ao SGB (caso não exista rede de referência);
- Padronização da planta do levantamento topográfico pelo município, incluindo especificações quanto à *layers*, cores e espessuras das linhas;
- Inclusão de arquivo digital do levantamento, em uma mídia específica, conforme a extensão requerida, como DXF;
- Garantia de que o polígono da gleba ou das parcelas seja fechado;
- No contexto de arruamento ou parcelamento do solo, entrega das quadras em formato de arquivo digital, na extensão dxf, com individualização e fechamento de todos os polígonos das parcelas;
- Indicação dos marcos geodésicos utilizados para a amarração do levantamento;
- Estabelecimento de dois pontos de poligonal em locais apropriados dentro da área de levantamento;
- Adição de uma tabela no desenho do levantamento topográfico, apresentando as coordenadas dos vértices das divisas (geodésicas e STL) e dos pontos de poligonal implantados;
- Assegurar que a execução do levantamento esteja totalmente em conformidade com a norma ABNT NBR 13.133/21.

#### **7.4.3 Proposta de procedimentos de análise do levantamento topográfico para Prefeituras**

A efetiva utilização das informações derivadas dos processos de parcelamento do solo ou quaisquer outras ações que envolvam alterações nas parcelas requer que a Prefeitura disponha de uma equipe de profissionais qualificados. Essa equipe é responsável por orientar, analisar e esclarecer dúvidas referentes às plantas de levantamento topográfico destinadas aos projetos de parcelamento realizados no município. A avaliação e fiscalização rigorosas desses

dados possibilitam a atualização e manutenção eficaz da base cartográfica municipal.

Definir um fluxo de processos de forma clara e objetiva é essencial. Estabelecer procedimentos para a análise documental garante eficácia, padronização e clareza na aplicação, proporcionando uma dinâmica e eficiência efetivas na relação entre os requerentes e a Prefeitura.

Os documentos necessários, que acompanham a planta de levantamento topográfico podem variar de acordo com cada prefeitura, mas alguns deles são fundamentais como:

- Original da matrícula atualizada da parcela ou da gleba;
- Certidão Negativa de ITR ou cópia do espelho do IPTU;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT) ou Termo de Responsabilidade Técnica (TRT).

Com a planta do levantamento topográfico, o arquivo digital e a matrícula do imóvel, é possível conduzir a análise e verificar a conformidade das informações com os dados disponíveis no cadastro territorial da prefeitura.

A primeira análise concentra-se nas referências utilizadas para o transporte das coordenadas e altitudes, que são identificadas por meio das monografias dos pontos considerados. Caso a entidade pública já possua ortofotocartas com controle de qualidade e a respectiva vetorização em escala igual ou superior a 1:1000, é viável avaliar o posicionamento e relevo apresentados no levantamento topográfico. Se não houver material disponível para avaliação, uma equipe técnica poderá ir até a área em questão e realizar o levantamento dos pontos de poligonal materializados para comparação.

Possíveis discrepâncias devem ser avaliadas de acordo com a legislação municipal ou, na ausência dela, com base nos critérios da ABNT NBR 17.047/22. Se o posicionamento planimétrico e altimétrico estiver alinhado com os valores estipulados, as medidas dos lados/frente da parcela/gleba serão confrontadas com as indicadas na matrícula do imóvel. Se houver diferenças, será necessário realizar uma retificação administrativa ou judicial para dar continuidade ao processo. Caso as medidas e área estejam em conformidade com a matrícula do imóvel, podem ser incorporadas às diretrizes viárias e ambientais da área em questão e atribuído o zoneamento.

Ao final do processo, a planta do levantamento topográfico receberá aprovação do setor competente, e posteriormente a gleba/parcela poderá ser incluída na base cartográfica legal.

Em se tratando de arruamento e loteamento aprovados, o empreendedor deve fornecer um arquivo digital em formato \*.dxf das plantas/quadras, seguindo os padrões de

layers, cores, traços e espessuras estipulados pela prefeitura, em conformidade com a planta geral previamente aprovada. Uma vez em posse dos arquivos das plantas/quadras, o setor responsável procederá à atualização da base cartográfica legal. O Quadro 19 apresenta uma sugestão de padronização de layers com suas respectivas propriedades. A Figura 47 ilustra o croqui de impressão de uma quadra, demonstrando as propriedades mencionadas no Quadro 19.

Quadro 19 - Proposta de padronização de layers dos arquivos da planta/quadra

Layer	COR	TIPO DE LINHA	ESPESSURA DA LINHA
AREA_LAZER	81	Continuous	0.000
AREA_VERDE	93	Continuous	0.000
CODIGO_IDENTIFICADOR	7	Continuous	0.200
DIRETRIZ_VIARIA	40	DIVIDE2	0.000
LOTE	7	Continuous	0.150
LOTE_NUMERO	150	Continuous	0.200
LOTE_NUMERO_PREDIAL	160	Continuous	0.100
MEDIDA_DO_LOTE	7	Continuous	0.150
NOME_LOGRADOURO	20	Continuous	0.000
QUADRA	6	Continuous	0.000
VIELA_SANITARIA	150	DASHEDX2	0.000

Fonte: Adaptado da Prefeitura de Campinas (2023).

Figura 47 - Croqui de impressão de uma quadra



Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

#### **7.4.4 Proposta de procedimentos para a construção e atualização da base cartográfica legal**

Conforme delineado no item anterior, a carência de uma base cartográfica adequada para a implementação de um SIG é predominante em grande parte dos municípios brasileiros. A premissa inicial para a construção de um mapeamento digital é adquirir as informações das plantas aprovadas do cadastro técnico da prefeitura, já disponíveis. Nesse contexto, é fundamental avaliar a qualidade e condições de uso e leitura.

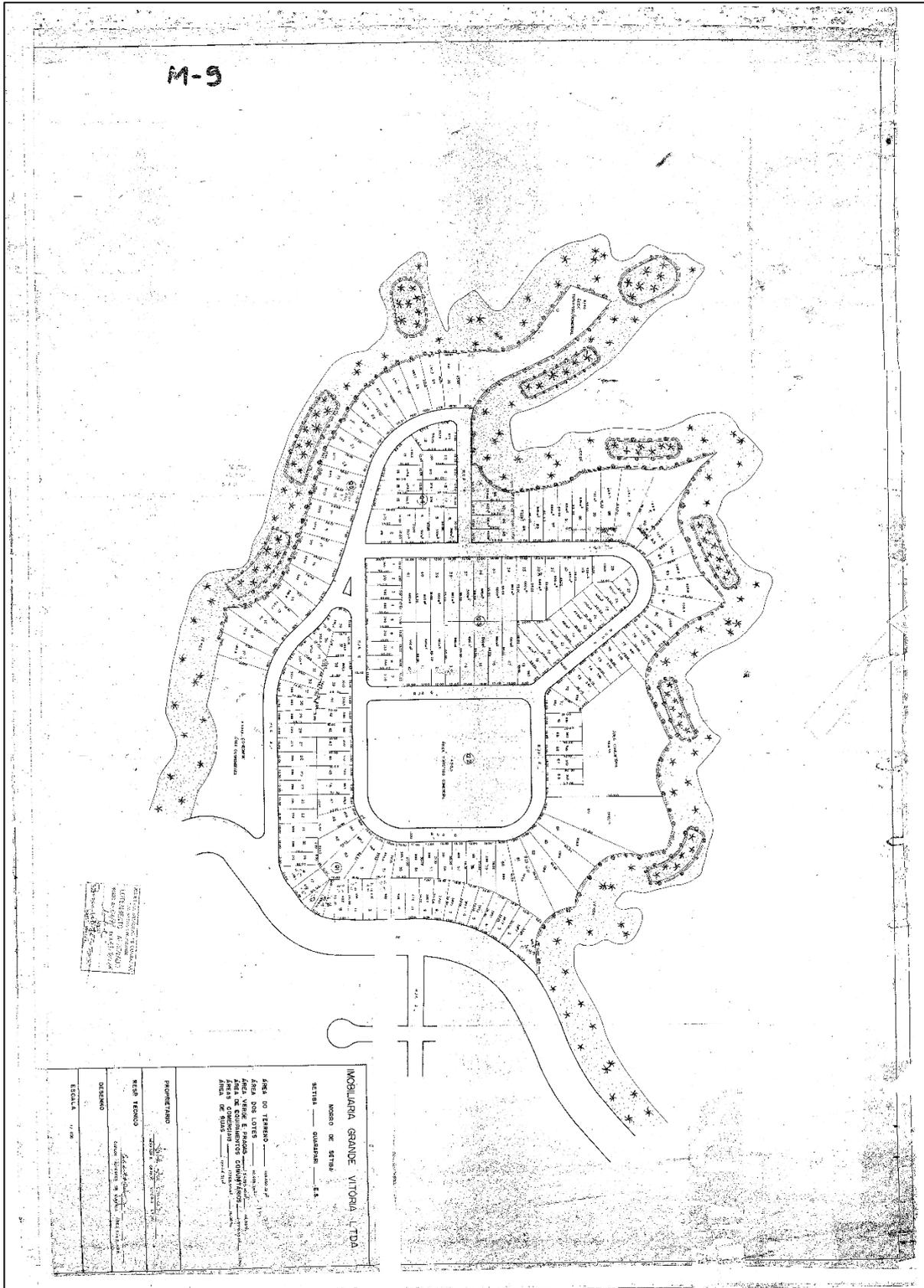
Diversas plantas compõem o cadastro territorial, variando em natureza. Plantas mais antigas frequentemente foram concebidas sem qualquer referencial de direção, seja verdadeiro ou magnético. Outras possuem coordenadas arbitrárias vinculadas ao norte, enquanto algumas adotam a projeção UTM, estabelecendo referências por meio de superposição de cartas de órgãos municipais, estaduais ou até mesmo do IBGE.

Os registros mais confiáveis são aqueles vinculados à RRCM ou ao SGB, seguindo as Normas Brasileiras pertinentes ao assunto. A crescente facilidade das atividades topográficas, possibilitada pelas tecnologias contemporâneas, tem resultado em levantamentos orientados por essas normativas, indicando uma tendência. Essa diversidade de origens das plantas demonstra a amplitude das informações a serem consideradas na construção da base cartográfica legal, que, por sua vez, deve ser compatível com o RI.

A Figura 48 e Figura 49 ilustram plantas aprovadas do cadastro territorial das Prefeituras de Sorocaba - SP e Guarapari - ES, carentes de referencial geodésico, mas que ainda são pertinentes na formação da base cartográfica digital legal. Já Figura 50 retrata a planta do loteamento Villas Mabel (Ribeirão Preto - SP), aprovada e georreferenciada ao SGB.



Figura 49 - Planta sem georreferenciamento loteamento Morro de Setiba (Guarapari - ES)



Fonte: Prefeitura Municipal de Guarapari - ES (2022)



O processo de concepção da base cartográfica legal demanda a implantação da RRCM, acompanhada de uma análise colaborativa com a equipe técnica da prefeitura, visando avaliar a situação do cadastro territorial e eleger as abordagens mais pertinentes para a formação do mapa digital. Em função da dimensão do município, alguns métodos podem ser utilizados para o georreferenciamento das plantas que possuem referência ambíguas, a saber:

- **Levantamento direto**

Pequenos municípios podem adotar o georreferenciamento mediante levantamento topográfico direto (empregando estação total ou receptor GNSS - procedimentos e métodos detalhados na seção 4.7.2) das quadras cujas plantas foram aprovadas sem qualquer referência.

- **Aerofotogrametria**

O georreferenciamento das quadras através da restituição aerofotogramétrica (maiores detalhes sobre método verificar seção 4.7.1) representa uma alternativa aplicável a todos os municípios, atualmente viabilizada por imagens com GSD inferior a 10 cm, seguidas das correspondentes ortofotocartas obtidas por aeronaves não tripuladas (VANT) ou tripuladas de asa fixa. Após a restituição, é factível comparar os limites das quadras e parcelas obtidos com as plantas homologadas pelo cadastro técnico das prefeituras, possibilitando aferir discordâncias entre a situação do local e a legal.

- **Vetorização das plantas sem referência**

Após o georreferenciamento das quadras por via do levantamento topográfico direto ou restituição fotogramétrica, pode-se empreender a vetorização de todas as parcelas das plantas aprovadas pelo cadastro territorial do município. Para tal, softwares CAD ou SIG, a exemplo de DataGEOSIS, Metricatopo, Bentley topoGRAPH, AutoCAD, QGIS, entre outros, podem ser empregados. Na vetorização, é primordial atentar para o fechamento dos polígonos das parcelas (topologia de polígono), inserindo medidas dos lados, frente, fundo, número de lote, código identificador, faixa de via, número predial, bem como todos os elementos concernentes à parcela.

Considerando a vetorização de todas as plantas aprovadas (quadras e parcelas) pelo cadastro, sua consolidação conduzirá à origem de uma base cartográfica legal, suscetível de vinculação a um banco de dados espaciais. A base cartográfica legal, advinda da vetorização das plantas aprovadas e reforçada pela restituição aerofotogramétrica ou levantamento topográfico direto, já viabiliza a implementação de um SIG, com foco no cadastro imobiliário

ou mesmo na atualização e manutenção da base cadastral, conforme proposto.

A maioria das prefeituras opera protocolos de análise documental (projetos/plantas) de modo analógico, além de manter seu arquivo físico. Na implantação de um SIG, novos procedimentos devem ser adotados para orientar adequadamente os processos de trabalho, contemplando sequências de aprovação desde o recebimento de levantamento topográfico para fins de registro da gleba, até a fase final de parcelamento do solo.

O ponto de partida consiste no recebimento do levantamento topográfico, com elaboração pautada nas normas pertinentes, vinculando-se à RRCM se a rede estiver implantada, caso contrário, vinculando-se ao SGB. Os projetos devem ser apresentados em formato digital (extensão dxf) e cópias impressas para respaldar os protocolos. O armazenamento dos arquivos deve ser otimizado por sistemas ou softwares específicos para salvaguardar a integridade dos dados, eventualmente necessários para avaliações subsequentes.

A análise dos levantamentos topográficos deve caber à equipe técnica da prefeitura, aferindo a compatibilidade com a realidade e a exatidão das referências planimétricas e altimétricas. Comprovando-se a conformidade do perímetro da gleba, incluindo a matrícula do imóvel, com os elementos verificados, o perímetro resultante do levantamento topográfico poderá ser incorporado à base cartográfica legal.

#### **7.4.5 Implantação do Sistema de Informação Geográfica**

O propósito central de um SIG é prover elementos para a supervisão e evolução do território e das políticas públicas, alcançado por meio da configuração de uma base de dados de natureza multifinalitária. Essa estrutura possibilita a condução de variadas análises de maneira rápida e confiável. Um dos processos de especial relevância na aplicação do SIG é a gestão da base cartográfica legal, na qual todos os dados, incluindo as informações georreferenciadas das parcelas, logradouros e propriedades, são mantidos em constante atualização e prontamente acessíveis a todos os setores da prefeitura e órgãos autárquicos, que atuam no âmbito municipal.

##### **7.4.5.1 SIG municipal como ferramenta de gestão**

A administração pública necessita compreender as dinâmicas e potenciais do município para embasar suas estratégias e práticas de planejamento. Nesse sentido, o cadastro territorial, em conjunto com a base cartográfica (e suas atualizações), deve atender às demandas

municipais, fornecendo os meios para a exploração da inteligência espacial. Isso permite a execução de análises espaciais e topológicas, além de atualizações imediatas, tornando o SIG uma ferramenta essencial para o planejamento e gestão.

Com o SIG, é possível visualizar dados geográficos com recursos de consulta e análise, assim como manipular dados matriciais, vetoriais e seus atributos correspondentes armazenados em um banco de dados relacional. Fitz (2008) destaca que a habilidade de sobrepor camadas de dados espaciais, conhecida como overlay, é fundamental para um SIG. Os SIGs, de maneira geral, utilizam camadas georreferenciadas, vinculadas a um banco de dados georreferenciado, e essas camadas podem ser manipuladas livremente, gerando informações adicionais às já existentes.

Seus componentes incluem interface com o usuário, entrada e integração de dados, funções de processamento, visualização e plotagem, além de armazenamento e recuperação de dados. A estruturação desses componentes é específica para cada sistema, baseando-se nas necessidades e objetivos individuais.

O SIG possibilita a realização de análises complexas, integrando dados de várias fontes e criando bancos de dados georreferenciados, automatizando assim a produção de documentos cartográficos. A maioria das funções de um SIG municipal envolve processamento e análise de atividades urbanas, o que é evidenciado no Quadro 20, apresentando funções analíticas em níveis gerenciais, operacionais e estratégicos, aplicáveis à gestão e ao planejamento municipal.

Quadro 20 - Principais funções de um SIG municipal

<b>Nível Gerencial</b>	
<b>Função</b>	
Acompanhamento de endemias	Delimitação de áreas sujeitas a inundações
Administração de áreas de risco diversas: risco geológico, de inundação, de saúde/sanitário, social	Determinação da área de atuação de postos de saúde, escolas, lojas de atendimento
Administração de áreas vazias	Determinação de melhor local para construção de escolas
Análise da distribuição espacial das atividades econômicas	Determinação de vetores de crescimento da cidade
Análise de acesso da população aos equipamentos urbanos	Diretrizes para novos loteamentos
Análise de acidentes de trânsito	Diretrizes viárias
Análise de padrões de distribuição de crimes	Estudos da distribuição e abrangência de equipamentos sociais urbanos
Análise e gerenciamento do transporte coletivo municipal	Geração de mapas temáticos: padrão de edificação, pavimentação de ruas
Avaliação das diretrizes e normas para uso e ocupação do solo urbano e classificação viária	Gerenciamento de áreas verdes e de preservação ambiental
Cobertura vacinal	Gerenciamento de bacias hidrográficas, preservação de mananciais e fundos de vale
Controle de desnutrição	Identificação dos locais com maior índice de acidentes de trânsito
Controle de doenças transmissíveis	Preservação do patrimônio histórico
Definição de áreas para depósitos de lixo e aterros sanitários	Registro e controle de poluição
<b>Nível Operacional</b>	
<b>Função</b>	
Acompanhamento de obras públicas	Estimador de valor do lote urbano
Cadastro de vigilância sanitária	Geração de plantas de valores
Controle da arborização urbana	Liberação de alvarás de construção
Controle da manutenção da rede de pavimentação	Licenciamento de uso de imóveis
Controle da sinalização viária	Manutenção de parques e praças
Controle de equipamentos urbanos	Prestação de informações diretamente ao cidadão
Controle e fiscalização dos lançamentos de efluentes sanitários	Processos de aprovação de remembramento, desmembramento, e regularização de lotes
Controle operacional do transporte coletivo municipal	Processos de aprovação de loteamentos
Definição de valores tributários	Projeto de expansão de rede de esgotamento pluvial
Delimitação de áreas de jurisdição (apoio à descentralização administrativa)	Projetos e controle de galerias e microdrenagens
Determinação de rotas para coleta de lixo	Regularização e projeto de vias públicas
Distribuição de alunos nas escolas municipais	Roteirização / Roteamento
<b>Nível Estratégico</b>	
<b>Função</b>	
Acompanhamento do índice de satisfação da população por área	Monitoramento do índice de qualidade de vida
Análise da evolução da ocupação urbana e política de vazios urbanos	Planejamento de expansão de infraestrutura
Análises de aspectos demográficos	Política da distribuição espacial das atividades econômicas
Atualização do plano diretor da cidade	Reestruturação do trânsito
Estudos do uso do solo e eficiência do sistema viário	Termo de Ajuste de Conduta

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

#### 7.4.5.2 Softwares livres e padrões abertos para o SIG municipal

No mercado de geotecnologias, há diversos softwares proprietários<sup>24</sup> SIG e SGBD, no entanto, para mantê-los os custos são altos e precisam ser atualizados regularmente. A aquisição por parte do setor público envolve licitações e muitas prefeituras têm dificuldades em mantê-los atualizados, levando à interrupção do uso e da atualização.

Ao adquirir um software de SIG, é recomendável que a administração pública também compreenda e domine a tecnologia, permitindo adaptações e melhorias de acordo com seus objetivos. Nesse contexto, softwares livres e de código aberto são mais vantajosos, pois oferecem liberdade de execução, conhecimento e compartilhamento.

De acordo com o Governo Federal (2005), as principais razões para a preferência por softwares livres e padrões abertos em instituições públicas incluem a adoção de padrões abertos para o Governo Eletrônico (e-Gov), segurança proporcionada pelo software livre, eliminação de mudanças compulsórias impostas por modelos proprietários, independência tecnológica, desenvolvimento de conhecimento local, auditabilidade dos sistemas e independência de fornecedor único.

Os softwares de código aberto possuem um código fonte acessível ao público, permitindo análises, revisões e modificações contínuas. Isso oferece a liberdade de ajustar o software às necessidades e regulamentações legais, garantindo transparência na manipulação de dados e privacidade.

A administração pública também deve priorizar a privacidade e proteção de dados. Nesse contexto, a transparência dos softwares de código aberto é uma vantagem, permitindo que a localização e uso dos dados sejam rastreáveis, sem a intervenção de um gerenciador desconhecido.

É evidente que as administrações municipais, em geral, possuem menos eficiência e desenvolvimento tecnológico do que organizações e empresas privadas, especialmente em municípios de pequeno a médio porte. A gestão de recursos para a modernização municipal é desafiadora, especialmente para a adoção das tecnologias mais recentes.

Existem várias vantagens em adotar softwares SIG de código aberto. Os principais benefícios incluem custos menores, acesso ao código fonte, ausência de custos iniciais ou recorrentes e a capacidade de compartilhar, modificar e aprimorar o código-fonte. Em

---

<sup>24</sup> Softwares proprietários – são softwares comercialmente prontos para uso, que é licenciado com direitos exclusivos para o produtor.

contrapartida, os softwares comerciais têm altos custos de aquisição, taxas de licença anuais e raramente permitem o acesso ao código fonte, limitando a compreensão das funcionalidades.

Nas subseções seguintes abordar-se-á softwares de código aberto, que atendem às necessidades da administração municipal, sendo multiplataforma e capazes de operar em redes corporativas. Esses sistemas oferecem maior flexibilidade aos usuários, permitindo a edição de bases cartográficas, criação de mapas temáticos a partir de diversas fontes de dados.

- **Sistema de gerenciamento de banco de dados geográficos**

Um banco de dados é um conjunto organizado de arquivos de dados, enquanto um SGBD é um software que permite a criação, armazenamento, manipulação e recuperação de grandes volumes de dados distribuídos em um ou mais arquivos. Os SGBDs geoespaciais incluem funcionalidades de SGBD, mas também contêm informações geográficas específicas para cada ponto de dados, como identificação, localização, forma e orientação.

Ao longo dos anos, os SIGs evoluíram com diferentes arquiteturas de banco de dados, principalmente na forma como armazenam e recuperam dados espaciais. Essas arquiteturas passaram a delegar cada vez mais a gestão dos dados aos SGBDs (FERREIRA, 2003).

As principais arquiteturas de softwares SIG, que empregam recursos de SGBD são: dual, integrada baseada em SGBD relacional (SGBDR) e integrada baseada em extensões espaciais sobre SGBD objeto relacionais (SGBDOR) ou SGBD extensível (CÂMARA e QUEIROZ, 2001).

Destaca-se a arquitetura SGBDOR, pois permite a implementação atual de SIGs com maior segurança, confiabilidade, interoperabilidade e disponibilidade de dados espaciais por meio de intranet ou internet. Essa arquitetura contém funções e procedimentos para armazenar, acessar e analisar dados espaciais em formato vetorial, sendo mais adequada para tratar dados complexos, como dados geográficos, em comparação com um SGBDR, que não oferece esses recursos.

- **Extensão PostGIS do PostGreSQL**

Conforme a documentação do software PostGreSQL 14.5 (2022), o SGBDR é derivado do pacote POSTGRES, desenvolvido na Universidade da Califórnia. Com mais de

três décadas de desenvolvimento, o PostgreSQL<sup>25</sup> é o banco de dados gratuito e código aberto mais avançado disponível, classificado entre os quatro principais bancos de dados globais de acordo com o *DB-Engines Ranking* (2022). O PostgreSQL é um software multiplataforma, compatível com diversos sistemas operacionais.

Para habilitar recursos espaciais, foi desenvolvida a extensão conhecida como PostGIS, transformando-o em um SGBDOR. Isso permite o processamento e uso de objetos SIG armazenados no banco de dados, conforme os padrões do Consórcio Geoespacial Aberto (OGC - *Open Geospatial Consortium*<sup>26</sup>), incluindo geometria padronizada de tipo de dados e funções correspondentes.

- QGIS

O software QGIS (anteriormente conhecido como Quantum GIS) é um SIG de código aberto com interface amigável e simples. Desenvolvido em linguagem C++ e *Python*, ele pode ser conectado a outros pacotes SIG, como o MapServer<sup>27</sup>, GRASS<sup>28</sup> (*Geographic Resources Analysis Support System*) e *PostGIS*, expandindo suas funcionalidades. A natureza de código aberto permite receber contribuições voluntárias para melhorias, identificação de falhas, tradução, tutoriais e desenvolvimento de novas ferramentas.

O QGIS é multiplataforma e compatível com sistemas operacionais variados, oferecendo integração com plataformas como o *MapServer*, o que facilita a produção e gerenciamento de dados em redes corporativas, especialmente via internet.

Os *plugins* (ou módulos de extensão) ampliam as funcionalidades do QGIS, com alguns já integrados ao programa e outros instaláveis pelos usuários. Ele possibilita exploração interativa de dados, pesquisas e consultas espaciais, seleção e identificação de geometrias, visualização e seleção de atributos, além de criar simbologia para dados *raster* e vetoriais. Também suporta criação, edição e exportação de camadas vetoriais em vários formatos, além de associar camadas vetoriais e *raster*, incluindo recorte, amostragem, sobreposição, buffer e interpolações, como a Rede Triangular Irregular (*Triangular Irregular Network* - TIN)<sup>29</sup>.

As principais vantagens do QGIS incluem aquisição sem custo, arquitetura aberta,

---

<sup>25</sup> PostgreSQL 14.5 Disponível em: <<http://www.postgresql.org>>;

<sup>26</sup> OGC é um consórcio criado para promover o desenvolvimento de tecnologias que facilitem a interoperabilidade entre sistemas envolvendo informação espacial e localização (OGC, 2022);

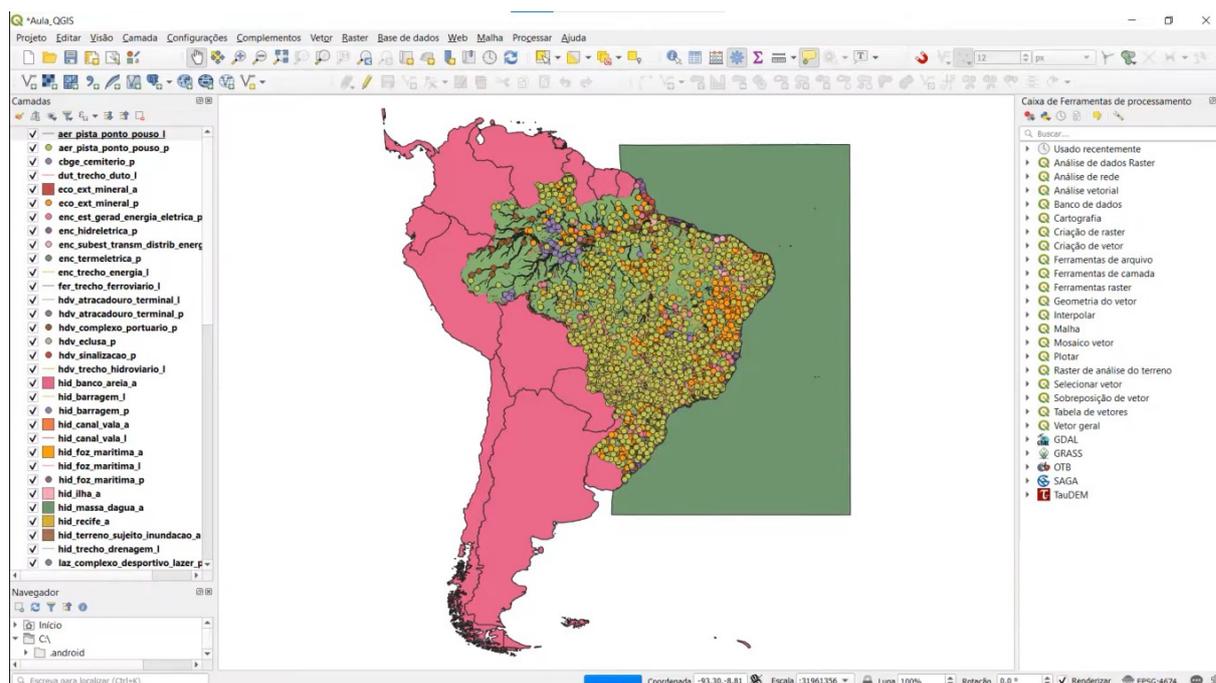
<sup>27</sup> É um software livre voltado ao desenvolvimento de soluções *webgis* corporativas que integra diversos repositórios de dados geográficos;

<sup>28</sup> Software SIG gratuito e de código aberto usado para gerenciamento e análise de dados geoespaciais, processamento de imagens, produção de gráficos e mapas, modelagem espacial e visualização de dados;

<sup>29</sup> Redes Triangulares Irregulares (TINs) - utilizada para representar a topologia de superfície no SIG.

facilidade de aprendizado e uso, expansibilidade por meio de *plugins*, comunidades de usuários e desenvolvedores e a capacidade de criação de ferramentas específicas para diversas aplicações. Para usuários com pouca experiência em SIG, o QGIS é mais acessível e fácil de aprender do que seus equivalentes comerciais. O QGIS oferece várias opções de treinamento, como livros, vídeos, tutoriais e recursos no site [qgis.org](http://qgis.org). A Figura 51 ilustra a base cartográfica do IBGE (escala 1:250.000) estruturada no QGIS com suas camadas correspondentes.

Figura 51 - Base cartográfica contínua do IBGE (escala 1:250.000) estruturada no QGIS



Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

### 7.4.5.3 Organização do SIG municipal

O modelo cadastral moderno visa unificar o registro da parcela (legal e física) e a sua descrição cartográfica (feições gráficas). A base cartográfica não apenas armazena essas informações, mas também as exibe de forma sistemática e lógica, tornando vital a manutenção da qualidade dos dados em termos de precisão e temporalidade. Além disso, a automatização, sistematização e reutilização são essenciais para garantir um sistema seguro e sustentável economicamente.

A estruturação da base cartográfica envolve a definição de grupos/níveis/planos de informações (conhecidos como camadas ou layers). Cada camada contém entidades gráficas específicas, que geralmente se sobrepõem, abrangendo diversos temas. Os dados dessas

camadas são vinculados a uma tabela de informações correspondentes, permitindo sua manipulação de maneira única.

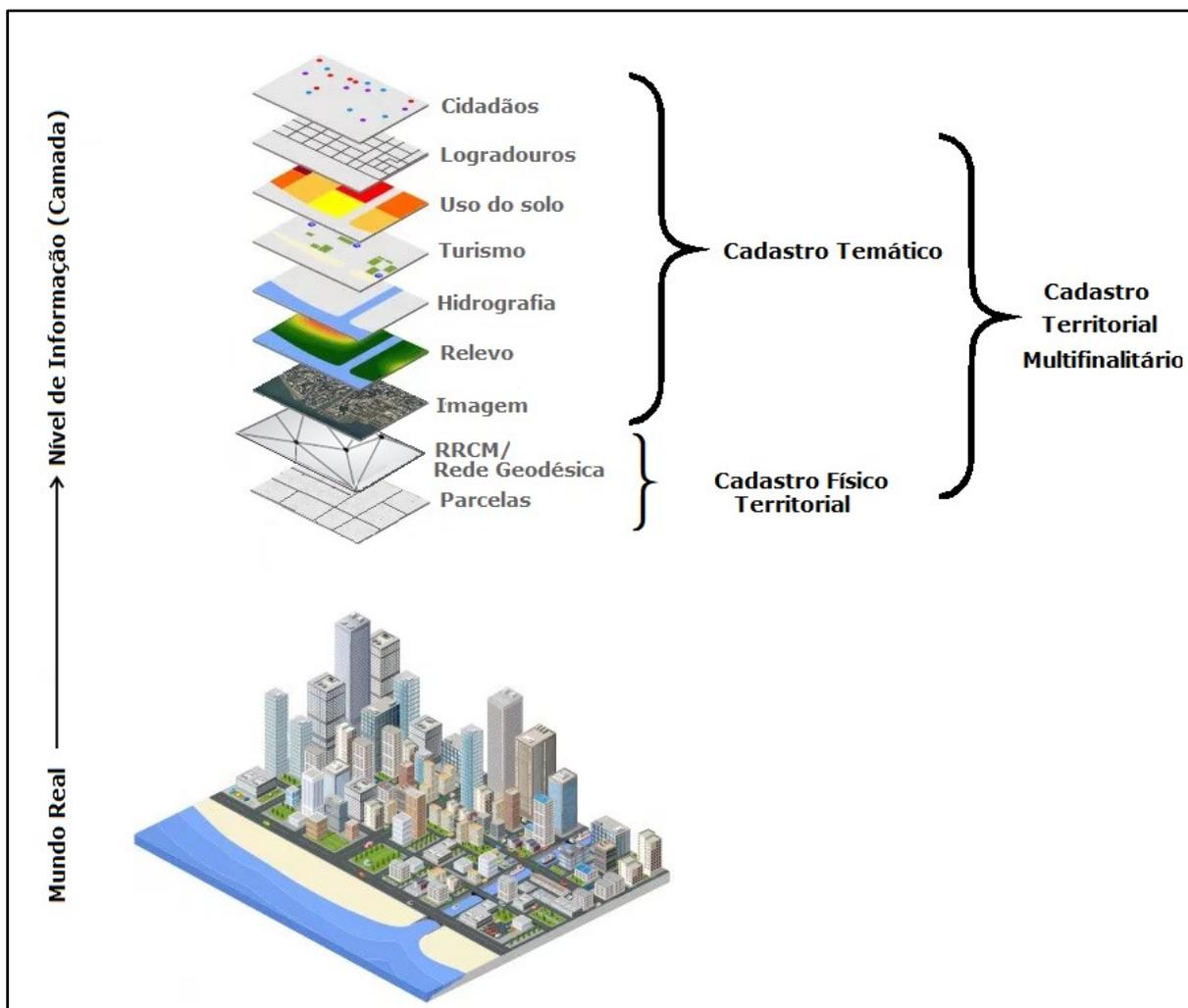
Essa estrutura não apenas auxilia nas atividades de planejamento municipal, mas também possibilita a visualização de fenômenos e aspectos físicos, permitindo a tomada de decisões mais informadas pela administração pública. O monitoramento, fiscalização e controle do uso do solo são facilitados por meio dos dados espacialmente representados nas bases cartográficas.

A base de dados espaciais, que atende aos requisitos da cartografia cadastral do município, deve ser dividida em dados de referência e temáticos, conforme sugerido pela INDE. Os dados de referência são essenciais para o georreferenciamento das informações temáticas; são dados sobre os quais se refere qualquer outro dado de referência ou temático. Num município são compostos pelas parcelas territorial e a RRCM (onde formam o conjunto de dados do cadastro físico territorial), considerados os dados mais precisos, levantados por métodos topográficos e geodésico e o levantamento de informações sobre a parcela.

Os dados temáticos, são conjuntos de dados sobre um determinado tema e contêm dados quantitativos e qualitativos, os quais se relacionam espacialmente aos dados de referência. A partir desses dados, são desenvolvidos mapas que podem especificar detalhadamente uma determinada característica relativa à região representada, dessa forma, podem ser elaborados mapas de relevo, hidrografia, geologia, pedologia, vegetação, sistema viário, transporte, patrimônio cultural, limites administrativos, uso do solo, infraestrutura urbana, aptidão agrícola, entre outros, sendo ilimitada a sua geração.

Na Figura 52, são ilustrados alguns exemplos de planos de informações, e é importante observar que o cadastro territorial deve ser a base para todos os temas que estão sobre ele, como questões legais, de uso do solo e todas as possibilidades de uso das parcelas.

Figura 52 - Exemplo de níveis de informações que compõe a base cartográfica municipal



Fonte: Adaptado e traduzido de <<https://www.caliper.com/>>

- **Administração do SIG Municipal**

Uma estratégia para gerenciar o SIG municipal e manter atualizada a base de dados é descentralizar a atualização. Cada secretaria municipal, onde os dados são utilizados ou produzidos, será responsável por atualizar as informações pertinentes. Essa abordagem distribuída facilita a manutenção do sistema, evita sobrecarga em um único setor e agiliza o compartilhamento de dados e informações, reduzindo custos repetitivos.

No entanto, é fundamental que uma secretaria ou órgão tenha o controle (centralização) do SIG para padronizar, estruturar e fornecer suporte a manutenções de hardware, software, dados e desenvolvimentos de *plugins*, afim de atender as secretarias que não conseguirem executar essas tarefas.

O Quadro 21 apresenta uma proposta para os níveis de informações, grupos e subgrupos, juntamente com a sugestão da Secretaria Municipal responsável pela atualização de

cada elemento.

- **Níveis de informações básicos**

De acordo com a Portaria nº 3.242, o conteúdo básico para compor o CTM deve ser dado por uma listagem de parcelas territoriais, cada qual relacionada à atributos como o proprietário (possuidor ou detentor do domínio útil), o código identificador inequívoco, as coordenadas limítrofes da parcela (caracterização geométrica), as edificações, o uso do solo, área, referência para localização, número da matrícula do imóvel (no RI), onde devem ser os dados mínimos para elaboração da base cartográfica municipal (BRASIL, 2022).

O Quadro 21 foi elaborado com base nessas orientações, englobando os níveis de informações que podem ser representados cartograficamente. Embora não abranja todos os grupos e subgrupos, a tabela serve como orientação básica para enquadramento de elementos adicionais conforme a realidade do município. O Quadro 21 não contempla a totalidade de grupos/subgrupos e camadas, pois isso dependerá da especificidade de cada Administração Municipal.

Quadro 21 - Proposta de nível de informações com elementos passíveis de representação cartográfica

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Secretaria responsável pela atualização dos dados e informações</b>	<b>Camada</b>
Cadastro Territorial	Cadastro Territorial	Secretaria de Administração ou Secretaria de Planejamento e Urbanismo	RRCM/ Marco Geodésico (RN/MR)/ Parcelas (ou lotes)/ Centroides dos terrenos/ Planta genérica de valores/ Ortofotos / código identificador.
Equipamento Urbano	Abastecimento	Secretaria de Serviços Públicos	Feira livre/ Mercados Municipais
	Cultura/Lazer	Secretaria de Cultura	Bibliotecas/ Espaços Culturais/ Museus/ Teatro/ Cinema /Praças/ Templos Religiosos
	Educação	Secretaria de Educação	Educação Infantil/ Ensino Fundamental e Médio/ Ensino técnico público/ Universidades / Faculdades/ Rede Privada/ Sistema S/ Outros.
	Esporte	Secretaria de Esportes e Lazer	Centro Esportivo/ Clubes/ Quadras de esportes/ Estádios/ Campos de futebol.
	Saúde	Secretaria de Saúde	Ambulatório especializado/ Hospital/ UBS/Posto/Centro de Saúde/ Urgência e Emergência/ Pronto Atendimento/ Vigilância em saúde.
	Segurança	Secretaria de Serviços Públicos	Bombeiros/ Guarda Municipal/ Polícia Civil/ Polícia Militar.

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Secretaria responsável pela atualização dos dados e informações</b>	<b>Camada</b>
	Serviços	Secretaria de Serviços Públicos	Centro de zoonoses/ Cemitério/ Consulados// Correo/ Ecoponto/ Concessionária de Energia// Concessionária de Água/ Receita Federal/ Shopping Center/ Estacionamentos/ Correios.
Infraestrutura Urbana	Dutos	Secretaria de Planejamento e	Transporte de óleo / Transporte gás / Transporte de minério.
	Infraestrutura Urbana	Secretaria de Planejamento e Urbanismo	Bueiro_Galeria/ Drenagem Pluvial/ Gás Encanado/ Hidrante/ Poços Artesianos/ Pontos de Iluminação/ Rede de Água/ Rede Elétrica/ Rede Telefônica/ Reservatório de Água/ Sistema de saneamento/ Subestação de Energia/ Telefonia Celular/ Torre de Alta Tensão.
Divisão Territorial	Administrações Regionais e Distritos	Secretaria de Planejamento e Urbanismo	Quadras/ lotes/ Edificação/ Loteamentos/ Limite de bairros/ Limite municipal/ Perímetro Urbano/ Zoneamento.
Meio Físico	Meio Ambiente	Secretaria do Meio Ambiente	Arvores/ Vegetação/ Jardins_Canteiros/ Bacia Hidrográfica/ Hidrografia/ Drenagem/ Área Inundável/ Unidades de conservação/ APA/ Nascentes (Mananciais)/ Córregos/ Rios/ Lagos/ Corredores ecológicos/ Vegetação Natural/ Bosques e Parques.
	Topografia	Secretaria de Planejamento e Urbanismo	Curva Intermediária/ Curva Mestra/ Declividade/ Pontos cotados.
Sistema Viário	Sistema Viário	Secretaria de Transportes e Trânsito	Eixo/ Calçadas/ Canteiros/ Classificação Viária/ Cruzamentos Semaforizados/ Logradouro/ Obras de Arte Especiais/ Meio-Fio/ Passarela/ Rampa/ Rua não pavimentada/ Rua pavimentada.
Transporte e Trânsito	Sinalização de Trânsito	Secretaria de Transportes e Trânsito	Vertical/ Horizontal
	Controladores de Trânsito	Secretaria de Transportes e Trânsito	Lombadas/ Semáforos
	Fiscalização eletrônica	Secretaria de Transportes e Trânsito	Pardais/ Lombadas eletrônicas
	Pontos Críticos	Secretaria de Transportes e Trânsito	Acidentes/ Congestionamentos
	Bicicleta	Secretaria de Transportes e Trânsito	Ciclovia/ Ciclofaixa
	Metrô	Secretaria de Transportes e Trânsito	Estação
	Ônibus	Secretaria de Transportes e Trânsito	Corredores de ônibus/ Faixas exclusivas/ Pontos de ônibus/ Terminais de Ônibus
	Trem	Secretaria de Transportes e Trânsito	Estação Ferroviária
	Avião	Secretaria de Transportes e Trânsito	Aeroporto

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

A implementação dessas sugestões deve ser alinhada com a política adotada pela prefeitura. A adoção de padrões, qualidade e acessibilidade dos dados são promovidas pela infraestrutura básica. Embora a falta de padrões e recursos financeiros possa dificultar um projeto de SIG abrangente, a infraestrutura básica permite o planejamento de etapas menores com maior precisão e definição de produtos e benefícios concretos.

A ausência de projetos globais é comum no início da implantação de SIGs municipais. A elaboração e o desenvolvimento frequentemente ocorrem de maneira progressiva, à medida que objetivos mais claros são delineados.

Em boa parte das prefeituras, quando se inicia a implantação do SIG, alguns poucos objetivos são bem delineados e se tem uma ideia superficial do que será o sistema completo. A concepção e o projeto acabam ocorrendo de forma gradativa.

Como visto na Quadro 20 há multidisciplinaridade inerente às aplicações do uso do SIG em prefeituras, isso torna delicado e mesmo complexo a sua implementação, pois existe uma diversidade de alternativas existentes.

Os bons resultados na implantação de um SIG municipal só serão atingidos a partir da combinação de recursos tecnológicos, recursos financeiros, conhecimentos teórico e prático e vontade política.

Em síntese, a estratégia de implementação de um SIG municipal deve considerar diversos fatores para minimizar riscos. O futuro de uma administração municipal responsável está ligado ao uso eficaz de um SIG bem estruturado. Os gestores públicos conscientes reconhecem a importância de informações precisas e estrategicamente disponíveis para tomar decisões eficazes envolvendo recursos públicos.

## **7.5 Resumo e discussão sobre o capítulo**

A proposta apresentada neste capítulo tem por objetivo solucionar alguns desafios relacionados à implantação, integração e atualização da “base cartográfica legal”. Através da adoção de um banco de dados único e de um SIG, é possível promover a integração das informações e garantir uma gestão mais eficiente e eficaz do território. Para isso é importante estabelecer um fluxo permanente de trabalho para a atualização de informações, garantindo a disponibilidade dos dados e sua atualização em tempo real. Isso permite a consolidação de um processo de trabalho entre os setores responsáveis da administração municipal, pela geração da informação, evitando a duplicidade de informações e promovendo uma visão integrada das

características reais do território.

É necessário integrar os interesses tecnológicos, econômicos e humanos dos órgãos municipais, visando a criação de um banco de dados único e confiável, que possa ser aplicado em todos os setores da administração municipal.

A base cartográfica municipal desempenha um papel fundamental no planejamento e na gestão do território, fornecendo informações espaciais de referência e consistentes. Ela deve refletir os limites das parcelas e do sistema viário de acordo com as plantas de parcelamento do solo aprovadas e registradas no Cartório de Registro de Imóveis.

Porém, na maioria dos municípios brasileiros, os limites das parcelas são representados apenas pelos limites físicos visíveis, sem vínculo com o Registro de Imóveis, o que gera discrepâncias e dúvidas em relação aos limites legais. Erros na locação do loteamento, modificações na execução do projeto e falta de retificação das informações contribuem para essas divergências.

Uma forma de evitar esses problemas é realizar levantamentos *as built*, que registram as alterações ocorridas durante a implantação do projeto e pela apresentação de projetos atualizados após a implantação das obras. Esses levantamentos devem ser apresentados após a conclusão da obra e servir como base para o registro imobiliário.

A representação precisa dos limites físicos e legais das parcelas na base cartográfica municipal é fundamental para o planejamento e a gestão do território. A integração entre o cadastro e o Registro de Imóveis é essencial para garantir a compatibilidade e a precisão das informações sobre a propriedade imobiliária. É necessário estabelecer padrões e diretrizes para os levantamentos topográficos, seguindo as normas vigentes, como a ABNT NBR 13.133/2021 e a 17.047/2022.

A construção e atualização da base cartográfica legal em ambiente SIG, juntamente com levantamentos topográficos precisos e padronizados, são fundamentais para a gestão territorial eficiente, a segurança jurídica dos imóveis e o ordenamento urbano adequado. A utilização de geotecnologias e normas técnicas adequadas contribui para a confiabilidade e integridade das informações, permitindo um melhor planejamento e tomada de decisões por parte dos gestores municipais.

A implantação de um SIG municipal proporciona uma série de benefícios para a administração pública e para a sociedade como um todo. Com um banco de dados único e confiável, integrado a uma base cartográfica legal atualizada, é possível realizar análises espaciais, identificar áreas prioritárias para investimentos, monitorar a infraestrutura urbana, planejar o desenvolvimento territorial, entre outras atividades.

Além disso, a disponibilização de informações atualizadas e precisas para os órgãos públicos e para a sociedade em geral contribui para a transparência e participação no processo de gestão do território. Os cidadãos podem acessar dados cartográficos confiáveis, participar de audiências públicas e contribuir com sugestões e demandas, promovendo uma gestão mais democrática e inclusiva.

No entanto, a implementação de um SIG municipal apresenta desafios e requer investimentos em infraestrutura, capacitação de pessoal e parcerias com instituições e empresas especializadas. A falta de padronização dos procedimentos, a escassez de recursos financeiros e a falta de conhecimento técnico podem dificultar o processo, mas é possível planejar etapas menores e estabelecer metas realistas.

É fundamental que as prefeituras reconheçam a importância da base cartográfica legal e do SIG como ferramentas essenciais para a gestão do território.

Os gestores municipais devem priorizar a integração das informações, a atualização contínua dos dados e a capacitação dos profissionais envolvidos. Além disso, parcerias com instituições de ensino, empresas especializadas e órgãos governamentais são aspectos chave para o sucesso o desenvolvimento de tecnologias e a melhoria dos processos relacionados à base cartográfica legal.

Com uma base cartográfica legal sólida, atualizada e um SIG bem estruturado, os municípios podem alcançar uma gestão mais eficiente, segura e transparente do território.

## 8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para este trabalho, foram estabelecidos uma série de objetivos específicos com o propósito de aprimorar o modelo cadastral territorial em contextos urbanos, visando sua futura integração em âmbito nacional por meio de uma base cartográfica legal e um código identificador exclusivo e padronizado para as parcelas urbanas. Para isso, realizou-se uma análise abrangente da situação cadastral, tanto em âmbito nacional quanto internacional, com a finalidade de identificar os desafios e oportunidades inerentes aos cadastros territoriais urbanos.

Neste contexto, é apresentada uma proposta inovadora para a composição de um código identificador único de parcelas urbanas, atendendo principalmente aos requisitos de exclusividade, flexibilidade e padronização. Essa proposta baseia-se em um sistema híbrido de identificação, integrando elementos hierárquicos, históricos e geográficos (vinculado ao STL). Este identificador mostrou-se adequado para evitar coincidências e identificadores duplicados, facilitando o gerenciamento em uma plataforma SIG.

Adicionalmente, são propostos procedimentos para a análise do levantamento topográfico em prefeituras, visando compor a base cartográfica legal. Essa análise abrange desde a origem das referências utilizadas até as divergências de áreas e medidas que possam estar incorporadas devido à situação de campo e à matrícula. Além disso, é sugerida a padronização dos *layers* das plantas de quadras para facilitar a inserção na base legal.

Outra contribuição relevante é a proposta de procedimentos para a construção e atualização da base cartográfica legal, considerando diversas plantas presentes nos arquivos das prefeituras, como plantas sem referencial, com norte arbitrário, magnético e projeção UTM, entre outras. Isso inclui o método de criação da base por meio da vetorização desses mapas, do levantamento topográfico e da aerofotogrametria, com a inclusão da proposta de nível de informação contendo os elementos passíveis para a representação cartográfica em plataformas SIG.

Além disso, propõe-se a revisão da NBR 17.047/2022 - Levantamento Cadastral para Registro Público - Procedimentos, para reavaliação dos valores estabelecidos da tolerância posicional do vértice da parcela, considerando a região onde ela está inserida e a integração com o Código Civil Brasileiro. Também sugere-se que o registro definitivo dos loteamentos no Cartório de Registro de Imóvel ocorra somente após a realização do levantamento como construído (*as built*).

O alcance dos objetivos específicos contribuiu decisivamente para a consecução do objetivo geral da pesquisa: o aprimoramento do cadastro territorial urbano. A seguir, apresentam-se as principais conclusões de cada capítulo, delineando as evidências e contribuições mais significativas deste estudo e apontando direções para futuras pesquisas e ações no campo estudado.

No Capítulo 2, está estabelecido um panorama histórico do cadastro territorial, desde suas origens em civilizações antigas até sua evolução ao longo do tempo. A importância do cadastro como ferramenta essencial para a gestão do território foi destacada, enfatizando sua relevância para o planejamento urbano, a arrecadação de tributos, a regularização fundiária e a transparência na gestão pública. Apesar dos desafios enfrentados na implantação e aprimoramento do cadastro territorial, as normas internacionais e diretivas, como o *LADM* e as recomendações da FIG, têm proporcionado avanços na padronização e integração dos cadastros.

Além disso, está destacada a importância do SINTER como integrador de cadastros territoriais, o qual desempenhará um papel elementar na conexão dos dados produzidos por diversas entidades. Essa integração, que abrange desde os registros de imóveis até dados fiscais, cadastrais e geoespaciais de propriedades urbanas e rurais, possibilitará a criação de uma base cartográfica dinâmica, espacial e homogênea. Isso contribuirá para a padronização e organização dos dados, superando os desafios de integração entre cadastro e registro de imóveis no Brasil.

No Capítulo 3, é realizada a análise da conjuntura cadastral nos municípios brasileiros e além. Observou-se que muitos municípios enfrentam desafios na manutenção do cadastro territorial e sua integração com o RI. No entanto, também são destacados os exemplos positivos de cidades que superaram esses desafios por meio da modernização e integração de suas bases cartográficas digitais. Observou-se que municípios que investiram na atualização e integração colheram benefícios tangíveis, incluindo melhorias na arrecadação de impostos sobre a propriedade e o aprimoramento do planejamento urbano. A importância universal do cadastro foi reconhecida, assim como a necessidade de modernização tecnológica e integração de dados. Foi explorada também a visão do Cadastro 2034 em países como Austrália, Nova Zelândia e Canadá, que buscam aprimorar seus sistemas cadastrais para atender às demandas das novas dinâmicas sociais e tecnológicas.

O Capítulo 4, está centrado nas técnicas (métodos diretos e indiretos de levantamentos de dados geoespaciais), procedimentos e tecnologias necessárias para criar uma base cartográfica digital municipal eficaz. É destacada a sua importância e seu papel para o

planejamento territorial e como ela, combinada com o SIG, permite análises espaciais e tomada de decisões. Está destacada também a utilização de tecnologias cartográficas modernas e a necessidade de estabelecer parâmetros para a contratação de serviços especializados. Também é abordada a relevância da conformidade com legislação, normas, padrões e agências especializadas em normatização e gestão de geoinformação para garantir a qualidade, a interoperabilidade, o desenvolvimento e a governança da geoinformação em um país. Além disso, é explicado o papel das tecnologias emergentes, como VANTs, na coleta de dados geoespaciais e seus benefícios, bem como os requisitos legais e limitações técnicas, sempre lembrando que complementam os métodos convencionais de coleta de dados, mas não os substituem completamente, especialmente em relação a dados cadastrais territoriais que ultrapassam os limites da propriedade.

No Capítulo 5, é enfatizada a importância de estabelecer a tolerância posicional nas medições cadastrais urbanas, equilibrando exatidão e requisitos legais para assegurar a qualidade e a confiabilidade e a segurança jurídica das informações cadastrais. As análises indicam que é possível atender aos critérios legais estabelecidos, mantendo uma margem de erro aceitável, inclusive menor do que é estipulada pela NBR 17.047/2022. É importante ressaltar que a determinação da tolerância posicional não deve ser arbitrária, mas sim embasada em estudos prévios, que levem em consideração as peculiaridades de cada região. Isso é fundamental para garantir a adequação das normas à realidade local. Este capítulo serviu como base para compreender a importância de critérios rigorosos na identificação de parcelas territoriais urbanas, como explorado nos Capítulos 4 e 7.

No Capítulo 6, é destacada a necessidade premente de um código identificador exclusivo e padronizado para parcelas territoriais urbanas para a integração de informações em nível nacional. A falta de padronização dos identificadores foi identificada como uma barreira para a integração de informações entre governo municipal, estadual e federal. A proposta de um código identificador baseado em elementos geográficos e hierárquicos, vinculado ao STL, foi apresentada como uma solução sólida e adaptável a mudanças no parcelamento do solo. A escolha do Sistema de Projeção UTM comum no Brasil é discutida, mas é mostrado que a utilização das coordenadas plano-retangulares do STL é uma solução mais adequada para evitar coincidências de identificadores e facilitar o gerenciamento em plataformas SIG. A conclusão é que a implementação de um código identificador único para parcelas territoriais urbanas é essencial para promover a integração e interoperabilidade do sistema cadastral entre diferentes setores da prefeitura, empresas e órgãos públicos.

No Capítulo 7, está enfatizado a necessidade da implantação da base cartográfica

legal e de um SIG municipal como pilares fundamentais para eficiência e eficácia na gestão territorial. A utilização adequada da base cartográfica, quando produzida com qualidade, em escala apropriada e sujeita a atualizações regulares, fornece informações imprescindível sobre a espacialidade do território municipal. Isso, por sua vez, embasa o planejamento municipal, o qual deve estar em consonância com o uso e ocupação do solo, a fim de assegurar uma ocupação harmoniosa do território. A integração contínua de informações e a constante atualização dos dados emergiram como elementos essenciais para promover uma gestão pública transparente e bem-informada, além de servirem de base para a arrecadação de tributos e a regularização fundiária. Destaca-se também, a importância de representar de maneira precisa os limites físicos e legais das parcelas na base cartográfica municipal, ressaltando também a sua integração com o RI. A implementação de um SIG municipal foi considerada indispensável para diversas finalidades, como análises espaciais, identificação de áreas prioritárias para investimentos e planejamento do desenvolvimento territorial. No entanto, reconheceu-se os desafios enfrentados nesse processo, tais como a escassez de profissionais qualificados, a falta de padronização e recursos financeiros limitados. Nesse contexto, a integração de informações, a constante atualização dos dados e o desenvolvimento das habilidades dos profissionais envolvidos foram identificados como elementos-chave para o sucesso na implementação dessas tecnologias, resultando em uma gestão territorial eficiente e confiável.

Diante dessas considerações, é evidente que o cadastro territorial e a base cartográfica municipal devem ser percebidos como um dos instrumentos fundamentais para a elaboração de planos de ação territoriais e para a facilitar as tomadas de decisão. Contudo, sem a organização adequada dos dados e informações, esse sistema está fadado ao insucesso. A Portaria 3.242/2022 estabelece diretrizes para o CTM, embora de caráter meramente orientador, o que limita sua eficácia. A ausência de uma legislação cadastral nacional e os equívocos conceituais em torno do cadastro criam um vácuo regulatório que compromete a padronização desse sistema, cuja base cartográfica é seu complemento. Portanto, é imprescindível detalhar os procedimentos técnicos para a adaptação a diferentes contextos municipais.

## **8.1 Recomendações**

Apesar dos desafios, esta pesquisa contribuiu com diretrizes e procedimentos que podem aprimorar o sistema cadastral brasileiro. A capacidade de integrar informações, promover a equidade e fornecer ferramentas eficazes para a gestão é o alicerce sobre o qual

repousa o progresso sustentável, a justiça social e a tomada de decisões informadas no cenário municipal e nacional. No entanto, para trabalhos futuros, recomenda-se as seguintes ações:

1. Adaptação e manutenção contínua das diretrizes: recomenda-se a adaptação das diretrizes propostas neste trabalho para atender às necessidades específicas de diferentes municípios, possibilitando o ajuste visando aprimorar sua eficácia e identificar quaisquer melhorias necessárias. Além disso, é fundamental manter um processo contínuo de revisão e atualização das diretrizes para garantir que estejam alinhadas com as novas tecnologias e necessidades da gestão municipal;
2. Capacitação profissional: a capacitação de profissionais da área de agrimensura e correlatas é fundamental para a implementação bem-sucedida das diretrizes. Recomenda-se que as prefeituras invistam na formação e atualização de seus servidores;
3. Acompanhamento das inovações tecnológicas: a evolução tecnológica é constante, e novas tecnologias podem surgir, assim é fundamental incorporar as inovações à medida que elas se tornam relevantes para o cadastro territorial urbano;
4. Conscientização sobre a importância do cadastro territorial: promover a conscientização sobre a importância do cadastro e sua integração com outras políticas de gestão do território é essencial. A colaboração entre órgãos públicos e privados é uma componente significativa na implantação, manutenção e na melhoria dos processos;
5. Criação de legislações: criar legislações que direcionem o estabelecimento e a manutenção do cadastro atualizado, seguindo o exemplo bem-sucedido do CNIR;
6. Estudo de estratégias para minimizar desafios nas áreas rurais incorporadas à urbana: estudar estratégias para mitigar desafios relacionados às áreas ou medições de glebas rurais quando são descaracterizadas e incorporadas à área urbana, considerando as diferentes tolerâncias posicionais dessas áreas;
7. Revisão da NBR 17.047/2022 para adequar a tolerância posicional: propõe-se revisar a NBR 17.047/2022 para ajustar a tolerância posicional, de acordo em conformidade com o Código Civil Brasileiro e normativas internacionais.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.133. **Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 2021.

\_\_\_\_\_. NBR 14.166. **Rede de Referência Cadastral Municipal: Procedimento**. Rio de Janeiro, 2022.

\_\_\_\_\_. NBR 17.047. **Levantamento cadastral territorial para registro público: Procedimento**. Rio de Janeiro, 2022.

\_\_\_\_\_. NBR ISO 5725-1. **Exatidão (veracidade e precisão) dos métodos e dos resultados de medição Parte 1: Princípios gerais e definições**. Rio de Janeiro, 2018.

AGOSTINHO, J. C. P. **Gestão municipal com o uso de geotecnologias**. 2007. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

AMORIM, A.; VICTORINO, P. S.; MALAMAN, C. S. Cadastro Territorial Multifinalitário como instrumento de apoio aos estudos de sustentabilidade urbana. **Revista Geográfica de America Latina**, v. Esp., p. 1-18, 2011.

ANDRADE, J. B., **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE. Curitiba, 1998.

ARAÚJO, H. E. C. Fortaleza e o Cadastro Territorial Multifinalitário. In: COBRAC 2018, **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2018. Disponível em: <<https://ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2018/paper/viewPDFInterstitial/422/117>> Acesso em: 2 de mar. 2021.

ARGENTINA. Instituto Nacional de Estadística y Censos. **Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010: censo del bicentenario**. Buenos Aires: Indec - Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2012. Disponível em: <[https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010\\_tomo1.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo1.pdf)>. Acesso em: 17 de ago. 2018.

AUGUSTO, E. A. A. Rumo ao CNIR: diretor do IRIB participa de curso de capacitação promovido pela receita federal e INCRA. **Boletim Eletrônico do IRIB**, ano XIII, São Paulo 2014. Disponível em: <<https://www.irib.org.br/boletins/detalhes/4150>>. Acesso em: 17 de ago. 2018.

ÁUSTRIA. OVG - Austrian Society Surveyng and Geoinformation. **Cadastral template 2.0 Austria:Part 1: country report**. 2014. Disponível em: <<http://cadastraltemplate.org/austria.php>>. Acesso em: 17 de jan. 2019.

BARNES, G. et al. **Drones for peace: part 1 of 2 design and testing of a UAV-based Cadastral surveying and mapping methodology in Albania**. In: WORLD BANK CONFERENCE ON LAND AND POVERTY, Washington, 2014.

BELÉM, Prefeitura Municipal de. **O que é CTM**, 2018. Disponível em: <<http://www.belem.pa.gov.br/app/c2ms/v/?id=18&conteudo=3205>>. Acesso em: 8 de jan.

2019.

BELÉM, Prefeitura Municipal de. **Oficina sobre arrecadação e cobrança de tributos imobiliários**. Belém, 2009. Disponível em:

<https://datatoolkits.lincolninst.edu/subcenters/capacity-building-for-property-ax/news/oficina-5/oficina-5-gaia.pdf>>. Acesso em: 8 de jan. 2019.

BELÉM. Prefeitura Municipal de. Secretaria de Comunicação Social. **Ordenamento territorial: PMB trabalha para atualizar cadastro territorial de Belém em cooperação com a UFPA**. 2021. Disponível em: <<https://agenciabelem.com.br/Noticia/219378>>. Acesso em: 9 jan. 2019.

BELO HORIZONTE Prefeitura Municipal de. **Empresa de Informática e Informação do município de Belo Horizonte**. 2018. Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?app=prodabel>>. Acesso em: 17 de fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 16.247, de 08 de março de 2016**. Altera o decreto nº 14.585/2011. Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/decreto/2016/1625/16247/decreto-n-16247-2016-altera-o-decreto-n-14585-2011>>. Acesso em: 17 de set. 2018.

\_\_\_\_\_. **Geoprocessamento - BHGeo**. 2021. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/prodabel/bhgeo>>. Acesso em: Acesso em: 11 de set. 2022

BENATTI, J. H. (org.). **Cadastro territorial no Brasil: perspectivas e o seu futuro**. Belém: UFPA, 2018. [E-Book].

BEHNCK, L. P. **Controle de missão de voo de veículo aéreo não-tripulado**. 2014. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

BENNETT, R. et al. **Cadastral futures: building a new vision for the nature and role of cadastres**. In: FIG CONGRESS, 2010. Sidney, 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/242488652\\_Cadastral\\_Futures\\_Building\\_a\\_New\\_Vision\\_for\\_the\\_Nature\\_and\\_Role\\_of\\_Cadastres](https://www.researchgate.net/publication/242488652_Cadastral_Futures_Building_a_New_Vision_for_the_Nature_and_Role_of_Cadastres)>. Acesso em: 17 de mar. 2019.

BENNETT, R. et al. On the need for national land administration infrastructures. **Science Direct Land Use Policy journal**. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837711000627#bib0185>. Acesso em: 10 maio 2019.

BERMÚDEZ, J. A.; GAROLERA, J. F. Una aproximación al catastro em Colombia. **Revista UD y Geomática**, v. 1, n. 1, p. 25-46, 2007. Disponível em: <<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/UDGeo/article/view/3664>>. Acesso em: 20 de ago. 2018.

BLITZKOW, D. et al. **Informações espaciais II: notas de aulas**. Laboratório de Topografia e Geodésia - Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, [2007]. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4530314/mod\\_resource/content/2/Notas%20de%20](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4530314/mod_resource/content/2/Notas%20de%20)

Aula%20UTM%20e%20GPS.pdf>. Acesso em: 11 de abr. 2018.

BOGAERTS, T.; WILLIAMSON, I. P.; FENDEL, E.M. The role of land administration in the accession of Central European Countries to the European Union. **Journal of Land Use Policy**, v. 19, n. 1, p. 29-46, 2002.

BOSCH, M. J. L. La modernización del Catastro en España y su proceso de informatización, 1980-1992. **Revista Bibliográfica de Geografía Y Ciencias Sociales**. Universidade de Barcelona. v. 21, n. 1.188, 2017. Disponível em:<<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1188.pdf>>. Acesso em: 12 de ago. 2018.

BRANDÃO, A. C. **O Princípio da vizinhança geodésica no levantamento cadastral de parcelas territoriais**. 2003. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BRANDÃO, A. C.; SANTOS FILHO, A. V. Sistema de cadastro territorial georreferenciado em áreas urbanas. **Revista VeraCidade**, ano 3, n. 3, 2008. Disponível em: <[http://cartografia.salvador.ba.gov.br/images/cartografia/Biblioteca/Referencias\\_Bibliograficas/Artigo%20Sistema%20Cadastro%20Territorial%20ás%20Urbanas%20-%20Revista%20Veracidade%202008.pdf](http://cartografia.salvador.ba.gov.br/images/cartografia/Biblioteca/Referencias_Bibliograficas/Artigo%20Sistema%20Cadastro%20Territorial%20ás%20Urbanas%20-%20Revista%20Veracidade%202008.pdf)>. Acesso em: Acesso em: 8 de set. 2019.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei 3.876/2015**. Lei Nacional do Cadastro Territorial. Brasília, 2015. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2058449>>. Acesso em: Acesso em: 9 de dez. 2018.

BRASIL. Código Civil. Lei nº 10.506, de 10 de janeiro de 2002. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, ano 139, n.8, 2002.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília Senado Federal, 1988.

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. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/media/doc/acervo/c4924c559c0b1b95a8ad38c47fda4799.pdf>> Acesso em: 22 de set. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Portaria nº 3.242, de 9 de novembro de 2022. Diretrizes para a criação, a instituição e a atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário - CTM. nos municípios brasileiros**. Diário Oficial da União. Brasília, 2022. Seção 1.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Capacidades. **Projeto Ciata: projeto pequenos municípios**. Proposta para execução 1978/1979. Brasília: SERPRO, 1978. Disponível em: <<http://www.capacidades.gov.br/blog/detalhar/id/29/post/751/param/ativos>>. Acesso em: 7 de mar. 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Diretoria do Serviço Geográfico. **ET ADGV Defesa F Ter – Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais**

**Vetoriais da Defesa da Força Terrestre.** Brasília: DSG, 2016. Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/inde2?id=142>>. Acesso em: 8 de set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Normas da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG).** Brasília: DSG, 2016. Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/index.php/inde2?id=142>>. Acesso em: 8 de set. 2019.

\_\_\_\_\_. **ET EDGV 3.0 – Especificação Técnica para a Estruturação dos Dados Geoespaciais Vetoriais.** Brasília: DSG, 2017. Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/inde2?id=142>>. Acesso em: 8 de set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Infraestrutura nacional de dados espaciais. Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais vetoriais.** ET-ADGV 2.0. 2. ed., 2011. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.gov.br/images/MAPAS/1.pdf>>. Acesso em: 8 de set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Objetivos do Sinter.** 2018. Disponível em: <<http://receita.economia.gov.br/sinter/institucional/objetivos-do-sinter>>. Acesso em: 22 de out. 2018.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Comissão Nacional de Cartografia. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE.** Rio de Janeiro: CINDE, 2010.

BRASIL. Presidência da República. **Lei 4.504, de 30 de novembro de 1964.** Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. Brasília, 1964. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4504.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm)>. Acesso em: 5 de fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Brasília, 1979. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm)>. Acesso em: 6 de fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº. 6.666, de 27 de novembro de 2008.** Institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Brasília: Poder Executivo. Disponível em: <[http://www.inde.gov.br/images/inde/20@Decreto6666\\_27112008.pdf](http://www.inde.gov.br/images/inde/20@Decreto6666_27112008.pdf)>. Acesso em: 03 de jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973.** Dispõe sobre os registros públicos, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6015original.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6015original.htm)>. Acesso em: 10 de set. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei 10.257, de 10 de junho de 2001.** Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001.** Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002.** Institui o Código Civil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406.htm)>. Acesso em: 12 de set. 2018.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964**. Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/Leis/L4591.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L4591.htm)>. Acesso em: 15 de set. 2018.

\_\_\_\_\_. **Decreto-lei nº 241, de 28 de fevereiro de 1967**. Inclui entre as profissões cujo exercício é regulado pela Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, a profissão de engenheiro de operação. 1967. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0241.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0241.htm)>. Acesso em: 15 de nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Decreto-lei nº 89.817, de 200 de julho de 1984**. Estabelece as instruções reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. 1984. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D89817.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm)>. Acesso em: 15 de nov. 2018.

BRASIL. **Programa Nacional de Capacitação das Cidades**, 2010. Disponível em: <<http://www.capacidades.gov.br/>>. Acesso em: 12 de out. 2018.

\_\_\_\_\_. Senado Federal. Aprovado projeto que simplifica o georreferenciamento de propriedades rurais. **Senado Notícias**, 2019. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/05/08/aprovado-projeto-que-simplifica-o-georreferenciamento-de-propriedades-rurais>>. Acesso em: 22 de dez. 2019.

BRITO, J.; COELHO, L. **Fotogrametria digital**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2002.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. de. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CAMPINAS. Câmara Municipal. Notícias. **Prefeitura apresenta levantamento aéreo com dados atualizados**, 2015. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=28820>> Acesso em: 15 out. 2018.

CAMPINAS. Notícias. **Seplan apresenta Cadastro Técnico do Município**, 2012. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=13768>>. Acesso em: 5 de abr. 2018.

\_\_\_\_\_. Notícias. **Prefeitura apresenta levantamento aéreo com dados atualizados**, 2015. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=28820>> Acesso em: 15 de abr. 2018.

\_\_\_\_\_. Notícias. **Prefeitura disponibiliza cerca de 70 itens em plataforma de metadados**, 2019. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=35983>> Acesso em: 19 de jul. 2019.

CAMPOS, A. As particularidades na formação de sujeitos na história socioespacial brasileira: algumas considerações sobre o Movimento Negro. *Revista Geografares*, p. 21-48, 2011.

CANADÁ. Centre for spatial data infrastructures & land administration et al country report - CDSILA. **Content of Cadastral System: reform issues**. 2016. Disponível em:

<<http://cadastraltemplate.org/canada.php>>. Acesso em: 19 de jan. 2020.

CARNEIRO, A. F. T. Da cartografia cadastral, In: Cunha, E. M. P., Erba, D. A. **Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros: manual de apoio - CTM**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

CARNEIRO, A. F. T.; ERBA, D. A.; AUGUSTO, A. A. E. Cadastro multifinalitário 3D: conceitos e perspectivas de implantação no Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia** [online], v. 64, n. 2, Recife: Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, 2012. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43791>>. Acesso em: 15 de out. 2018.

CINTRA, J. P. Sistema de Projeção UTM. In: **Informações espaciais II: notas de aulas**. São Paulo: EPUSP/PTR, 2007.

CLERGEOT, P. **The origins of the french general cadastre**. In: FIG WORKING WEEK, Paris, 13-17, 2003.

COELHO, L. A. N. **Acurácia na determinação das coordenadas dos vértices de imóveis urbanos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013. Disponível em: <[http://www2.fct.unesp.br/pos/cartografia/docs/teses/d\\_coelho\\_lan.pdf](http://www2.fct.unesp.br/pos/cartografia/docs/teses/d_coelho_lan.pdf)>. Acesso em: 14 de jun. 2019.

COLEMAN, D.; NEBERT, D. Building a North American Spatial Data Infrastructure. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 25, n. 3, p. 151-160, 1998.

COLÔMBIA. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento CONPES 3958. **Estrategia para la implementación de la política pública de catastro multipropósito**. Bogotá, 2019. Disponível em: <<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3958.pdf>>. Acesso em: 19 de jan. 2020.

COLÔMBIA. Departamento Nacional de Planeación. Documento CONPES. **Política para la adopción y puesta en marcha de un catastro multipropósito rural-urbano**. Bogotá, 2016. Disponível em: <<http://www.ideam.gov.co/documents/24189/30138087/2016-05-16+Catastro+Multi+VDiscusi%C3%B3n.pdf/f68f59f7-9907-4373-8d4b-bc643bf6fb14?version=1.0>>. Acesso em: 19 jan. 2020.

CONCAR – COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA. **Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) versão 2.1.3**. Rio de Janeiro: INDE/DSG, 2010.

COSTA, D. C. **Diretrizes para elaboração e uso de bases cartográficas no planejamento municipal: urbano, rural e transportes**. 2001. 126 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2001.

COSTA, D. C. et al. **Parte do relatório de atividades desenvolvidas em reuniões organizadas pela SANASA, com a colaboração do CPQD**, Campinas, 2007.

COSTA, S. M. A. et al. **RBMC em tempo real, via Ntrip, e seus benefícios nos levantamentos RTK e DGPS**. In: II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife: [s.n.]. 2008.

COSTA, T. S. P. **Uma proposta de modelagem de cadastro de edifícios 3D com base na ISO 19152 (LADM)**. 2016. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2016.

COURA, B. C. Direito registral; o que é matrícula, registro e averbação? **Jus Brasil** [online], 2015. Disponível em:  
<<https://bernardocesarcoura.jusbrasil.com.br/noticias/246078873/direito-registral-o-que-e-matricula-registro-e-averbacao>>. Acesso em: 7 de nov. 2018.

CRAMER, M. et al. On the use of RPAS in national mapping: the EUROSDR point of view. **ISPRS**, v. 40, p. 93 – 99, 2013.

CRAIG, B. A.; WAHL, J. L. Cadastral survey accuracy standards. **Surveying and Land Information Science**, v. 63, n. 2, 2003, p. 87-106, 2003.

CROMMELINCK, S. et al. Contour detection for UAV-Based Cadastral Mapping. **Journal Remote Sensing**, v. 9, n. 2, Basileia, p. 1- 13, 2017.

CUNNINGHAM, K. et al. Cadastral audit and assessments using unmanned aerial systems. **ISPRS**, v. 38, p. 1 – 4, 2014.

DALE, P. F.; MCLAUGHLIN, J. D. **Land administration**. Oxford: Oxford University Press. 1998.

\_\_\_\_\_. **Land information management: an introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries**. Oxford: Oxford University Press, 1988.

DANTAS, Y. V. **Sistema multifinalitário de cadastro: contribuição conceitual com ênfase nas restrições ambientais do Brasil**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em:  
<[https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/26989/1/Tese\\_Yse\\_2017.pdf](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/26989/1/Tese_Yse_2017.pdf)>. Acesso em: 20 de jun. 2019.

DAWIDOWICZ, A.; ZRÓBEK, R. A methodological evaluation of the Polish cadastral system based on the global cadastral model. **Land Use Policy**, n. 73, 2018. Disponível em:  
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837717316253?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 de jan. 2020.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 38.824, de 25 de janeiro de 2018**. Aprova o Regimento Interno da Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação do Distrito Federal e dá outras providências. Brasília, 2018.

ENEMARK, S. A cadastral tale. **Análisis geográficos**, n. 30, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2006. Disponível em:

<[https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/626751/SE\\_Colombia\\_2005\\_Cadastral\\_tale.pdf](https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/626751/SE_Colombia_2005_Cadastral_tale.pdf)>. Acesso em: 11 de jul. 2018.

ENEMARK, S. et al. **Building fit-for-purpose land administration systems**. Proceedings of the XXV FIG Congress. Kuala Lumpur, Malaysia p. 16-21, 2014. Disponível em: <[http://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2014/papers/SS10/SS10\\_enemark\\_lemmen\\_et\\_al\\_7210.pdf](http://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2014/papers/SS10/SS10_enemark_lemmen_et_al_7210.pdf)>. Acesso em: 19 de junho 2018.

ERBA, D. A.; OLIVEIRA, F.; LIMA JUNIOR, P. N. **Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana**. Rio de Janeiro: Ministério das Cidades, 2005.

EUA. Utah State Tax Commission. Mapping and parcel identification standards of practice. Utah, 2002. Rev. Bras. Cartogr, vol. 74, n. 4, 2022 Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/64008>>. Acesso em: 10 abr. 2020

EUROGI - EUROPEAN UMBRELLA ORGANIZATION FOR GEOGRAPHIC INFORMATION. **The cadastral GIS, situation in the EU with coverage on some candidate countries member of EUROGI**. 2003. Disponível em: <http://www.catastro.meh.es/documentos/publicaciones/ct/ct47/14-INGLES.pdf>EUROGI>. Acesso em: 3 de maio 2019.

FAN, Z. **China cadastre over 5000 years**. Pequim: Encyclopedia of China Publishing House, 2003.

FERREIRA, K. R. **Interface para operações espaciais em banco de dados geográficos**. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, 2003. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/dissertacao\\_karine.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/dissertacao_karine.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2018.

FIG - INTERNATIONAL FEDERATION OF SURVEYORS. Statement on the cadastre. **FIG Publications**, n. 11, Camberra, 1995.

\_\_\_\_\_. **Cadastre 2014: a vision for a future cadastral system**. FIG Publications, 1998. Disponível em: <[http://fp-hid-1076751.testsider.dk/resources/publications/figpub/cadastre2014/translation/c2014-english.pdf](http://fp-hid-1076751.testsider.dk/resources/publications/figpub/cadastre20141076751.testsider.dk/resources/publications/figpub/cadastre2014/translation/c2014-english.pdf)>. Acesso em: 1 de mar. 2019.

\_\_\_\_\_. **History of surveying and measurement: history of cadastral systems**. 2020. Disponível em: <[https://www.fig.net/organisation/perm/hsm/history\\_of/cadastre.asp](https://www.fig.net/organisation/perm/hsm/history_of/cadastre.asp)>. Acesso em: 18 de mar. 2019.

FIGUR, R. L. **Análise comparativa entre o sistema cadastral da Alemanha e as diretrizes para o cadastro territorial multifinalitário brasileiro**. 2011. 186 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95680/299941.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008

FONSECA, D. **Padrões e modelagem espacial dos tributos imobiliários em Belo Horizonte:**

**uma ferramenta de auxílio ao planejamento urbano.** 2014. 92p. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. 2014.

FORTALEZA, Prefeitura Municipal de. Portal da Transparência. Receitas tributárias 2020. Disponível em: <<https://transparencia.fortaleza.ce.gov.br/index.php/receita/exibirReceitasProprias/2020>>. Acesso em: 16 de dez. 2021.

FOSTER, R. On the level: a national cadastre for the U.S.? **Point of beginning** [online], 2008. Disponível em: <<https://www.pobonline.com/articles/92286-on-the-level-a-national-cadastre-for-the-u-s>>. Acesso em: 11 de mar. 2018.

FRANÇA. République Française. **Le portail de l'Etat au service des collectivités.** Cadastre. 2020. Disponível em: <<https://www.collectivites-locales.gouv.fr/plan-cadastral-ligne>>. Acesso em: 11 de dez. 2021.

FREDERICO, L. N. S.; CARNEIRO, A. F. T. **Considerações sobre a aplicação do Land Administration Domain Model (LADM) na modelagem do cadastro territorial brasileiro.** In: V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, nov., 2014. Disponível em: <<https://www3.ufpe.br/geodesia/images/simgeo/papers/97-586-1-PB.pdf>>. Acesso em: 15 de ago. 2019.

GALHARDO, P. H. S. **Análise do posicionamento GNSS cinemático em ambiente urbano com uso da técnica RTK via Ntrip.** 2018, 105f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

GAMA, L. F.; SEIXAS, A.; ARAÚJO, M. G. **Métodos de levantamentos aplicados ao cadastro de parcelas territoriais urbanas.** In: CONEPI - CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7. Palmas, 2012.

GARCIA, M. V. Y. **Avaliação de produtos cartográficos derivados de levantamento topográfico utilizando veículo aéreo não tripulado para aplicações em engenharia civil.** 2020. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, 2020.

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações:** aplicações geodésicas. Curitiba: Editora da UFPR, 1994.

GEMAEL, C.; MACHADO, A. M. L.; WANDRESEN, R. **Introdução ao Ajustamento de Observações: Aplicações Geodésicas.** 2. ed. Curitiba: UFPR, 2015.

GERK, M. Developments in UAV-photogrammetry. **Journal of Digital Landscape Architecture**, v. 3, p. 262-272, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.14627/537642028>>. Acesso em: 15 de jan. 2020.

GHILANI, C. D. **Adjustment computations:** spatial data analysis. 5. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIMENES, F. S. F. **Defasagem na planta genérica de valores imobiliários e impactos na arrecadação do Imposto Predial e Territorial Urbano no município de Fortaleza**. 2020. 59f. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

GRANT, D.; DYER, M.; HAANEN, A. **A New Zealand strategy for cadastre 2034**. In: FIG CONGRESS 2014. Disponível em: <[https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2014/papers/ts05c/TS05C\\_grant\\_dyer\\_et\\_al\\_6845.pdf](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2014/papers/ts05c/TS05C_grant_dyer_et_al_6845.pdf)>. Acesso em: 17 de set. 2018.

GRANT, D. B. et al. Upgrading spatial cadastral data in Australia and New Zealand: functions, benefits & optimal spatial uncertainty. **CRCSI Research Report**, 2018. Disponível em: <<https://www.crcsi.com.au/assets/Resources/Upgrading-Spatial-Cadastral-in-Australia-and-New-Zealand.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2019.

HALLETT, S. H.; CAIRD, S. P. Soil-Net: Development and Impact of Innovative, Open, **Online Soil Science Educational Resources**. Soil Science. v. 182, n. 5, p. 188-201, 2017. Disponível em: <10.1097/SS.0000000000000208>. Acesso em: 20 set. 2019.

HASEGAWA, J. K.; ARRUDA JUNIOR, E. R. de. Mosaico com Imagens Digitais. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 10, n. 1, p. 31-50, Curitiba, 2004.

HASENACK, M.; CABRAL, C. R. **O cadastro e a cartografia cadastral de alguns países**. In: VIII COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, Curitiba, 2013. Disponível em: <[http://www.cbcbg.ufpr.br/home/wp-content/uploads/2013/11/C001\\_CBCG13.pdf](http://www.cbcbg.ufpr.br/home/wp-content/uploads/2013/11/C001_CBCG13.pdf)>. Acesso em: 19 de out. 2019.

HEIN, G. W. Status, perspectives and trends of satellite navigation. **Satellite Navigation**, v. 1, n. 22, p. 1-12, 2020. Disponível em: <10.1186/s43020-020-00023-x>. Acesso em: 17 de jan. 2020.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; WASLE, E. **GNSS - global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more**. Vienna: Springer Vienna, 2008.

HOPFER, A.; WILKOWSKI, W. **Presentation and discussion Polish system of Cadastre and Land Management**. In: FIG COMMISSION ANNUAL MEETING, 7, Kraków, 2003. Disponível em: <[https://www.fig.net/resources/proceedings/2003/2003\\_comm7\\_krakow.htm](https://www.fig.net/resources/proceedings/2003/2003_comm7_krakow.htm)>. Acesso em: 13 de ago. 2018.

IAAO – INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ASSESSING OFFICERS. Standard on Digital Cadastral Maps and Parcel Identifiers. 2. ed. Kansas City: International Association of Assessing Officers, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Padronização de marcos geodésicos**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[geoftp.ibge.gov.br/padronizacao\\_marcos\\_geodesicos](http://geoftp.ibge.gov.br/padronizacao_marcos_geodesicos)>. Acesso em: 19 de abr. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Noções básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. (Apostila). Disponível em: <[https://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoas/indice.htm](https://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/indice.htm)>. Acesso em: 19 de abr. 2021.

\_\_\_\_\_. **PIB dos municípios**: 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

\_\_\_\_\_. **Estações da RBMC**, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-contínuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html>>. Acesso em: 17 de mar. 2021.

\_\_\_\_\_. Comissão Nacional de Classificação. **Tabelas de códigos de áreas**. Rio de Janeiro,: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/codigo-de-areas/codigo-de-areas>>. Acesso em: 17 de abr. 2021.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros - 2020**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2021. 118 p. ISBN 978-65-87201-87-0. 58 Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101871.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.

ICSM - ANZLIC COMMITTEE ON SURVEYING & MAPPING. **Cadastrre 2034 powering land and real property**: cadastral reform and innovation for Australia - a national strategy. 2014. Disponível em: <[http://www.icsm.gov.au/sites/default/files/Cadastrre2034\\_0.pdf](http://www.icsm.gov.au/sites/default/files/Cadastrre2034_0.pdf) >. Acesso em: 18 de maio 2019.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Certificado de Cadastro do Imóvel Rural, 2017**. 2018. Disponível em: <<http://www.cadastrorural.gov.br/cartilha-de-orientacoes/cnir-cadastro-nacional-de-imoveis-rurais>>. Acesso em: 2 de abr. 2019.

\_\_\_\_\_. Instrução normativa nº 82 de 27 de março de 2015. Dispõe sobre os procedimentos para atualização cadastral no Sistema Nacional de Cadastro Rural e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2015.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Sistema de Gestão Fundiária. **Estatísticas da semana**. Brasília: INCRA 2020. Disponível em: <<https://sigef.incra.gov.br/consultar/estatisticas/>>. Acesso em: 17 de jun. 2021.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19152:2012 Geographic Information: Land Administration Domain Model (LADM)**. 2012. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/51206.html>>. Acesso em: 10 de abr. 2019.

ITÁLIA. Ministero dell’Economia e delle Finanze. Territorio Italia: efficacia nell’azione della PA ed efficienza nella gestione territorio. Agência Entrate. 2021. Disponível em: <[https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/4042296/LibroTerritorio\\_2021\\_1bassa.pdf/15a393dc-50a4-13da-d2fe-49e6d1dafcbb](https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/4042296/LibroTerritorio_2021_1bassa.pdf/15a393dc-50a4-13da-d2fe-49e6d1dafcbb)>. Acesso em: 20 mar. 2019.

KAUFMMAN, J.; STEUDLER, D. **Cadastrre 2014**: a vision for a future cadastral system.

Switzerland. In: Working Group 1, FIG Commission VII, 1998.

KOEVA, M. et al. Using UAVs for map creation and updating: a case study in Rwanda. **Survey Review**, v. 50, n. 361, p. 312-325, 2018.

KRUEGER, C. P.; OLIVEIRA JUNIOR, P. S. de.; GARNÉS, S. J. dos A.; ALVES, D. B. M.; EURIQUES, J. F. Posicionamento GNSS em Tempo Real: Evolução, Aplicações Práticas e Perspectivas para o Futuro. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 72, p. 1359–1379, 2020. DOI: 10.14393/rbcv72nespecial50anos-56620. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/56620>. Acesso em: 6 dez. 2021.

LASKOS, A. A.; CAZELLA, A. A.; REBOLLAR, P. B. M. O sistema nacional de Cadastro Rural: história, limitações atuais e perspectivas para a conservação ambiental e segurança fundiária. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, 2016.

LEICK, A. **GPS Satellite Surveying**. 2. ed., New York: Jhon Wiley & Sons, 1995.

LEMMEN, C. et al. **Transforming the Land Administration Domain Model (LADM) into an ISO Standard (ISO19152)**. Standardization Aspects in Land Administration. In: FIG WORKING WEEK, Eilat, 2009.

LEMMEN, C. et al. **The road to a standard Land Administration Domain Model, and beyond...** Innovative and Pro-poor Land Records and Information System. In: FIG WORKING WEEK, 2011. Marrakech, 2011.

LEMMENS, M. Towards **Cadastre 2034**: Part II. GIM International Experts Speak Out, 2010. Disponível em: <https://www.gim-international.com/content/article/towards-cadastre-2034-part-ii>. Acesso em: 4 de fev. 2019.

LEPAGE, E.; GOULARD, C. How the computer based cadastral map is used to monitor property ownership in France. **Resource Information**, 2015. Disponível em: [https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/325419/Mappa+catastale+Etienne+Lepage+e+Cyrille+Goulard+en\\_Mappa+catastale\\_Rosa\\_ENG+def\\_27\\_11.pdf/2433be5b-e81e-d946-71e1-f201e0cb65a7](https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/325419/Mappa+catastale+Etienne+Lepage+e+Cyrille+Goulard+en_Mappa+catastale_Rosa_ENG+def_27_11.pdf/2433be5b-e81e-d946-71e1-f201e0cb65a7). Acesso em: 5 de fev. 2020.

LIMA, C. et al. **Considerações sobre os sistemas cadastrais europeus e as diretrizes do cadastro brasileiro**. In: COBRAC - CONGRESSO DE CADASTRO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL, Brasil, 2018. Disponível em: <http://ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2018/paper/view/621/148>. Acesso em: 22 de nov. 2019.

LINZ – LAND INFORMATION NEW ZEALAND. **Cadastre 2034**: a 10-20 year strategy for developing the cadastral system: knowing the ‘where’ of land-related rights, 2014. <https://www.linz.govt.nz/land/surveying/survey-system/cadastre-2034>. Acesso em: 3 de set. 2019.

LOCH, C. **Cadastro e a Gestão Pública Municipal**. In. SEMINÁRIO DE CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO. Brasília, Ministério das Cidades, 2005.

LOCH, C. A realidade do cadastro técnico urbano no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. **Anais...** Florianópolis: Inpe, 2007. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2006/11.14.18.04.51/doc/5357-5364.pdf>>. Acesso em: 4 de out. 2017.

LOCH, C.; ERBA, D. A. **Cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. Disponível em: <<https://www.lincolnst.edu/sites/default/files/pubfiles/cadastro-tecnico-multifinalitario-rural-e-urbano-full.pdf>>. Acesso em: 7 de nov. 2017.

MANYOKY, et al. Unmanned aerial vehicle in cadastral applications. Int. Arch. **Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.**, v. 38, p. 57 – 62, 2011. Disponível em: <<https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XXXVIII-1-C22/57/2011/>>. Acesso em: 4 de jan. 2020.

MARRA, T. B. **Cadastro territorial no Brasil: modelagem de posse e propriedade a partir do Modelo para o Domínio da Administração de Terras (LADM, ISO 19152)**. 2017. 55 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/31232/1/2017\\_ThiagoBatistaMarra.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/31232/1/2017_ThiagoBatistaMarra.pdf)>. Acesso em: 7 de jan. 2020.

MATARICI, O. et al. AB'de Kadastro Parselinin Inspire Direktifleri Kapsamında Değerlendirilmesi Ve Türkiye'nin Yeri. **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası**, n. 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. 2009. Disponível em: <[https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/4c42505a03f2e96\\_ek.pdf](https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/4c42505a03f2e96_ek.pdf)>. Acesso em: 24 de maio 2019.

MIKHAIL, E.; ACKERMAN, F. **Observations and least squares**. University Press of America, 1976.

MITISHITA, E. A. **Detecção de erros grosseiros nas aerotriangulações**. 1986, 245f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná UFPR, 1986. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/79118>>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

MIYOSHI, J. T.; TOMMASELLI, A. M. G.; GALO, M. Geração automática de modelo digital de terreno com estratégias baseadas em segmentação e classificação. In: VI COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009.

MONICO, J. G. et al. Acurácia e precisão: revendo os conceitos de forma acurada. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 15, n. 3, p. 469-483, Curitiba, 2009.

MYASHITA, P. M. **Avaliação de uma metodologia de baixo custo para o cadastro de propriedades em áreas de expansão e vazios urbanos**. 2008. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008. Disponível em: <[https://www2.fct.unesp.br/pos/cartografia/docs/teses/d\\_miyashita\\_pm.pdf](https://www2.fct.unesp.br/pos/cartografia/docs/teses/d_miyashita_pm.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2019.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Need for a multipurpose cadastre**. Washington, DC: National Academies Press. 1980. Disponível em: <doi:10.17226/10989>. Acesso em: 21 de maio 2019.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Procedures and standards for a multipurpose cadastre**. Washington, D.C: National Academy Press, 1983.

NAZARETH, P. A. C. P. **Descentralização e federalismo fiscal: um estudo de caso dos municípios do Rio de Janeiro**. 2007, 333 p. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://goo.gl/GxQm1z>. Acesso em: 9 de out. 2018.

NICHOLS, S. **Land registration: managing information for land administration**. technical report #168. Dept. of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Canada, 1993.

NUBIATO E. L. **Proposta de requisitos para aquisição de sistema de informação territorial por administrações públicas municipais**, Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas). Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, 2019.

OLIVEIRA, F. H. **Manual de Apoio – CTM: diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília: Ministério das Cidades, p. 31-47, 2010.

OLIVEIRA, R. A. de.; TOMASELLI, A. G. M. Geração automática de modelo digital de superfície utilizando múltiplas imagens. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, 2012, **Anais...**Presidente Prudente, 2012. v.1. p. 193-198. Disponível em: <https://www2.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2012\_III\_SBG/\_artigos/A155.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2018.

OOSTEROM VAN, P.; LEMMEN, C. The Land Administration Domain Model (LADM): motivation, standardisation, application and further development. *Land Use Policy*, v. 49, p. 527-524, 2015.

PACILÉO NETTO, N. **Calibração de medidores eletrônicos de distância: construção de uma base de cinco pilares e metodologia de aferição**. São Paulo: Epusp, 1993.

PAIXÃO, S. K. S.; NICHOLS, S.; CARNEIRO, A. F. T. Cadastro territorial multifinalitário: dados e problemas de implementação do convencional ao 3D e 4D. **Bol. Ciênc. Geod.**, Curitiba, v. 18, n. 1, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bcg/v18n1/a01v18n1.pdf>. Acesso em: 10 de jul. d 2018.

PASSOS, J. B.; FRANÇA, L. L. Processo de reambulação no mapeamento topográfico. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 6, n. 2, p. 119-138. 2018. Disponível em: <DOI. 10.3895/rbgeo.v6n2.6700>. Acesso em: 25 de out. 2019.

PHILIPS, J. Conceito de imóvel e parcela no cadastro georreferenciado. **Boletim do IRIB em Revista**, n. 325, 2006.

PHILIPS, J. Das disposições gerais. In: CUNHA, E. M. P. e ERBA, D. A. **Manual de apoio – CTM: diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário** PIRTI, A., et al. GPS cinemático em tempo real para levantamento cadastral. **Survey Review**, n. 41, p. 339-351, 2009.

POLAT, Z. A.; USTUNER, M.; ALAN. M. **On the way to vision of Cadastre 2034: Cadastre 2014 performance of Turkey**. In: FIG WORKING WEEK, From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World, Sofia, 2015. Disponível em <[https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2015/papers/ts04c/TS04C\\_polat\\_ustuner\\_7652.pdf](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2015/papers/ts04c/TS04C_polat_ustuner_7652.pdf)>. Acesso em: 18 de nov. 2019.

PROUS, A. **História da pesquisa bibliográfica no Brasil**. Arquivos do Museu de História Natural, v. 4, Belo Horizonte, 1980.

PURIFICAÇÃO, N. S.; CARNEIRO, A. F. T., JULIÃO, R. A proposal for modeling and implementing an integrated system for Brazilian cadastres according to iso 19152: 2012 land administration domain model. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 25, n. 4, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1982-21702019000400026>>. Acesso em: 8 set. 2019.

RAISZ, E. J. **Cartografia geral**. 2. ed. Rio de Janeiro: Científica, 1969.

RAMBO, L. I. **Uma proposta para conexão do registro de imóveis ao Cadastro Imobiliário Urbano**. 2005. 220 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/88311/225559.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 de set. 2018.

RAMBO, J. A. **Contribuição jurídica para a retificação administrativa georreferenciada de imóvel urbano nos registros de imóveis brasileiros**. 2011. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

RAY, R. G. Aerial photographs in geological interpretation and mapping. **U.S. Geological Survey**, n. 373. Washington, 1963.

RENUNCIO, L. E. **Integração do Cadastro Técnico Multifinalitário a Sistemas de Informações Geográficas visando implantação de um reservatório para abastecimento de água no município de Cocal do Sul – SC**. 1995, 203f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

RESENDE, R. **SINTER: Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais**, 2016. Disponível em: <<http://www.junqueiragomide.com.br/novo/sinter-sistema-nacional-de-gestao-de-informacoes-territoriais/>>. Acesso em: 23 de jan. 2019.

REYDON, B. P. et al. (org.). **Governança de terras: da teoria à realidade brasileira**. Brasília: ONU/FAO, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7789o.pdf>>. Acesso em: 10 de abr. 2019.

REZENDE, L. O. R. SINTER: um impulso para o futuro do cadastro no Brasil. **Revista de**

**Direito Imobiliário**, n. 81, 2006. Disponível em:-

<[http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao\\_e\\_divulgacao/doc\\_biblioteca/bibli\\_servicos\\_produtos/bibli\\_boletim/bibli\\_bol\\_2006/RDImob\\_n.81.09.PDF](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/bibli_boletim/bibli_bol_2006/RDImob_n.81.09.PDF)>. Acesso em: 29 de jul. 2018.

ROBERGE, D.; KJELLSON, B. What have americans (and maybe the rest of the world) paid for not having a public property rights infrastructure? **Geomática**, v. 63, n. 3, 2009.

ROCCO, J. **Métodos e procedimentos para a execução e o georreferenciamento de redes subterrâneas da infraestrutura urbana**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19042007-162037/pt-br.php>>. Acesso em: 25 de mar 2018.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte em Educação”. **Revista Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, Paraná: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, p. 37-50, 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>>. Acesso em: 25 de maio 2020.

ROSALEN, D. L. **Estudo do processo de captação de imagens aplicado a fotogrametria digital**. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-01022018-161244/>>. Acesso em: 25 de mar 2018.

SANTOS, C. S. **A importância do cadastro territorial multifinalitário para as prefeituras**. 2017. Relatório de pesquisa (Mestrado em Planejamento Territorial) – Universidade Estadual de Feira de Santana. 2017.

SCARASSATI, D. F. et al. **Cadastro multifinalitário e a estruturação de sistemas de informações territoriais**. In: COBRAC – CONGRESSO CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, Florianópolis, 2014. Disponível em: <[http://www.catastrolatino.org/documentos/Scarassatti\\_Ramirez\\_Costa\\_Trabanco.pdf](http://www.catastrolatino.org/documentos/Scarassatti_Ramirez_Costa_Trabanco.pdf)>. Acesso em: 25 de maio 2019.

SCHLOSSARECKE, I. Direito imobiliário parte geral: imóveis urbanos e rurais. **JusBrasil**, 2015. Disponível em: <<https://iedasch.jusbrasil.com.br/artigos/306128300/direito-imobiliario-parte-geral-imoveis-urbanos-e-rurais>>. Acesso em: 30 de mar. 2018.

SEEBER, G. **Satellite geodesy: foundations, methods and applications**. 2. ed. Berlin: de Gruyter, 2003.

SELLERI, M.; PAVESE, P. **Il catasto come strumento per il miglioramento della qualità del datti**. In: Territorio Italia: efficacia nell’azione della PA ed efficienza nella gestione territorio. Agência Entrate. p. 9-30, 2021. Disponível em: <[https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/4042296/LibroTerritorio\\_2021\\_1bassa.pdf/15a393dc-50a4-13da-d2fe-49e6d1dafcbb](https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/4042296/LibroTerritorio_2021_1bassa.pdf/15a393dc-50a4-13da-d2fe-49e6d1dafcbb)>. Acesso em: 26 maio 2019.

SILVA, I. da; SEGANTINE, P. C. L. **Topografia para engenharia: teoria e prática de geomática**. São Paulo: LTC, 2015.

SILVA, C. R. S.; TEIXEIRA, T. M. C.; PINTO, V. B. Metodologia da pesquisa em competência em informação: uma revisão sistemática. **RDBCI - Revista Digital Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 17, Campinas, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/8653728/pdf>>. Acesso em: 27 de jul. 2020

SILVA, S. D. R. S. et al. Por uma Estruturação Sistemática e de Abrangência Nacional para o Cadastro Territorial Brasileiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, [s. l.], v. 73, n. 2, p. 685–706, 2021. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/57862>>. Acesso em: 29 set. 2021.

SOUZA, D. V.; COSTA, D. C.; OLIVEIRA, H. C. de. O Potencial do Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (Sinter) como Ferramenta de Transparência e Integração de Cadastros. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 72, n. 3, p. 532–540, 2020. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/50087>>. Acesso em: 13 set. 2021.

SOUZA, D. V. Cadastro Urbano: uma proposta para codificação de Parcela Territorial Urbana com abrangência nacional. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 74, n. 4, 2022. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/64008/35307>>. Acesso em: 29 dez. 2022.

SOUZA, G. C. **Análise de metodologia no levantamento de dados espaciais para o cadastro urbano**. 2001. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2001. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-11022003-164819/publico/Arquivo.pdf>>. Acesso em: 27 de abr. 2018

SUÍÇA. The Swiss cadastral surveying. **Swiss cadastral system**, 2017. Disponível em: <<https://www.cadastre.ch/en/home.html>>. Acesso em: 20 de abr. 2018.

TIBONI, A. C. **Software livre como política de governo**. 2014. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública) – Universidade do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127438/000968919.pdf?sequence=1>> Acesso em: 12 jul. 2019.

TING, L.; WILLIAMSON, I. Land Administration, Information Technology and Society. In **Proceedings of SIRC '98: Toward the next decade of Spatial Information Research**, Dunedin: University of Otago, p. 329-341, 1998.

TRABANCO, J. L. A. et al. Densificação da Rede de Referência Cadastral do município de Campinas utilizando tecnologia GNSS (posicionamento por satélite) em apoio as operações geodésicas desenvolvidas no município e região. **Pluris**, 2010. Disponível em: <<http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper109.pdf>>. Acesso em: 27 de maio 2018

UNECA - UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR AFRICA. **Land management information systems in the knowledge economy: discussion and guiding**

**principles for Africa**, 2007. Disponível em: <<https://landportal.org/fr/library/resources/land-management-informationsystems-knowledge-economy>>. Acesso em: 2 maio 2020.

UN-FIG The Bathurst Declaration. UN-FIG International Workshop on Land Tenure and Cadastral Infrastructures in Support of Sustainable Development, Bathurst, Australia, 1999.

VUOLO, J. H. **Fundamentos da Teoria de Erros**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

WILLIAMSON, I. P. Land administration “Best Practice”: providing the infrastructure for land policy implementation. In: **Land Policy and Administration**, World Bank Report. Melbourne, 2001. (Apêndice).

WOLF, P. R.; DEWITT, B. A. **Elements of photogrammetry with applications in GIS**. 3. ed., 2000.

ZANETTI, J. **Influência do número e distribuição de pontos de controle em ortofotos geradas a partir de um levantamento por VANT**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, 2017. <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9808/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 de abr. 2019

ANEXO I

No modelo está plotado em preto para melhor identificação

Padrão de Plotagem Escala de Plotagem 1:1

Table with 3 columns: cor no desenho, espessura plotagem, cor na plotagem. Rows include colors like 1 (0.13), 2 (0.20), 3 (0.30), 4 (0.40), 5 (0.50), 6 (0.60), 7 (0.70), 8 (0.15), 9 (0.30), 11 (0.30).

Todas as outras penas plotar na mesma cor do desenho com espessura 0,20.

PLANTA Folha Única. Descrição: Des. e planta de loteamento feita em uma folha, sendo a numerção de folha e folha de articulação entre folhas a identificar no campo de título as folhas projetadas consecutivas de cada folha. Esc.: Planta de loteamento sem área habit.

PLANTA Folha 1 / 2. Descrição: QUADRA N.º 1, 2, 3, 4 e 5 e 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

PLANTA Folha 2 / 3. Descrição: QUADRA N.º 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150.

OBJETO: ARRUIAMENTO E LOTEAMENTO. Escala: 1:1.000. Descrição: ARRUIAMENTO E LOTEAMENTO - EHS. Denominação: ANOTAR O NOME PROPOSTO. Local: GLEBA - QUARTEIRÃO. Escala: 1:1.000.

QUADRO DE ÁREAS ESPECIFICAÇÃO. Table with columns: ESPECIFICAÇÃO, ÁREA (m²), %. Rows include: ÁREA DOS LOTES (178) 31.516,52 50,77; ÁREAS PÚBLICAS 30.584,49 49,23; Sistema Viário 17.088,24 27,44; Equip. Pol. Comunitário 1.000,00 1,58; Equip. Pol. Urbano 1.000,00 1,58; Espaço Livre de Uso Público 1.000,00 1,58; Espaço Livre de Uso Privado 1.000,00 1,58; Áreas Reservadas 1.000,00 1,58; Áreas Remanescentes 1.000,00 1,58; ÁREA TOTAL DA GLEBA 62.080,98 100,00.

NOTA 1: O PROPRIETÁRIO E O RESPONSÁVEL TÉCNICO DEVEM ATENDER NA ÍNTEGRA AS LDB Nº 4730/64 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO/URBANA. NOTA 2: TODAS AS RESTRIÇÕES QUANTO AO USO E À OCUPAÇÃO DO SOLO, CONFORME LDB MUNICIPAL Nº 404/1998, SÃO DE RESPONSABILIDADE DO PROPRIETÁRIO E RESPONSÁVEL TÉCNICO.

LEGENDA. Símbolos para: PONTO BAIXO, GLEBA DE DIVISA, QUADROS, LOTES COMERCIAIS, LOTES NÃO RESIDENCIAIS (Tipo de Ocupação CSE).

QUADRO DE ÁREAS. Table with columns: ESPECIFICAÇÃO, ÁREA (m²), %. Rows include: LOTES (178) 31.516,52 50,77; ÁREAS PÚBLICAS 30.584,49 49,23; Sistema Viário 17.088,24 27,44; Equip. Pol. Comunitário 1.000,00 1,58; Equip. Pol. Urbano 1.000,00 1,58; Espaço Livre de Uso Público 1.000,00 1,58; Espaço Livre de Uso Privado 1.000,00 1,58; Áreas Reservadas 1.000,00 1,58; Áreas Remanescentes 1.000,00 1,58; ÁREA TOTAL DA GLEBA 62.080,98 100,00.

OBSERVAÇÕES: - Caso seja projetado apenas uma Área Verde ou Sistema de Lazer ou Área Institucional, não anotar a identificação numérica. LINHA DE SEPARAÇÃO DAS VIAS: Quando for a caso, anotar as medidas em curva e em reta. INDICAÇÃO DAS VIAS QUE ARTICULAM-SE COM O LOTEAMENTO: - Visas existentes de lotes adjacentes contíguos; - Divisórias viárias que tenham continuidade; - Vias de projeto que terminam no divisões; - para as demais vias, deverá ser projetada a "cul-de-sac" conforme o artigo 2.3.1.01 - Índice IV.

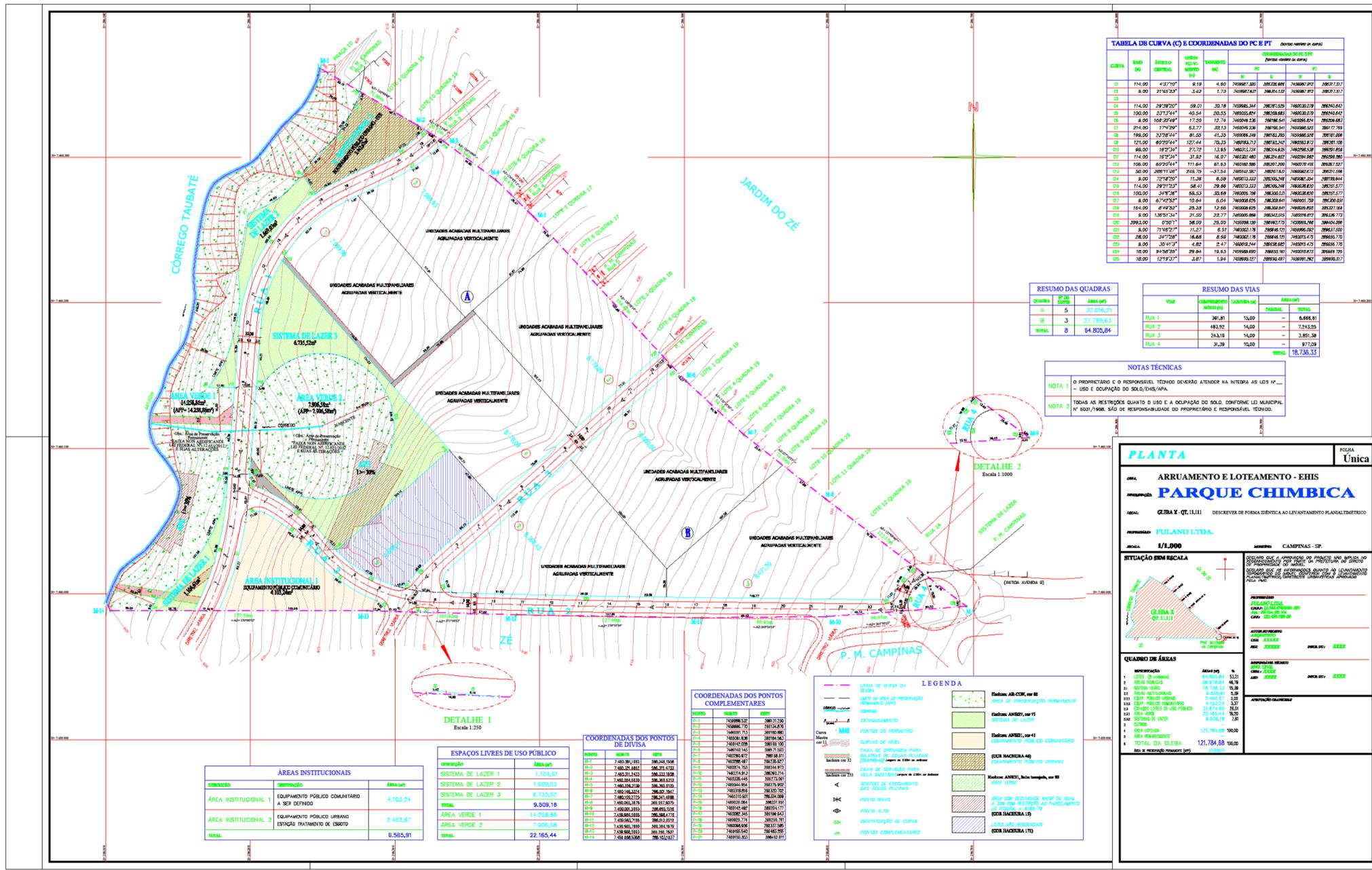


TABELA DE CURVA (C) E COORDENADAS DO PC E PT. Table with columns: CURVA, EAD (M), INCLINAÇÃO (%), PC (M, N, E, S), PT (M, N, E, S).

RESUMO DAS QUADRAS. Table with columns: QUADRA, Nº DE LOTES, Área (m²). Rows: A (5, 37.016,21), B (3, 27.069,63), TOTAL (8, 64.085,84).

RESUMO DAS VIAS. Table with columns: VIA, COMPRIMENTO (m), LARGURA (m), ÁREA (m²), TOTAL. Rows: RUA 1 (26,81, 10,00, 268,10), RUA 2 (48,92, 14,00, 684,88), RUA 3 (28,18, 14,00, 394,52), RUA 4 (3,38, 10,00, 33,80), TOTAL (107,29, 38,00, 1.381,30).

NOTAS TÉCNICAS. NOTA 1: O PROPRIETÁRIO E O RESPONSÁVEL TÉCNICO DEVEM ATENDER NA ÍNTEGRA AS LDB Nº 4730/64 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO/URBANA. NOTA 2: TODAS AS RESTRIÇÕES QUANTO AO USO E À OCUPAÇÃO DO SOLO, CONFORME LDB MUNICIPAL Nº 404/1998, SÃO DE RESPONSABILIDADE DO PROPRIETÁRIO E RESPONSÁVEL TÉCNICO.

PLANTA ARRUIAMENTO E LOTEAMENTO - EHS. Título: PARQUE CHIBICA. Descrição: GLEBA Y - QT. 11.111. Escala: 1:1.000. Situação: SEM RECALZA. Área: 121.704,88 m². Área Hab.: 100,00 m².

COORDENADAS DOS PONTOS COMPLEMENTARES. Table with columns: PONTO, NORTE, OESTE, SUL, LESTE. Rows: P-1 to P-21.

ESPAÇOS LIVRES DE USO PÚBLICO. Table with columns: LOCALIZAÇÃO, Área (m²). Rows: SISTEMA DE LAZER 1 (1.104,81), SISTEMA DE LAZER 2 (1.699,03), SISTEMA DE LAZER 3 (6.735,52), ÁREA VERDE 1 (14.258,85), ÁREA VERDE 2 (7.109,58), TOTAL (22.165,44).

ÁREAS INSTITUCIONAIS. Table with columns: LOCALIZAÇÃO, Área (m²). Rows: ÁREA INSTITUCIONAL 1 (4.103,24), ÁREA INSTITUCIONAL 2 (2.482,67), TOTAL (6.585,91).