

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS
DA GEOINFORMAÇÃO

CARLA BARBOSA DA SILVA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA CADASTRAL PARA FINS DE REGULARIZAÇÃO
FUNDIÁRIA URBANA NA GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL: estudo aplicado à
Jaboatão dos Guararapes – PE**

Recife

2023

CARLA BARBOSA DA SILVA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA CADASTRAL PARA FINS DE REGULARIZAÇÃO
FUNDIÁRIA URBANA NA GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL: estudo aplicado à
Jaboatão dos Guararapes – PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Área de concentração: Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnés.

Coorientadora: Profa. Dra. Andréa Flávia Tenório Carneiro.

Recife

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

S586a Silva, Carla Barbosa da.
Análise da estrutura cadastral para fins de regularização fundiária urbana na gestão pública municipal: estudo aplicado à Jaboatão dos Guararapes – PE / Carla Barbosa da Silva. – 2023.
131 f.: il., fig., tab., abrev. e siglas.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnés.
Coorientadora: Profa. Dra. Andréa Flávia Tenório Carneiro.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2023.
Inclui referências e apêndice.

1. Ciências geodésicas. 2. Regularização fundiária. 3. Cadastro territorial. 4. Erro Médio Posicional. I. Garnés, Silvio Jacks dos Anjos (Orientador). II. Carneiro, Andréa Flávia Tenório (Coorientadora). III. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.)

BCTG/2022-144

CARLA BARBOSA DA SILVA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA CADASTRAL PARA FINS DE REGULARIZAÇÃO
FUNDIÁRIA URBANA NA GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL: estudo aplicado à
Jaboatão dos Guararapes – PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Área de concentração: Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Aprovada em: 07/03/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnés (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Lígia Albuquerque de Alcântara Ferreira (Membro Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Alex Soria Medina (Membro Externo)
Universidade Federal Paraná

A Deus.

Aos meus pais,

Laete Barbosa e Maria de Fatima.

A meu esposo, Glauco Freitas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre derramar sobre mim sabedoria e por me confortar nos momentos mais difíceis. A minha gratidão aos meus pais, pelo apoio e incentivo nessa caminhada. Ao meu esposo Glauco Freitas, por sempre permanecer ao meu lado me apoiando. A você minha filha Elisa Barbosa de Freitas, dedico esta dissertação como fruto de mais uma vitória em minha vida. Passamos por muitos obstáculos, mas através da misericórdia e do amor de Deus, vencemos.

Agradeço as amigas de oração Yara e Helen Pollyana, por suas orações. Aos amigos preciosos que fiz durante a minha graduação e também no mestrado, pois sempre estivemos juntos enfrentando bons e maus momentos e carrego no meu coração Débora Nathália, Camila Ribeiro, Bruna Candeia e Welisson Santos. Meu imenso carinho a minha amiga e comadre Renata Miranda e também a minha comadre e amiga Ligya Alcântara.

Ao professor Silvio Jacks por sua imensa contribuição a essa pesquisa, por seu apoio, paciência, dedicação e disponibilidade, onde enfrentamos juntos uma jornada durante a graduação e agora no mestrado. Agradeço ainda por sua autorização no uso dos softwares durante o processamento dos dados. Também fico grata a professora Andrea Carneiro, pela oportunidade de aprender sobre os desafios do cadastro.

À secretária, Elizabeth Galdino, pela dedicação e carinho e por sua ajuda de sempre.

À Prefeitura de Jabotão dos Guararapes por disponibilizar os dados para a presente pesquisa, através de Michele e Catarina Ribeiro.

RESUMO

A informalidade dos imóveis no Brasil aumenta com o crescimento desordenado das cidades, uma vez que a maior parte da população não possui a legalização de suas moradias. No entanto, os esforços por parte dos governantes em elaborar diretrizes para solucionar a questão do direito sobre a terra, requer destes uma abordagem multidisciplinar, que envolva o planejamento adequado para o uso e ocupação do solo, considerando questões relevantes como os problemas sociais e ambientais. Perante tais aspectos, a Regularização Fundiária Urbana por meio da lei 13.465/2017 atua como uma ferramenta importante, proporcionando ao beneficiário a segurança jurídica sobre sua ocupação e o exercício digno do direito à moradia. Em relação à área a ser regularizada, a REURB possibilita a inclusão dos núcleos urbanos informais, sejam estes consolidados ou não. Além disso, traz medidas urbanísticas com o intuito de adequar o parcelamento ao município, como por exemplo, a implementação de infraestrutura necessária à cidade. Como forma de dirimir os vazios cartográficos onde se situam boa parte dos aglomerados subnormais, as informações de projetos de regularização fundiária devem ser inseridas ao Cadastro Territorial, por meio de um mapeamento confiável e com informações atualizadas que representam a dinâmica do espaço urbano, auxiliando na gestão pública. Com o intuito de atender as diretrizes estabelecidas pelo Decreto 9.310/2018, a presente pesquisa buscou determinar o erro posicional esférico para as unidades situadas no Córrego da Batalha, situado no município de Jabotão dos Guararapes. Para isso, foi necessário utilizar o software Astgeotop, para as análises de calibração do modelo e estatísticas do produto disponibilizado, sendo classificado no Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais PEC- PCD como classe A. Posteriormente, foi realizada uma segunda análise, agora por meio do Modelo Digital de Terreno – MDT, correlacionado com os pontos de controle naturais, adquiridos em campo durante as primeiras campanhas para o projeto de regularização fundiária do Córrego da Batalha. Para a determinação do erro posicional esférico, foi necessário efetuar a classificação do modelo no PEC-PCD. No entanto, o PEC-PCD analisa a planimetria e altimetria dos produtos de forma separada. Para alcançar o objetivo, a análise foi realizada a partir da proposta elaborada pelos autores Lisboa et al., (2019), que propõe a classificação planialtimétrica para o PEC-PCD. Já para a segunda proposta desta dissertação, foram analisados o banco de dados cadastral e o banco de dados da REURB. Nesse sentido, foi elaborado um modelo integrador, baseado na realidade municipal, com o intuito de inserir os dados das unidades imobiliárias passíveis de regularização fundiária.

Palavras-chave: regularização fundiária; cadastro territorial e erro médio posicional.

ABSTRACT

The informality of real estate in Brazil increases with the disorderly growth of cities, since most of the population does not have the legalization of their housing. However, efforts by governments to draw up guidelines to resolve the issue of land rights requires a multidisciplinary approach, which involves adequate planning for land use and occupation, considering relevant issues such as social and environmental problems . In view of these aspects, Urban Land Regularization through Law 13,465/2017 acts as an important tool, providing the beneficiary with legal certainty about their occupation and the dignified exercise of the right to housing. Regarding the area to be regularized, the REURB allows the inclusion of informal urban centers, whether they are consolidated or not. In addition, it brings urban measures with the aim of adapting the subdivision to the municipality, such as, for example, the implementation of the necessary infrastructure for the city. As a way of resolving the cartographic gaps where most of the subnormal agglomerations are located, information from land regularization projects should be incorporated into the Territorial Register, through reliable mapping and constructed information that represent the dynamics of urban space, helping to public Management. In order to meet the guidelines protected by Decree 9.310/2018, this research sought to determine the spherical positional error for the units located in Córrego da Batalha, located in the municipality of Jaboaão dos Guararapes. For this, it was necessary to use the Astgeotop software, for the calibration analysis of the model and statistics of the available product, being classified in the Standard of Cartographic Accuracy of Digital Cartographic Products PEC-PCD as class A. Subsequently, a second analysis was carried out, now using the Digital Terrain Model - MDT, correlated with the natural control points, acquired in the field during the first campaigns for the land regularization project of Córrego da Batalha. To determine the spherical positional error, it was necessary to classify the model in the PEC-PCD. However, the PEC-PCD analyzes the planimetry and height of the products separately. To achieve the objective, the analysis was carried out based on the proposal elaborated by the authors Lisboa et al., (2019), which proposes the planialtimetric classification for the PEC-PCD. For the second proposal of this dissertation, the cadastral database and the REURB database were analyzed. In this sense, an integrative model was elaborated, based on the municipal reality, with the intention of inserting the data of the real estate units subject to land regularization.

Keywords: land tenure regularization; territorial cadaster and average positional error.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Relação entre pessoa e terra.....	23
Figura 2 - Modelo do Cadastro Territorial.	25
Figura 3 - Definição da parcela com confrontação por vértice	26
Figura 4 - Qualidade dos Metadados	32
Figura 5 - Capitânicas Hereditárias	35
Figura 6 - Etapas da Regularização Fundiária Urbana	39
Figura 7 - Demonstração do erro posicional	45
Figura 8 - projeções da elipse nas direções dos eixos x1 e x2.....	47
Figura 9 - Distribuição dos percentuais em função do número de desvios padrão	54
Figura 10 - Princípio de aquisição de dados da tecnologia LiDAR	57
Figura 11 - Representação da diferença entre MDS e MDT	62
Figura 12 - Demonstração da tolerância tridimensional proposta pelo Decreto nº 89.817/1984	69
Figura 13 - Recorte da interface do SIAT	71
Figura 14 - Mapa cognitivo do SIAT	72
Figura 15 - Proposta de implementação da Base Cadastral	73
Figura 16 - Modelo de dados relacional	75
Figura 17 - Metodologia adotada durante a execução da pesquisa	77
Figura 18 - Mapa de localização do município de Jabotão dos Guararapes.....	79
Figura 19 - Mapa de localização do Córrego da Batalha	80
Figura 20 - Fases de elaboração da REURB	81
Figura 21 - Verificação dos pontos de controle na imagem.....	85
Figura 22 - Tabela de atributos da shape “lote”	87
Figura 23 - Recorte do banco de dados cadastral	87
Figura 24 - Mapa cognitivo do B.D cadastral.	89
Figura 25 - Mapa colaborativo do CDRF.....	90
Figura 26 - Primeiras análises estatísticas do produto LiDAR.....	91
Figura 27 - Análise estatística	93
Figura 28 - Leitura do modelo no software AstGeoTop	95
Figura 29 - Resultado da interpolação do modelo.....	97
Figura 30 - Análise das discrepâncias obtidas na calibração.....	98
Figura 31 - Modelo calibrado.	99

Figura 32 - Primeira análise para o teste t de Student.	100
Figura 33 - Correlação das inscrições imobiliárias.	104
Figura 34 - Diagrama da modelagem integrada	106
Figura 35 - Proposta DSQFLU	107
Figura 36 - Exemplo de modelo do DSQFLU adotado na REURB.....	107
Figura 37 - Imprimindo as tabelas selecionadas no B.D	108
Figura 38 - Consulta através da inscrição imobiliária	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise da hipótese nula.....	51
Tabela 2 - Padrões de acurácia altimétrica para dados geoespaciais digitais.....	59
Tabela 3 - Quantidade recomendada de pontos de controle pela ASPRS.....	60
Tabela 4 - Níveis de qualidade do USGS LiDAR para a acurácia.....	60
Tabela 5 - Padrões de Exatidão Planimétrico.....	64
Tabela 6 - Padrões de Exatidão Altimétrico.....	64
Tabela 7 - Padrão de Exatidão Cartográfica da Planimetria dos Produtos Cartográficos Digitais.....	65
Tabela 8 - Padrão de Exatidão Cartográfica Altimétrico dos Pontos Cotados e do MDT, MDE e MDS.....	65
Tabela 9 - Primeiras análises dos erros grosseiros.....	92
Tabela 10 - Sétima etapa do processamento para detecção de outliers.....	92
Tabela 11 - Classificação PEC planimetria.....	93
Tabela 12 - Classificação PEC altimétrico.....	94
Tabela 13 - Classificação planialtimétrica para restrição cilíndrica.....	94
Tabela 14 - Classificação planialtimétrica para restrição elipsoidal.....	94
Tabela 15 - Resultados obtidos no MapGeo 2015.....	96
Tabela 16 - Altitudes ortométricas dos pontos imagem.....	99
Tabela 17 - Cálculo das primeiras discrepâncias.....	100
Tabela 18 - Análise do teste de normalidade para as amostras.....	101
Tabela 19 - Classificação MDT PEC-PCD planimétrico.....	101
Tabela 20 - Classificação MDT PEC-PCD altimétrico.....	102
Tabela 21 - Classificação planialtimétrica PEC-PCD.....	102
Tabela 22 - Análise para restrição elipsoidal 3D.....	103

ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	2 Dimensões
3D	3 Dimensões
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
ASPRS	<i>America Society Photogrammetry and Remote Sensing</i>
BD	Banco de Dados
BDG	Banco de Dados Geográficos
BICE	Bens Imóveis de Características Especiais
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CDRF	Certidão Digital de Regularização Fundiária
CEP	<i>Circular Error Probable</i>
CIB	Cadastro Imobiliário Brasileiro
CNMC	Comitê Especializado de Normas para o Mapeamento Cadastral
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CONDEPE	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
FIDEM	
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
CPCI	Comitê Permanente sobre Cadastro Ibero-americano
CPF	Cadastro de Pessoa Física
CTM	Cadastro Territorial Multifinalitário
CRF	Certidão de Regularização Fundiária
DE	Denominador da escala da carta
DEM	<i>Digital Elevation Model</i>
DSG	Diretoria do Serviço Geral do Exército Brasileiro
DSQFLU	Distrito, Setor, Quadra, Face de quadra, Lote e Unidade Imobiliária
DTM	<i>Digital Terrain Model</i>
EM	Erro Máximo
EMQ	Erro Médio Quadrático
EMQ _H	Erro Médio Quadrático Planimétrico
EMQ _Z	Erro Médio Quadrático Altimétrico
EP	Erro Padrão

eq	Equidistância entre as curvas de níveis
ESIG	Informações Geográficas do Recife
ET-ADGV	Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais
ET-CQDG	Especificação Técnica para o Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais
ET-PCDG	Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (verificar se foi inserido anteriormente)
<i>FGDC</i>	<i>Federal Geographic Data Committee</i>
FIG	Federação Internacional de Geômetras
<i>GPS</i>	<i>Global Positioning System</i>
<i>GNSS</i>	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GSD	Ground Sample Distance
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICSM	Comitê Intergovernamental de Levantamento e Mapeamento da Austrália
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
<i>IDW</i>	<i>Inverse Distance Weighting</i>
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
<i>INSPIRE</i>	<i>Infrastructure for Spatial Information in Europe</i>
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IQD	Inverso do Quadrado da Distância
ISO	International Organization for Standardization
ISSO TC	Technical Committees - ISO
<i>LADM</i>	<i>Land Administration Domain Model</i>
<i>LASER</i>	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>
<i>LiDAR</i>	<i>Light Detection and Raging</i>
MDE	Modelos Digitais de Elevação
MDS	Modelos Digitais de Superfície
MDT	Modelos Digitais de Terreno
MGs	Metadados Geoespaciais
MMQ	Método dos Mínimos Quadrados

<i>MRSE</i>	<i>Mean Radial Spherical Error</i>
<i>MSPE</i>	<i>Mean Square Positional Error</i>
MSSQL Spatial	MySQL Spatial Extesion, Microsoft SQL Server Spatial
MySQL	Sistema de gerenciamento de banco de dados, que utiliza a linguagem SQL
NBR	Norma Técnica
<i>NDEP</i>	<i>National Digital Elevation Program</i>
<i>NMAS</i>	<i>National Map Accuracy Standards</i>
<i>NSSDA</i>	<i>National Standard for Spatial Data Accuracy</i>
<i>NVA</i>	<i>Non-vegetated Vertical Accuracy</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OT	Objetos Territoriais
OTF	Objeto Territorial Físico
OTL	Objeto Territorial Legal
PAP	Padrão de Acurácia Posicional
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfica
PEC-PCD	Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais
PHNG	Parque Histórico Nacional dos Guararapes
PostGIS	extensão espacial do PostgreSQL
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PREZEIS	Plano de Regularização das Zonas de Interesse Social
<i>QL</i>	<i>Quality Level</i>
REURB	Regularização Fundiária Urbana
RRCM	Rede de Referência Cadastral Municipal
RRR	<i>Rights, responsibilities and restrictions</i> – direito, responsabilidades e restrições
RMR	Região Metropolitana do Recife
RMS	Raíz Média Quadrática
<i>RMSE</i>	<i>Root Mean Squares Error</i>
RRCM	Rede de Referência Cadastral
RTK	Real Time Kinematic
<i>SAS</i>	<i>Spherical Accuracy Standard</i>
SCN	Sistema Cartográfico Nacional

<i>SEP</i>	<i>Spherical Error Probable</i>
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SGBD	Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados
SIAT	Sistema Integrado de Administração Tributária
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SINTER	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais
SIT	Sistemas de Informação Territorial
SpatiaLite	extensão espacial do SQLite
SPU	Secretaria do Patrimônio da União
SQL	<i>Structured Query Language</i>
STDM	Social Tenure Domain Model
TIN	<i>Triangular Irregular Network</i>
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNIBASE	Unificação de Bases Cadastrais
USGS	U.S. Geological Survey
VVA	<i>Vegetated Vertical Accuracy</i>
WebSIG	SIG na web
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
3.1	O CADASTRO TERRITORIAL	22
3.1.1	Aquisição, qualidade e padrão dos dados para o Cadastro Territorial Multifinalitário	29
3.1.1.1	Infraestrutura de Dados Espaciais na Europa e o Cadastro	29
3.1.1.2	A INDE e o Cadastro no Brasil	30
3.1.2	A importância do CTM para a Regularização Fundiária.....	32
3.2	CONTEXTO HISTÓRICO E A QUESTÃO FUNDIÁRIA NO BRASIL	34
3.2.1	As modalidades da REURB e suas particularidades.....	39
3.3	POSICIONAMENTO GEODÉSICO PARA A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA	40
3.3.1	O erro posicional tridimensional a luz do Decreto Federal 9.310/2018	43
3.4	MÉTODOS ESTATÍSTICOS E O CONTROLE DE QUALIDADE POSICIONAL	49
3.4.1	Testes Estatísticos	49
3.4.1.1	Teste de Hipóteses	50
3.4.1.2	Teste t de Student	52
3.4.1.3	Teste de normalidade.....	53
3.5	CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS NA GEOINFORMAÇÃO	56
3.5.1	Aspectos gerais sobre a Tecnologia LiDAR.....	56
3.5.2	Controle de qualidade para o LiDAR e produtos geoespaciais no âmbito internacional	58
3.5.3	Modelos Digitais	60
3.5.4	Legislação Cartográfica e o Padrão de Qualidade Posicional no Brasil.....	63
3.5.5	Determinação da acurácia posicional tridimensional.....	67
3.6	ASPECTOS GERAIS DAS BASES CADASTRAIS NO BRASIL	69
3.7	BANCO DE DADOS CADASTRAL	74
4	METODOLOGIA.....	77

4.1	ÁREA DE ESTUDO	78
4.2	AQUISIÇÃO DE DADOS	81
4.3	MÉTODOS	82
5	RESULTADOS	91
5.1	CALIBRAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO MODELO DIGITAL DE TERRENO.....	95
6	CONCLUSÃO.....	109
	REFERÊNCIAS	110
	APÊNDICE A – ALGORITMO DO BANCO DE DADOS.....	120

1 INTRODUÇÃO

Durante décadas os grandes centros urbanos brasileiros encontram-se saturados devido ao processo de urbanização, motivado pela migração da população de área rural para a área urbana, ocasionando o crescimento desordenado das cidades. Sem uma infraestrutura capaz de suportar o aumento populacional, a maior parte dos municípios sofrem com a problemática da mobilidade urbana, ambiental, o uso e ocupação do solo de maneira inadequada, juntamente com os problemas sociais decorrentes.

Diante disso e apesar de um suporte tecnológico, o Brasil não possui um mapeamento territorial adequado para fins de cadastro urbano e regularização fundiária urbana no que se refere à integralização de dados e sua implementação. O gerenciamento dessas informações de maneira eficaz, auxilia no planejamento e na gestão urbana dos municípios. Um fato alarmante é o quantitativo de áreas mais pobres, onde se situam as Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, que ainda não foram mapeadas em uma escala mais adequada de 1:1000 ou 1:500, sendo representadas como grandes vazios cartográficos e isso acontece principalmente nas regiões periféricas das cidades.

A maior parte dos imóveis situados nas comunidades brasileiras, como por exemplo os “puxadinhos” ou laje, foram construídos de forma irregular e sem garantia jurídica. Como uma forma de dirimir as problemáticas do direito sobre a terra, foi elaborado o dispositivo constitucional de nº 10.257/2001, denominado Estatuto da Cidade, que estabelece as diretrizes para a política urbana, trazendo uma esperança na legalização para moradias de baixa renda, através da Regularização Fundiária Urbana – REURB, possibilitando ao cidadão o direito à terra.

A Regularização Fundiária age como um instrumento transformador nos aspectos sociais, ambientais, urbanísticos e jurídicos, pois traz inúmeros benefícios aos moradores. E um desses benefícios é o título de propriedade, que garante a segurança jurídica do imóvel, facilitando o acesso a financiamentos habitacionais, promovendo melhorias para as moradias. Através do mapeamento dessas áreas que se situam predominantemente em ZEIS, a REURB possibilita a inclusão dos núcleos urbanos informais, sejam estes consolidados ou não, ao ordenamento territorial urbano.

Para que as cidades detenham um planejamento urbano capaz de subsidiar as suas necessidades e traçar novas estratégias para as políticas públicas previstas em seus planos diretores, é necessário que se tenha um mapeamento confiável e atualizado das informações territoriais. Diante disso, o Cadastro Territorial em conjunto com as diretrizes nacionais, atua

como uma ferramenta de suma importância na gestão pública, pois favorece a integração de dados no âmbito social, ambiental, físico, jurídico e econômico, resultando a partir desses, informações sistematizadas e padronizadas.

O uso predominante do cadastro no Brasil ainda é voltado apenas para fins tributários, mas com a inclusão das informações dos projetos da REURB, será possível dirimir as interrupções territoriais. Sendo assim, o cadastro vai além do seu viés fiscal, possibilitando a implementação de ferramentas urbanísticas, como por exemplo, as Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS e o Direito de Superfície, previstas no Estatuto da Cidade. Para que o cadastro seja eficiente, é imprescindível a relação entre pessoa e terra, caracterizando os RRR (*rights, responsibilities and restrictions* – direito, responsabilidades e restrições) existente entre os mesmos, onde a menor unidade do cadastro é denominada de parcela.

Baseado na definição internacional de cadastro estabelecida pela Federação Internacional de Geômetras – FIG, o Ministério das Cidades por meio da portaria nº 511/2009, estabeleceu as diretrizes para o Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM e o define como um inventário territorial, oficial e sistemático do município, embasado no levantamento dos limites de cada parcela, recebendo um identificador unívoco e estável. A principal função do CTM é a integralização dos dados cadastrais a partir de uma base única, gerenciada por cada município, a fim de atender as necessidades dos diferentes tipos de usuário.

Recentemente esta portaria foi revogada, sendo publicada a de nº 3242/2022, que trata das diretrizes para criação, instituição e atualização do CTM. Também foi lançado o Decreto de Nº 11.208/2022, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais – SINTER, com a proposta de integrar os dados cadastrais, geoespaciais, fiscais e jurídicos trazendo uma nova perspectiva sobre os sistemas cadastrais brasileiros. Esses dispositivos fomentaram a elaboração de normas para direcionar quanto à obtenção, gerenciamento e atualização das informações cadastrais.

Diferentemente do cadastro rural, não havia até bem pouco tempo normas específicas para o cadastro urbano, que determinassem a precisão posicional das parcelas cadastrais. No entanto, em 2022 foi publicada a primeira edição da Norma Brasileira - ABNT NBR 17.047, que trata dos procedimentos para o levantamento cadastral territorial para registro público, sendo estabelecida a precisão posicional de 8cm do vértice da parcela ou do imóvel urbano. Uma precursora da precisão posicional em imóveis situados em áreas urbanas foi a Lei 13.465/2017, que trata da Regularização Fundiária Urbana – REURB. Mais precisamente, trouxe por meio do Decreto de nº 9.310/2018, as normas gerais e os procedimentos para o

levantamento topográfico georreferenciado, incluindo a tridimensionalidade do vértice definidor do limite da unidade imobiliária, cujo o erro posicional esférico deve ser igual ou inferior a 8cm.

Esse grau de exatidão conforme estabelecido no Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC, nas especificações técnicas da DSG, é classe A planialtimétrico, para escalas maiores que 1/500 do produto cartográfico. Nesse sentido, a presente pesquisa visa à aplicação das novas abordagens trazidas pelas normativas e decretos publicados para as unidades cadastrais inseridas no âmbito urbano. O estudo apresenta duas vertentes, sendo a primeira com a finalidade de averiguar a base cadastral do município de Jaboatão dos Guararapes – PE, especificamente para o Córrego da Batalha e a partir disso determinar o erro posicional esférico, baseado nas especificações do PEC-PCD.

A segunda vertente se trata de uma análise efetuada na base cadastral do município, com o intuito de averiguar a realidade existente do sistema cadastral e adequá-lo para os dados provenientes da REURB, resultando em um modelo simplificado de caráter integrador, a partir das informações contidas no banco de dados cadastral cedido pela Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes, como também o banco de dados obtido pelo programa de Certidão Digital de Regularização Fundiária – CDRF.

2 OBJETIVOS

Os objetivos apresentados nessa dissertação encontram-se divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

A partir da análise da base cadastral do município de Jaboatão dos Guararapes – PE, material cartográfico e de REURBs efetivadas, estabelecer um modelo que integre as informações cadastro/REURB, seguindo a legislação vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Propor uma análise do banco de dados do software CDRF/UFPE utilizado em REURB no estado de Pernambuco do Programa Moradia Legal do TJPE e do banco de dados do Cadastro Municipal de Jaboatão dos Guararapes, realizando um modelo integrado de ambos os bancos.
- b) Analisar elementos geodésicos e topográficos dos dados da REURB do Córrego da Batalha em Jaboatão dos Guararapes, quanto aos procedimentos geodésicos e topográficos e a integração altimétrica com dados lidar, fazendo a classificação dos produtos quanto ao padrão altimétrico de exatidão cartográfica, PEC – PCD.
- c) Analisar a ortofoto dos resultados aerofotogramétricos realizados no Núcleo Urbano Córrego da Batalha em Jaboatão dos Guararapes como apoio ao processo de REURB da área, realizado a classificação quanto ao Padrão de Exatidão Cartográfica horizontal PEC-PCD;
- d) Aplicar e analisar a proposição de restrição elipsoidal na classificação do PEC-PCD, em complemento a norma ET-CQDG para planialtimetria.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A abordagem desta pesquisa está relacionada com a administração fundiária, abordando as definições no âmbito nacional sobre o cadastro territorial e sua multifinalidade, incorporando as informações da regularização fundiária urbana. Desse modo, será abordado nesse estudo, os novos conceitos estabelecidos no Brasil, relacionados a informação, aquisição e administração das informações fundiárias. Nesse intuito, também é apresentada a importância do cadastro para a REURB, uma vez que é notório a necessidade de uma base consistente e atualizada que forneça subsídios no processo a terra urbanizada. Nesse sentido, tomou-se como estudo de caso o município de Jabotão dos Guararapes, que recentemente passou pelo processo de regularização fundiária, precisamente no Córrego da Batalha.

3.1 O CADASTRO TERRITORIAL

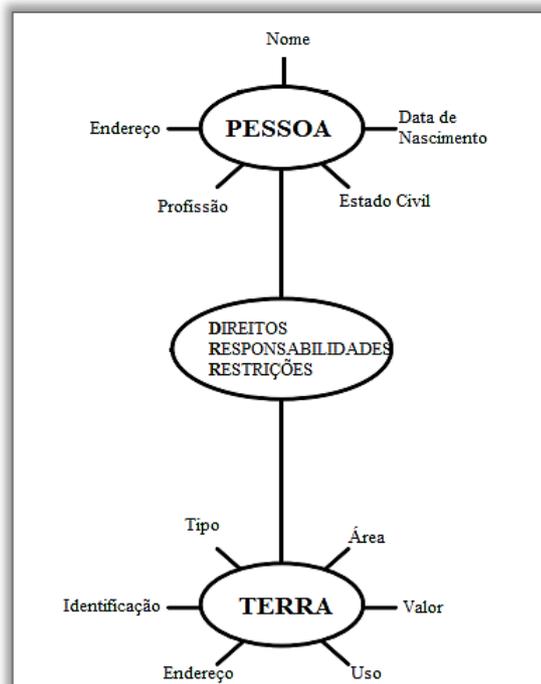
O Cadastro é um sistema de informações fundiárias, gerenciado por um ou mais órgãos governamentais, que foi desenvolvido para auxiliar na tributação da terra, transmissão de bens imóveis e redistribuição de terras. Em 1995, foi lançado um documento pela Federação Internacional de Geômetras – FIG, denominado “Declaração da FIG sobre o Cadastro”, que apresenta de forma generalizada, os principais conceitos e questões do sistema cadastral. Esta declaração tem o intuito de implementar nos cadastros, uma estrutura mais moderna por meio de uma automação dos processos cadastrais (FIG, 1995).

Para Kaufmann e Steudler (1998), o Cadastro é definido como um inventário público de dados metodicamente organizado sobre propriedades dentro de um determinado país ou distrito, baseado no levantamento de seus limites. Esses limites atrelados ao registro e aos dados descritivos para cada parcela, podem mostrar a natureza, o tamanho, valor, direitos legais e restrições. Com isso, o cadastro permite a integridade espacial, ou seja, a inexistência de vazios ou sobreposições, onde cada parcela recebe um identificador unívoco.

A partir da definição internacional de cadastro, a parcela é descrita como a unidade territorial básica e deve ter seus limites identificados. No seu conceito genérico, a parcela pode ser definida como uma porção do solo com condições homogêneas de domínio, porém este conceito oscila de país para país (STOTER & ZEVENBEGEN, 1998). Amorim, Pelegrina e Julião (2018) entendem a parcela como a parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único.

Segundo Williamson et al., (2010), os cadastros mais modernos atendem a descrição de como as pessoas se relacionam com as terras e propriedades, além de prover dados espaciais básicos e autênticos para um sistema de informação territorial. O cadastro territorial é considerado completo quando atende a uma cobertura total do território, organizado em parcelas cadastrais que inclui a representação geométrica em conjunto com outros registros, descrevendo os seus interesses, atribuindo os direitos, restrições e responsabilidades (*RRR – Rights, Restrictions and Responsibilities*), ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Relação entre pessoa e terra



Fonte Adaptada: Jo Henssen (1995).

Os Direitos estão relacionados com a propriedade e a posse da terra e é uma ação ou atividade que uma pessoa pode executar, enquanto as Restrições no âmbito da administração territorial, geralmente controlam o uso e as atividades na terra. As responsabilidades são compromissos ou atitudes sociais que o possuidor tem para manutenção ou preservação da terra. Diante dessas relações, é necessário que o cadastro faça distinção entre o objeto físico e os direitos abstratos que estão associados a seu uso (SILVA, 2022).

Nesse sentido, a Comissão 7 da FIG publicou em 1998, um documento denominado Cadastro 2014 – Uma visão para um sistema cadastral futuro, cujo objetivo era apresentar uma concepção moderna para o sistema cadastral nos próximos 20 anos, definindo além da parcela, o objeto territorial legal e o objeto territorial físico, como unidades cadastrais. Capaz de prever uma maior cobertura do que o cadastro tradicional, utilizando uma estrutura mais

organizada a fim de corresponder aos requisitos futuros dos indivíduos e da sociedade, o Cadastro 2014 previu também a utilização dos sistemas gerenciadores de banco de dados, com uso de mapas para representação e uma maior utilização dos computadores nos sistemas cadastrais (TEIXEIRA, 2021).

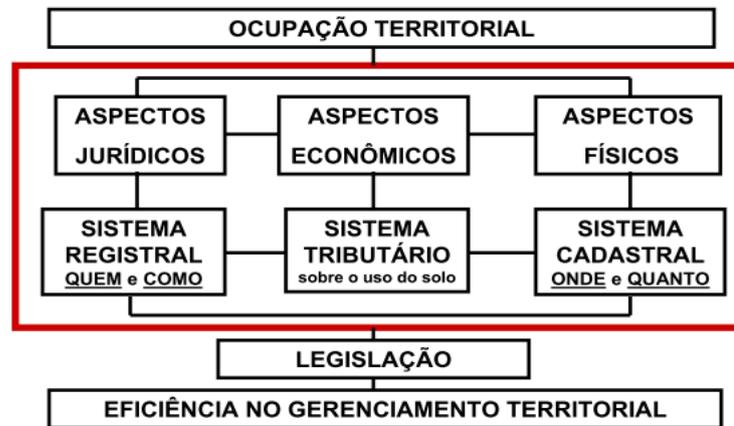
Baseado nas conquistas do Cadastro 2014, um outro documento titulado Cadastro 2034, foi publicado em 2015 pelo Comitê Intergovernamental de Levantamento e Mapeamento da Austrália (ICSM), cujos objetivos são:

- Estabelecer uma visão comum para todas as jurisdições, indústrias e governos;
- Preservar os componentes do sistema cadastral ao longo do tempo, por meio de princípios duradouros;
- Expressar as metas necessárias para alcançar uma abordagem consistente e coordenada, para a transformação da infraestrutura do sistema cadastral nos próximos 20 anos;
- Identificar os resultados que orientarão a governança, desenvolvimento de políticas, padrões, programas de pesquisa e design de sistemas futuros;
- Recomendar ações e inovações que levarão à realização proposta pelo Cadastro 2034.

O Cadastro 2034 tem como princípio fundamental de que a terra é a base para a atividade humana, e o conhecimento sobre ela é essencial para uma tomada de decisão em uma sociedade moderna. Dessa forma, o sistema cadastral compreende mecanismos que garantem coletivamente que todos os terrenos e propriedades possam ser identificados de maneira fácil, única e precisa em um sistema de referência comum. O sistema cadastral também permite às pessoas identificar prontamente e com confiança a localização e extensão de todos os direitos, restrições e responsabilidades relacionados à terra e aos bens imóveis (ICSM, 2015).

Para Amorim, Pelegrina e Julião (2018), o cadastro por muito tempo era utilizado apenas para fins de tributação e garantia do direito de propriedade. Diante disso, a funcionalidade do modelo cadastral tradicional se baseia em três aspectos: jurídico, econômico e físico. O aspecto legal ou jurídico trata do direito à posse da terra, baseado em documentação descritiva, usado para fins legais, o aspecto econômico ou fiscal é responsável por garantir a equidade fiscal, objetivando a arrecadação de impostos e o físico ou geométrico descreve a localização do imóvel e os limites definidores das parcelas territoriais e a incerteza posicional conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Modelo do Cadastro Territorial.
CADASTRO TERRITORIAL



Fonte: Brandão (2003).

Essas modernizações propostas nas declarações e nas orientações da FIG alavancaram as necessidades para estruturação dos sistemas cadastrais, objetivando a organização das informações territoriais, conforme a dinâmica social e a heterogeneidade do espaço urbano. Nesse sentido, o Brasil passou a ter uma agenda de discussões acerca do tema, além de desenvolver diferentes iniciativas na tentativa de encontrar um caminho para o aperfeiçoamento do seu sistema cadastral (SILVA et al., 2021).

Destacam-se ações para a modernização do sistema cadastral brasileiro, a Portaria Nº 511/2009, que determina as Diretrizes para Criação e Atualização de um Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), sendo revogada através da Portaria de Nº 3242/2022, o Decreto Nº 8.764/2016 que instituiu o Sistema Nacional de Gestão de Informações (SINTER) e o Decreto de Nº 11.208/2022 que dispõem atualizações para as diretrizes do SINTER e do Cadastro Imobiliário Brasileiro (CIB) e regula o compartilhamento de dados relativos a bens imóveis.

Essas normativas implementam orientações e conceitos sobre o cadastro territorial, o CTM, a parcela cadastral, os objetos territoriais e norteiam quanto a obtenção, processamento, manutenção e compartilhamento dos dados cadastrais. Desse modo, o CTM é definido como um inventário territorial oficial e sistemático do município, embasado no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca (BRASIL, 2009).

Esta definição foi publicada na referida portaria através do Ministério das Cidades, o qual define as diretrizes para a criação, instituição e atualização do CTM, conferindo aos municípios brasileiros a responsabilidade pela gestão e atualização das informações cadastrais. Recentemente, esta portaria foi revogada, sendo lançada a Portaria Nº 3.242/2022, trazendo novas abordagens para o cadastro territorial, principalmente a forma de conceituar e caracterizar a parcela cadastral. Sendo assim, a parcela é definida como a representação de

uma porção territorial de extensão contínua e inequívoca, podendo ser caracterizada como certificada ou não certificada (BRASIL, 2022).

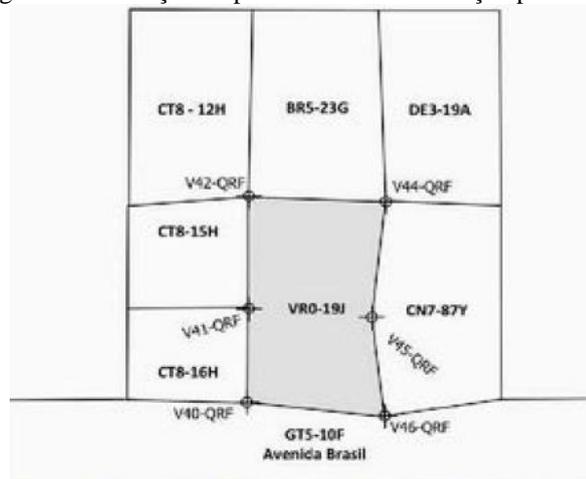
§ 1º Parcela certificada é aquela cujos limites foram obtidos com apoio geodésico e com precisão estabelecida em norma específica, representando os limites legais ou de fato para que torne possível leva-la a registro.

§ 4º Parcela não certificada é aquela oriunda das bases de dados geoespaciais existentes delimitada por métodos de levantamento que não resultem em precisão posicional compatível com a definida norma específica (BRASIL, 2022. § 1º E § 4º).

Uma parcela definida geometricamente consiste em um polígono fechado que deve ser identificado por seus vértices de limites, com coordenadas georreferenciadas a um sistema de referência oficial, devendo ser adjacentes às demais parcelas e que não tenha sobreposição e nem haja lacunas entre elas (SOUZA et al., 2022). Diferentemente do cadastro rural, não havia até bem pouco tempo normas específicas para o cadastro urbano, que determinassem a precisão posicional das parcelas cadastrais.

No entanto, em 2022 foi publicada a primeira edição da Norma Brasileira - ABNT NBR 17.047, que trata dos procedimentos para o levantamento cadastral territorial para registro público e estabeleceu que a precisão posicional planimétrica do vértice da parcela ou do imóvel urbano seja de 8cm, cujo levantamento deve estar apoiado à Rede de Referência Cadastral (RRCM) ou, caso não exista, deve estar vinculado ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). A Figura 3 ilustra a parcela ou imóvel com confrontação por vértice, com os seus limites definidos.

Figura 3 - Definição da parcela com confrontação por vértice



Fonte: NBR 17.047 (2022).

A malha fundiária brasileira é modelada nos sistemas cadastrais na forma de parcelas, entretanto devido a dinâmica e a forma como se comporta as parcelas e as atribuições dos direitos reais envolvidos, se faz necessário que seja adotado um conceito mais flexível, tanto pelo fator de existir fisicamente sem corresponder à parcela propriamente dita, quanto pelo fato de existir legalmente, porém igualmente não corresponder à parcela. Estas situações territoriais podem acontecer acima ou abaixo da superfície e são denominadas de Objetos Territoriais -OT (CABRAL et al., 2020).

De acordo com a NBR 17.047/2022, o Objeto Territorial é uma extensão ou volume contínuo ao qual se aplica um direito ou restrição homogênea, definido por elemento construtivo ou legalmente, podendo ser legal ou físico. O Objeto Territorial Legal (OTL) é toda área contínua que define um direito homogêneo ou restrição homogênea por legislação, já o Objeto Territorial Físico (OTF) é todo elemento natural ou artificial sobre o solo (FRANÇA et al., 2018).

Os objetos territoriais são considerados nos cadastros temáticos para identificar os *RRR* sobre as parcelas cadastrais e correspondem a espaços bidimensionais ou tridimensionais relacionados ao território, em cujos limites ou localização ocorram condições homogêneas (BRASIL, 2022). Diante do cenário atual, as informações bidimensionais não tem sido o suficiente para atender as diversas situações que o cadastro enfrenta.

Segundo a FIG (2019), a densidade do uso da terra no contexto urbano é uma situação crescente de demarcação vertical das unidades de propriedade. Para Ferreira *et al* (2018), a representação bidimensional não engloba todas as variações dos direitos e suas sobreposições, havendo a necessidade das informações tridimensionais, que possibilita a individualização dos direitos na superfície vertical, levando a estruturação do Cadastro 3D, resultando em parcelas tridimensionais acima ou abaixo da superfície.

Para Kalogoanni et al., 2020, o termo administração de terras 3D está substituindo a noção de cadastro 3D, pois abrange as atividades cadastrais como um todo. A necessidade de uma base conceitual que facilite a administração de terras em 3D é atendida com a publicação do Land Administration Domain Model – LADM e a sua implementação difere dentro de cada país e jurisdição. Vários estudos mostram a eficiência e a necessidade da modelagem para o gerenciamento dos *RRR* 3D, a exemplo do Cadastro 3D da Turquia, que utiliza a descrição tridimensional aplicado aos direitos de condomínio (GULER E YOMRALIOGLU, 2022).

Diante da complexidade que se apresenta a dinâmica cadastral no Brasil, Carneiro, Erba e Augusto (2012) propõe que o modelo mais viável para representar a parcela seria um

modelo híbrido 2D/3D, existindo uma parcela volumétrica. Dessa maneira, seria efetuado o cadastro bidimensional das parcelas em que a componente vertical não tivesse tanta relevância e um cadastro 3D dos objetos territoriais legais, cuja situação de fato exija a determinação de seu aspecto tridimensional (ANTONIO & ANTUNES, 2016).

Um outro tipo de situação que atenta para a representação tridimensional são as construções inseridas no perímetro urbano, passíveis de regularização fundiária denominadas de laje. O Direito Real de Laje está inserido na Lei 13.465/2017 e trata-se de uma particularidade do Direito Real, cuja especialidade da matrícula refere-se à descrição do imóvel e não a descrição do solo, ou seja, neste caso a nova matrícula estará sempre ligada a matrícula que gerou a parcela e a laje é caracterizada como um Objeto Territorial (SILVA et al., 2018).

Apesar de situações complexas como estas, o cadastro 3D no Brasil ainda é uma realidade distante para a maior parte dos municípios, uma vez que, muitos não possuem estrutura para um cadastro bidimensional completo e que atenda a multifinalidade proposta pelo Ministério das Cidades. Para Engler et al (2016), a realidade das administrações municipais ainda é um fator preocupante, pois estas são caracterizadas por informações duplicadas, isoladas e quando existe cartografia, os dados encontram-se desatualizados, sem padronização e sem conexão com a base cadastral, interferindo negativamente no gerenciamento territorial.

Com o intuito de propor uma gestão integrada para o sistema cadastral brasileiro, foi instituído o Sistema Nacional de Gestão de Informações – SINTER, lançado pela Receita Federal através do Decreto de Nº 8.764/2016. O SINTER é uma ferramenta de gestão pública com o intuito de integrar as informações registrais, cadastrais, fiscais e geoespaciais de imóveis urbanos e rurais, produzidos pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios, em uma base única. Recentemente o Decreto de Nº 11.208/2022 trouxe algumas atualizações sobre o SINTER e sobre o CIB.

O CIB é um banco de dados integrante do SINTER no qual serão inscritas as unidades imobiliárias e os Bens Imóveis de Características Especiais – BICE, encaminhados pelos cadastros de origem que atendem aos critérios de atribuição do código de inscrição no CIB. Essa inscrição consiste em um código de identificação única, atribuído pelo SINTER a cada imóvel, composto por sete caracteres alfanuméricos e um dígito verificador. Os Cadastros temáticos deverão ser fornecidos por geoserviços, conforme preconizado pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE (BRASIL, 2022).

3.1.1 Aquisição, qualidade e padrão dos dados para o Cadastro Territorial Multifinalitário

A compreensão de conceitos agregados a termos tais como dados, dados geográficos, informação não geográfica, informação geográfica ou geoespacial, tornam-se fundamentais diante das demandas da gestão territorial e ambiental, da gestão de conhecimentos, da gestão de programas sociais e de investimentos, da mitigação de riscos e impactos de fenômenos naturais e demais solicitações. A busca pela compreensão da realidade territorial juntamente com o avanço tecnológico, permitiram a obtenção, o acesso e o uso cada vez maior dessas informações territoriais (INDE,2010).

No entanto, quando os dados são obtidos de várias maneiras e de diversas fontes, pode comprometer a qualidade dos mesmos. A questão das restrições de acesso a tais informações, como também a falta de padronização são fatores desafiadores na implementação de uma IDE. Para Rajabifard (2008), a Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE é uma plataforma dinâmica, hierárquica e multidisciplinar. Este processo envolve dados, tecnologia, pessoas, acesso, instituições políticas, padronização técnica e recursos humanos.

Segundo Pimentel (2011), quando o cadastro é considerado parte integrante da IDE, ele se torna a base de toda a estrutura de informações territoriais, como é o caso do trabalho realizado na Europa através da *Infrastructure for Spatial Information in Europe - INSPIRE*. Esta reúne 32 países denominados Estados – Membros, que compartilham dados mesmo com históricos e legislações distintas. No Brasil, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE foi implementada por meio do Decreto nº 6.666/2008, sob responsabilidade da Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR.

3.1.1.1 Infraestrutura de Dados Espaciais na Europa e o Cadastro

A INSPIRE tem por objetivo criar uma infraestrutura de dados espaciais para atender as políticas ambientais ou atividades que possam ter impacto no ambiente. Baseia-se ainda nas infraestruturas de informação espacial estabelecidas pelos Estados-Membros da União Europeia. Entrou em vigor no dia 15 de maio de 2007 e será implementada em várias etapas, devendo ser aplicada integralmente até 2021 (INSPIRE, 2007). Devido a diversidade tanto na obtenção dos dados quanto na legislação de cada país, a INSPIRE é uma das IDEs mais complexas do mundo.

Ao se integrar as informações do cadastro a IDE, alguns critérios relacionados ao padrão e qualidade dos dados devem ser considerados. O grupo (*INSPIRE Thematic Working Group Cadastral Parcels*) lançou um documento denominado Diretrizes de Especificações de Dados Cadastrais, apoiado pelo Comitê permanente do Cadastro na União Europeia, a FIG e a ISO TC 211 de informação geográfica.

Este documento fornece orientações quanto a implementação das disposições e regras de aplicação para conjuntos e serviços de dados geográficos, a fim de garantir ou aumentar a interoperabilidade dos mesmos. Além disso, traz especificações de dados relacionados as parcelas cadastrais e os desafios encontrados no cadastro, referentes à falta de disponibilidade, qualidade, organização, acessibilidade e compartilhamento de informações.

Para solucionar tais desafios, é preciso determinar diretrizes que assegurem uma infraestrutura aos metadados, interoperabilidade, serviços de rede, compartilhamento, procedimentos de monitoramento e relatórios. A parcela cadastral é basicamente o menor objeto amplamente utilizado na Europa para aplicações em infraestruturas de dados espaciais nacionais, descrita por alguns elementos que a define como geometria, identificador único, Referência Cadastral Nacional, área, rótulo, que apoia a sua identificação nos mapas. O modelo de dados para as parcelas cadastrais atende ao padrão internacional sobre o Land Administration Domain Model – LADM.

De acordo com Martín-Varés e Salzmann (2010), para que se garanta a interoperabilidade dos metadados no pacote Cadastral, é necessário que a qualidade seja alcançada para os elementos de completude, precisão temática, consistência topológica, precisão posicional e frequência de atualização. Segundo Pimentel (2011), a qualidade é informada através da incerteza do levantamento, uma vez que as precisões admitidas para áreas urbanas são de até 1m. Isso ocorre devido a INSPIRE compartilhar as informações de 32 países com diversas precisões de levantamento.

3.1.1.2 A INDE e o Cadastro no Brasil

O Decreto nº 6.666/2008 define a INDE como sendo um conjunto integrado de tecnologias, políticas, coordenação e padrões necessário a fim de promover o acesso e a disseminação de dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal. Este dispositivo legal define ainda os conceitos referidos aos dados e metadados, determinando diretrizes, prazos e responsabilidades para a criação da INDE. Alguns trabalhos realizados pela CONCAR são efetuados por meio de comitês especializados, como é o caso do Comitê

Especializado de Normas para o Mapeamento Cadastral (CNMC) criado em 2006, com o objetivo de propor as normas para o mapeamento cadastral, porém estas ainda não foram publicadas.

Diferentemente dos países da União Europeia, o cadastro ainda não é parte integrante da IDE brasileira. Contudo, a iniciativa dada pelo Ministério das Cidades foi primordial ao lançar as diretrizes para o CTM, uma vez que foram estabelecidas as definições e os requisitos mínimos a serem atendidos à parcela cadastral. Define-se no Art. 7º da Portaria 511/2009, que o CTM deve ser constituído por documentos originais de levantamento cadastral de campo, dados alfanuméricos referentes às parcelas e da Carta Cadastral. Ainda conforme a Portaria, a Cartografia Cadastral deve atender aos padrões estabelecidos pela INDE e às normas referentes a Cartografia Nacional.

Desse modo, o lançamento do SINTER trouxe uma proposta na padronização das informações entre os cartórios de registros e notas, estados e municípios, com a finalidade de verificar as informações obtidas, o SINTER disponibilizará o serviço geoespacial de visualização dos levantamentos de campo e das parcelas cadastrais aos poderes públicos, gestores do cadastro imobiliário e oficiais do registro de imóveis, a fim de garantir a interoperabilidade dos dados geoespaciais.

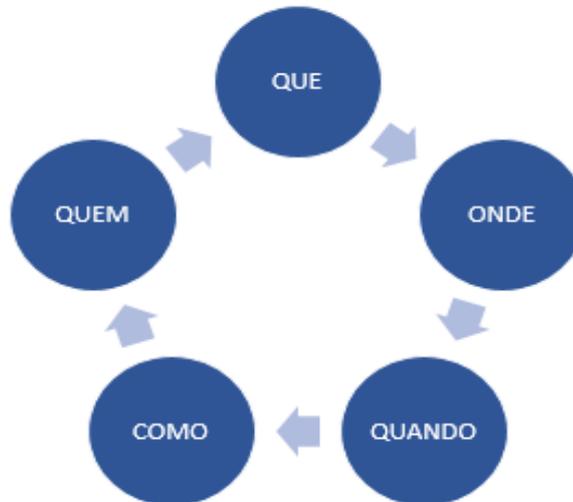
Conforme Amorim (2018), o sistema cadastral possui duas características importantes, onde uma está relacionada com as leis regulamentadoras das atividades cadastrais e a outra refere-se ao suporte tecnológico, caracterizado pelo uso de computadores, banco de dados, instrumentos relacionados às técnicas de aquisição, processamento e armazenamento dessas informações. Desse modo, após a aquisição dessas informações, estas devem ser tratadas, validadas e armazenadas, tanto por meio de um Sistemas de Informação Geográfica - SIG quanto por outros sistemas de armazenamento e visualização de dados.

Nesse sentido, o decreto citado atribui a definição de Metadados Geoespaciais (MGs) como sendo o conjunto de informações descritivas sobre os dados, que inclui as características de seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, sendo essenciais para promover a documentação, integração, disponibilização e possibilitar a sua busca e exploração.

Os metadados reúnem informações geoespaciais e descrevem o “Que, Onde, Quando, Como e Quem”, relacionados a produção de dados. Essas características descrevem o título e descrição dos dados (Que), a extensão geográfica desses dados (Onde), a data de criação, períodos e atualização (Quando), o modo de obtenção da informação, formato e outros

(Como) e a pessoa (as) que criou/criaram o produto (Quem). Conforme a Figura 4, esses processos são requisitos que buscam garantir a qualidade dos mesmos (CONCAR, 2010).

Figura 4 - Qualidade dos Metadados



Fonte: CONCAR (2010).

Essas informações precisam ser tratadas e armazenadas em um Banco de Dados Geográficos – BDG e esta ferramenta é de suma importância para o SIG. O BDG pode ser acessado por diversos tipos de usuários, por meio de vários ambientes SIGs ou diferentes aplicações, onde o acesso é controlado pelos Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados – SGBD e os principais sistemas comerciais e livres são Oracle Spatial, MySQL Spatial Extension, Microsoft SQL Server Spatial – MSSQL Spatial, PostGIS – extensão espacial do PostgreSQL e o SpatialLite – extensão espacial do SQLite (IBGE, 2019).

3.1.2 A importância do CTM para a Regularização Fundiária

A administração de terras consiste no processo de determinar, registrar e disseminar informações sobre a posse, valor e uso da terra ao implementar políticas de gestão (UNECE, 1996). Uma boa administração de terra que atende os direitos formais e informais de uso e propriedade, torna-se um requisito básico para o desenvolvimento social e econômico. Diante disso, os sistemas de administração de terras são base para registrar a gama complexa de direitos, restrições e responsabilidades relacionadas a pessoas, políticas e lugares, incluindo o levantamento cadastral e mapeamento, cadastros fiscais, legais e multifuncionais e os sistemas de informação de terras.

De acordo com FAO (2002), a administração de terras envolve uma série de sistemas e processos, sendo eles:

- Direitos à terra: a alocação de direitos à terra, a delimitação dos limites das parcelas para as quais os direitos são atribuídos, a transferência de uma parte para outra por meio de venda, arrendamento, empréstimo, presente ou herança e o julgamento de dúvidas e disputas sobre direitos e limites de parcelas.
- Regulamentação do uso da terra: planejamento e fiscalização do uso da terra e julgamento de conflitos de uso da terra.
- Avaliação e tributação de terras: a obtenção de receitas por meio de formas de avaliação e tributação de terras e a adjudicação de disputas de avaliação e tributação de terras.

Para a UN-GGIM (2015), o gerenciamento das informações geoespaciais e fundiárias são fundamentais para uma administração fundiária bem-sucedida, bem como os benefícios econômicos e o desenvolvimento geral das nações. Além disso, é essencial para o sucesso de implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, pois é capaz de fornecer informações confiáveis sobre a terra, compreendendo a sua posse e dimensões, em escala local. Os ODS agem de forma integrada, endereçando os desafios globais de maneira interdependente, relativos à urbanização, meio ambiente, justiça social, pobreza, fome, saúde, educação, igualdade de gênero, água e saneamento.

Essas ações colaboram para o cumprimento da Nova Agenda Urbana, lançada na terceira conferência das Nações Unidas sobre moradia e desenvolvimento sustentável, que adotou o Direito à Cidade, prevendo o uso e gozo igualitário de cidades e assentamentos humanos de maneira justa, saudável e acessível física e economicamente, resilientes e sustentáveis para fomentar qualidade de vida para todos. Desta forma, tanto a regularização fundiária urbana quanto os seus procedimentos terão como elementos estruturantes a garantia dos direitos subjetivos dos ocupantes das áreas informais (ACESSO À TERRA URBANIZADA, 2021).

Considerando que aproximadamente 70% da humanidade não usufrui de segurança da posse e direitos de propriedade, é preciso acelerar os esforços para documentar, registrar e reconhecer as relações entre as pessoas e a terra em todas as formas (UN-GGIM,2019). Recentemente, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE disponibilizou informações referentes aos aglomerados subnormais do país e segundo a estimativa, no ano de 2019 já havia 5.127.747 milhões de domicílios ocupados em 13.151 mil aglomerados subnormais.

Entende-se por aglomerado subnormal, uma forma de ocupação irregular de terrenos de propriedade alheia, públicos ou privados, para fins de habitação em áreas urbanas, caracterizados normalmente por um padrão urbanístico irregular, carentes de infraestrutura e localizados em áreas com restrição à ocupação, sem planejamento adequado e nenhuma segurança jurídica (IBGE, 2019). Com isso, essas regiões passam despercebidas aos olhos do poder público e muitas vezes são negligenciadas quanto as suas informações cadastrais, sendo representadas como grandes vazios cartográficos no mapeamento territorial, devido à ausência de dados.

Geralmente essas áreas são passíveis de regularização fundiária e uma vez que estas sejam mapeadas, os dados podem contribuir para um cadastro mais completo e multifinalitário. Para Antunes (2017), os projetos de regularização fundiária poderiam ser menos onerosos e mais céleres se os cadastros pudessem dar subsídios ao processo. Isso acontece pela ausência de informações cadastrais nessas áreas, pois a maioria dos cadastros existentes nas prefeituras é voltada para fins fiscais e não multifinalitários. Nesse contexto, os municípios brasileiros têm feito o caminho inverso, pois o cadastro deveria servir de base para a regularização fundiária. No entanto, isso não ocorre, pois o que se encontra são informações desatualizadas e vazios cartográficos, o que justifica a afirmação de Antunes.

Para que o cadastro atenda às necessidades da regularização fundiária, é necessário seguir os critérios de cobertura local do território, interconexão das informações das parcelas cadastrais com os cartórios e atualização constante dos dados espaciais e não espaciais, mantendo a interoperabilidade. Caso o município não possua um cadastro estruturado e que não atenda as condições anteriores, os critérios de planejamento, levantamento de informações e execução das parcelas cadastrais devem obedecer às etapas descritas para o processo de Regularização Fundiária Urbana - REURB.

3.2 CONTEXTO HISTÓRICO E A QUESTÃO FUNDIÁRIA NO BRASIL

A questão da terra no Brasil e os esforços em administrar o território deu-se início com as Capitâneas Hereditárias, pela Coroa Portuguesa e este sistema consistia em dividir o território brasileiro em grandes faixas de terra e entregar a administração para particulares, denominados de donatários. Um dos objetivos desse método era colonizar o Brasil com o intuito de evitar as invasões estrangeiras, porém as tentativas fracassaram, devido a extensão territorial e a falta de recursos econômicos.

encabeçado pelo Governo Imperial a todo território nacional, e os que tinham esta atribuição ficavam responsáveis pelo serviço de medição e demarcação de terras, que viabilizaria a conversão de posseiros e concessionários de sesmarias, sem ou com titulação irregular, em legítimos proprietários em processos denominados revalidação sesmarial e legitimação de posses (DAROSSO, 2019).

As terras devolutas seriam definidas através do resultado desta primeira fase proposta em lei, ou seja, o que não houvesse sido apropriado por particulares, se tornaria devoluto sob o domínio do Estado. Assim, o primeiro artigo proíbe a aquisição dessas terras por outro título que não seja o de compra. Ainda conforme a lei, entende-se por terras devolutas:

“§1º - Aquelas que não se acharem aplicadas a algum uso público nacional, provincial ou municipal;

§2º - As que não se acharem no domínio particular por qualquer título legítimo, nem forem havidas por sesmarias e outras concessões do Governo Geral ou Provincial, não incursas em comisso por falta do cumprimento das condições de medição, confirmação e cultura;

§3º - As que não se acharem dadas por sesmarias ou outras concessões do Governo, que apesar de incursas em comisso, forem revalidadas por esta Lei;

§4º - As que não se acharem ocupadas por posses, que apesar de não se fundarem em título legal, forem legitimadas por esta Lei”.

Apesar disso, as terras não foram devidamente cadastradas e isso trouxe um reflexo negativo que se arrastou por séculos, comprometendo a estrutura cadastral e a regularização das terras brasileiras. Em 30 de novembro de 1964 por meio da Lei de Nº 4.504 foi lançado o Estatuto da Terra, que regula os direitos e obrigações concernentes aos bens imóveis rurais, para fins de execução da Reforma Agrária e promoção da Política Agrícola.

Diante disso, a Reforma Agrária é definida como um conjunto de medidas que visem promover melhor a distribuição da terra, mediante modificações no regime de sua posse e uso, a fim de atender aos princípios de justiça social e o aumento de produtividade. Já a Política Agrícola é definida pela mencionada lei, como o conjunto de providências de amparo à propriedade da terra, que se destinem a orientar, no interesse da economia rural, as atividades agropecuárias, seja no sentido de garantir-lhes o pleno emprego, seja no de harmonizá-las com o processo de industrialização do País.

Isto trouxe uma segurança em relação a propriedade da terra, como também desempenhar a função social para o trabalhador rural. No capítulo II, indica o Instituto

Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, como representante da União nos acordos, convênios ou contratos, onde sua missão é executar a reforma agrária e realizar o ordenamento fundiário nacional. A Lei nº10.267/2001 altera alguns dispositivos de leis anteriores e em suas diretrizes aborda a questão do georreferenciamento dos imóveis, em caso de desmembramento, parcelamento ou remembramento.

Ainda de acordo com a lei, a identificação do imóvel será concedida por meio de memorial descritivo, assinado pelo profissional habilitado e Anotação de Responsabilidade Técnica – ART. O Decreto 4.449/2002 que normatiza a lei, faz referência sobre a precisão posicional, inclusive em manual técnico, expedido pelo INCRA, contendo as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, georreferenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro e com precisão posicional de 50cm a ser fixada pelo INCRA através de ato normativo, e serão isentos os proprietários dos imóveis que não excedam a quatro módulos fiscais, em relação a sua área total.

No ano de 2019 foi lançada a Medida Provisória 910, que veio com o intuito de simplificar e agilizar o processo da regularização fundiária, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e fiscalização das áreas, a fim de se ter o real conhecimento da malha fundiária brasileira, colocando o produtor rural em outro patamar, por meio da inclusão produtiva, devido ao acesso tanto ao crédito quanto da tecnologia ao seu favor.

Estes também irão atuar em parceria na recuperação de áreas de preservação ambiental ao serem obrigados a cumprir exigências do Código Florestal, para garantir a titularidade da terra, aderindo ao Cadastro Ambiental Rural – CAR e ao Programa de Regularização Ambiental – PRA, comprometendo-se a recuperar áreas degradadas de suas terras, (INCRA, 2020). No ano de 2017 foi lançada a Lei de nº 13.465, que dispõem da regularização rural e urbana.

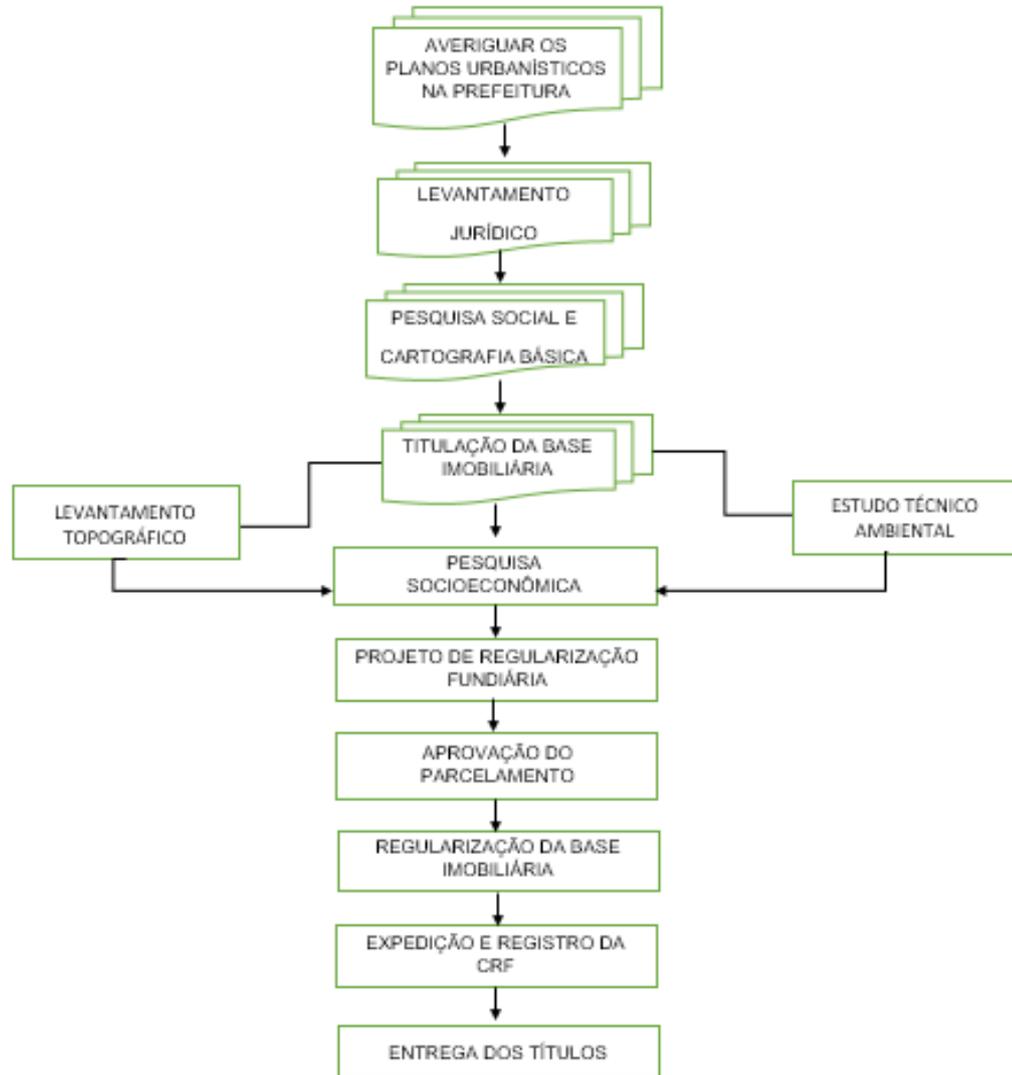
Em relação aos imóveis situados em área urbana, a lei citada juntamente com o Decreto de nº 9.310/2018 em 15 de março de 2018 e posteriormente o Decreto 9.597/2018 que altera o anterior, que institui as normas gerais e os procedimentos aplicadas a Regularização Fundiária Urbana. Diante disso, a lei 13.465 define a Regularização Fundiária Urbana – REURB como um conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas à incorporação de núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes.

Conforme o disposto no Artigo 10 da referida lei, os objetivos da REURB a serem observados pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios são:

- “I – Identificar os núcleos urbanos informais que devam ser regularizados, organizá-los e assegurar a prestação de serviços públicos aos seus ocupantes, de modo a melhorar as condições urbanísticas e ambientais em relação à situação de ocupação informal anterior;*
- II – Criar unidades imobiliárias compatíveis com o ordenamento territorial urbano e constituir sobre elas direitos reais em favor dos seus ocupantes;*
- III – ampliar o acesso à terra urbanizada pela população de baixa renda, de modo a priorizar a permanência dos ocupantes nos próprios núcleos urbanos informais regularizados;*
- IV – Promover a integração social e a geração de emprego e renda;*
- V – Estimular a resolução extrajudicial de conflitos, em reforço à consensualidade e à cooperação entre Estado e sociedade;*
- VI – Garantir o direito social à moradia digna e às condições de vida adequadas;*
- VII – Garantir a efetivação da função social da propriedade;*
- VIII – Ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes;*
- IX – Concretizar o princípio constitucional da eficiência na ocupação e no uso do solo;*
- X – Prevenir e desestimular a formação de novos núcleos urbanos informais;*
- XI – Conceder direitos reais, preferencialmente em nome da mulher;*
- XII – Franquear participação dos interessados nas etapas do processo de regularização fundiária”.*

A Regularização Fundiária tornar-se um instrumento transformador nos aspectos social, econômico e ambiental, pois promove inúmeros benefícios aos moradores, entre eles a segurança jurídica, por meio do título de propriedade. O fluxograma descreve as etapas e os procedimentos da REURB, conforme a Figura 6. É importante ressaltar que a mobilização social está presente em todo o processo.

Figura 6 - Etapas da Regularização Fundiária Urbana



Fonte adaptada: Santos (2016).

3.2.1 As modalidades da REURB e suas particularidades

A cidade do Recife é um dos municípios pioneiros em regularização fundiária, tendo como ponto de partida o Plano de Regularização das Zonas de Interesse Social – PREZEIS concebido em 1987, causando um redirecionamento das políticas públicas de desenvolvimento urbano e habitacional no Brasil, visando o processo de regularização urbanística e fundiária, a fim de garantir o direito à moradia. Isto resultou na Lei Federal 10.257/2001 – Estatuto das Cidades.

Posteriormente, as diretrizes da lei nº 13.465/2017 constituiu duas modalidades para a REURB, sendo uma a Regularização Fundiária Urbana de Interesse Social (REURB – S) e a outra Regularização Fundiária Urbana de Interesse Específico (REURB – E). A primeira é aplicável aos núcleos urbanos informais, ocupados predominantemente por população de

baixa renda, assim declarados em ato do poder Executivo Municipal. Já a REURB – E é aplicável aos núcleos informais ocupados por população não qualificada na categoria anterior.

Para a REURB – S, encontram-se isentos de custas e emolumentos aqueles descritos conforme os atos registrais:

- I - O primeiro registro da REURB-S, o qual confere direitos reais aos seus beneficiários;
- II - O registro da legitimação fundiária;
- III - O registro do título de legitimação de posse e a sua conversão em título de propriedade;
- IV - O registro da Certidão de Regularização Fundiária - CRF e do projeto de regularização fundiária, com abertura de matrícula para cada unidade imobiliária urbana regularizada;
- V - A primeira averbação de construção residencial, desde que respeitado o limite de até setenta metros quadrados;
- VI- A aquisição do primeiro direito real sobre unidade imobiliária derivada da REURB-S;
- VII – O primeiro registro do direito real de laje no âmbito da REURB-S;
- VIII – O fornecimento de certidões de registro para os atos.

3.3 POSICIONAMENTO GEODÉSICO PARA A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

A lei 13.465/2017 na descrição do projeto de regularização fundiária exige nas suas diretrizes que seja apresentado um levantamento planimétrico e cadastral e que esteja georreferenciado. O Decreto 9310/2018 que normatiza a lei, menciona o uso de métodos e tecnologias que estiverem à disposição para a determinação dos vértices definidores dos limites das edificações.

Diante da complexidade da disposição dos imóveis em áreas urbanas, tem-se cada vez mais a necessidade da representação tridimensional. Ainda de acordo com a lei, os limites das unidades imobiliárias serão definidos por vértices georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB, onde o vértice definidor do limite terá natureza tridimensional.

O SGB é o conjunto de pontos geodésicos implantados e materializados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país, com vistas às finalidades de sua utilização, que vão desde o atendimento a projetos internacionais de cunho científico, passando pelas amarrações e controles de trabalhos geodésicos e cartográficos, até o apoio aos

levantamentos no horizonte topográfico, onde prevalecem os critérios de exatidão sobre as simplificações para a figura da Terra (ABNT, 1994).

Segundo Erba e Cunha (2010), um sistema geodésico de referência corresponde a uma rede de pontos, materializados no terreno, através dos marcos geodésicos, onde as coordenadas são homologadas por órgãos oficiais, seguindo padrões rígidos de qualidade. Com isso, o georreferenciamento a um único sistema é o que garante o posicionamento de objetos de forma inequívoca, através dos padrões preestabelecidos. Isto está atrelado a definição e a segurança dos limites de propriedade, que são obtidas por meio de estruturas geodésicas de referência homogênea, única, permanente e materializada no terreno.

O Ministério das Cidades, por meio da portaria referida ao CTM, no Artigo 11, diz que: “Os municípios que adotarem ao CTM, no âmbito de sua autonomia, implantarão, conservarão e manterão a inviolabilidade dos marcos vinculados ao SGB, de acordo com as recomendações do IBGE.

Parágrafo único – “ Levantamentos e locações de obras e novos loteamentos devem ser referenciados ao SGB, apoiados nos marcos municipais correspondentes”.

A norma NBR 14.166 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT define a Rede de Referência Cadastral Municipal – RRCM como sendo “uma rede apoio básico de âmbito municipal para todos os levantamentos que se destinem a projetos, cadastros ou implantação de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planimétricas, materializados no terreno, referenciados a uma única origem e a um mesmo sistema de representação cartográfica, permitindo a amarração e conseqüente incorporação de todos os trabalhos de topografia, cartografia ou geodésia à base cartográfica municipal”.

Segundo as diretrizes estabelecidas pelo CTM, os vértices que definem os limites de cada parcela devem constituir uma figura geométrica fechada, onde os limites legais das parcelas que são descritos no registro de imóveis, devem ser obtidos com precisão adequada, por meio de levantamentos topográficos e geodésicos. Já para os limites físicos das parcelas, além dos métodos anteriores pode ser utilizado a fotogrametria e outros que propiciem precisões compatíveis, conforme o Ministério das Cidades (2009).

De acordo com o advento da tecnologia, a busca pela qualidade e precisão dos dados encontram-se mais rigorosos, um exemplo disso é a questão do erro posicional esférico para imóveis em áreas urbanas exigida no Decreto 9.310/2018, onde este deve ser igual ou menor que 8cm, havendo a necessidade de se determinar as coordenadas tridimensionais. Diante disso, existem duas classificações para os tipos de levantamentos, sendo o levantamento geodésico e o levantamento topográfico. Esses levantamentos eram realizados por meio de

teodolitos para medições de ângulos e o uso de trenas para medição das distâncias. Posteriormente, as observações de ângulos e distância passaram a ser obtidos por meio dos equipamentos eletrônicos (WOLF & GHILANI, 2013).

Entende-se por levantamento topográfico o emprego de métodos para determinar as coordenadas topográficas de pontos, relacionando-os com os detalhes, visando à sua representação planimétrica em escala predeterminada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ou com pontos cotados, seguindo o princípio da vizinhança (ABNT, 2021). Denomina-se levantamento geodésico ao conjunto de atividades voltadas para as medições e observações de grandezas físicas e geométricas que conduzem à obtenção dos parâmetros (IBGE, 1983).

Desse modo, as informações necessárias para alimentar o cadastro urbano como também na descrição do registro dessas edificações, precisam levar em consideração a posição 3D (X,Y,Z) ou (E,N,h) relacionado a um sistema de projeção associado ao SGB ou até mesmo a descrição nas próprias coordenadas elipsoidais do SGB, sendo estas, latitude (ϕ), longitude (λ) e altitude elipsoidal (h). Diante dos tipos de levantamentos mencionados, é necessário que os métodos topográficos estejam atrelados a uma Rede de Referência Cadastral, em que esta, se encontre georreferenciada.

A determinação de coordenadas de pontos baseados no posicionamento *Global Navigation Satellite System* (GNSS), pode ser efetuada por diferentes métodos e conforme a acurácia que atenda a finalidade do levantamento. A aplicação desses métodos por meio do GNSS, irá depender do movimento do receptor em relação aos pontos de interesse durante a medição, do número de receptores empregados, dos sinais utilizados e do intervalo entre o rastreamento e o cálculo das coordenadas. Dessa forma, a escolha do método empregado deve considerar a acurácia da posição a ser determinada, a precisão nominal dos receptores e as influências que incidem sobre os receptores, como por exemplo, obstrução dos sinais, refração atmosféricas, o multicaminhamento, entre outros (ABNT, 2021).

Os métodos geodésicos aplicados para o levantamento das parcelas cadastrais passíveis de regularização fundiária, utilizando o posicionamento pelo GNSS podem ser:

- Stop and Go: esse método de posicionamento consiste em se garantir a solução das ambiguidades nas primeiras épocas de rastreamento de um par de receptores, onde um é base e outro móvel, e posteriormente, sem que haja perda dos sinais dos satélites, deslocar o receptor móvel para os pontos de interesse e marcar sua posição numa coletora. Essas paradas para o registro do ponto (stop) e em seguida o deslocamento para o novo ponto (go) é que dão nome ao método (Stop and Go). Com o pós-processamento dos dados

rastreados com a condição inicial das ambiguidades resolvidas por alguma técnica de inicialização o posicionamento fica garantido ter poucos centímetros de erro (SILVA et al., 2018).

- Estático Rápido: o posicionamento relativo estático rápido é caracterizado por dois ou mais receptores rastrearem de forma simultânea, os satélites visíveis por um tempo de até 20 minutos. Nas condições de linha de base curta o tempo de 20 minutos é suficiente para que as ambiguidades sejam resolvidas mesmo com receptores de simples frequência (GARNÉS, 2001).
- Método RTK (Real Time Kinematic): consiste em resolver ambiguidades com ajustamento sequencial em tempo real e durante a trajetória do receptor móvel (on the fly). Para isso, a coletora em que o software de resolução de ambiguidades está em execução, recebe as correções da fase da portadora da estação base, por meio de um link de rádio ou via internet e as aplica com os dados de observação do receptor móvel a qual a coletora está ligada. Desta forma, a cada época, e em tempo real, se tem posicionamento com poucos centímetros de erro, podendo até mesmo chegar a milímetros, dependendo da quantidade e da geometria dos satélites envolvidos (SILVA et al., 2018).

Com relação aos métodos topográficos, o levantamento topográfico tridimensional é utilizado para se determinar as coordenadas 3D e isso permite a obtenção de uma nuvem de pontos. De acordo com as mais variadas configurações e disposições das moradias em área urbana, efetuar levantamentos com GNSS com o intuito de ocupar com os receptores todos os vértices, algumas vezes torna-se impossível devido a obstrução do sinal.

Essas situações ocorrem principalmente em levantamentos cujo objetivo é definir o limite da edificação, com o intuito de georreferenciamento ou outros fins. Nesses casos, uma solução é a integração dos métodos de posicionamento GNSS com os topográficos. Entre os métodos relacionados a topografia tem-se a poligonação, a irradiação e a interseção.

3.3.1 O erro posicional tridimensional a luz do Decreto Federal 9.310/2018

Wolf & Ghilani (2013, p. 39) apresentam a acurácia como sendo o grau de proximidade absoluta das quantidades observadas com seus valores verdadeiros. A acurácia posicional é de suma importância para a qualidade dos levantamentos topográficos e cadastrais. Atrelado a esse fato, estão as atribuições referentes ao Decreto 9.310/2018, Art. 28, Seção II, que trata dos procedimentos para o levantamento topográfico georreferenciado.

O Art. 29, § 3º refere-se ao erro posicional esférico, em que o mesmo deverá ter menor magnitude conforme a avaliação do impacto da propagação dos erros. Diante desses aspectos, a acurácia posicional 3D está diretamente relacionada a análise da coordenada (Z) para edificações caracterizadas em área urbana, descrito na Lei 13.465/17, que trata da regularização fundiária urbana.

Para Mikhail e Ackermann (1976, p.64), apresentam a acurácia como sendo o grau de proximidade de uma estimativa com seu parâmetro (ou valor verdadeiro), enquanto a precisão expressa o grau de consistência da grandeza medida com sua média, ou seja, a acurácia reflete a proximidade de uma grandeza estatística ao valor do parâmetro para o qual ela foi estimada e a precisão está diretamente ligada com a dispersão da distribuição das observações.

De acordo com a lei citada, o erro posicional refere-se a qualidade do levantamento cadastral e para que este seja determinado, se faz necessário averiguar a Elipse de erro. A representação geométrica será baseada na elipse dos erros, onde é possível analisar a posição conforme uma elipse padrão de confiabilidade, (COELHO, 2013).

Segundo Wolf & Guilani (2013, p. 376), a elipse de erro fornece uma representação bidimensional das incertezas das coordenadas ajustadas dos pontos, estabelecidas pelo ajustamento por meio do Método dos Mínimos Quadrados (MMQ). De acordo com Gemael (2015), os semieixos maior e menor da elipse dos erros são dados através do desvio padrão máximo e mínimo das coordenadas do ponto.

Para Leick et al. (2015, p.56 - 58), o erro posicional está diretamente ligado à elipse padrão e este é o desvio padrão de uma estação em uma determinada direção, sendo ψ . Ou seja, é idêntico ao desvio padrão da distância a uma estação conhecida (fixa) na mesma direção ψ , calculado a partir da equação da distância linearizada e da propagação de variância-covariância. A função linear está representada na equação (1):

$$r = z_1 * \cos \psi + z_2 * \sin \psi \quad (1)$$

Devido as equações (2) e (3) a seguir, a distribuição da variável aleatória z_i é multivariada e normal com a equação (4) a seguir:

$$R_i^T Q_i^{-1} R_i = A_i^{-1} \quad (2)$$

$$Z_i = R_i^T \hat{x}_i - x_i \quad (3)$$

Onde:

$$\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \hat{\sigma}_0^2 \begin{bmatrix} \lambda_1^0 & 0 \\ 0 & \lambda_2^0 \end{bmatrix} \right) = N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} a^2 & 0 \\ 0 & b^2 \end{bmatrix} \right) \quad (4)$$

A variância da variável aleatória r segue a lei da propagação da variância – covariância, conforme a equação (5), tem-se:

$$\sigma_r^2 = a^2 * \cos^2 \psi + b^2 * \sin^2 \psi \quad (5)$$

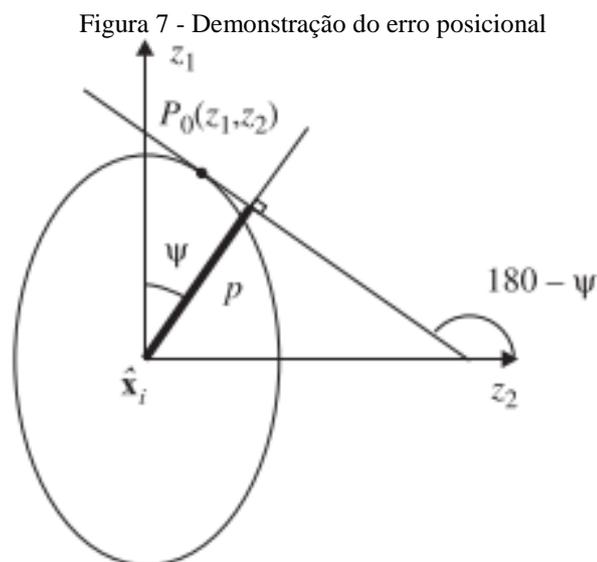
A variância na referida equação está geometricamente relacionada à elipse padrão. Com a elipse projetada na direção ψ , o ponto de tangência é indicado por P_0 , portanto a equação (6) da elipse é:

$$\frac{z_1^2}{a^2} + \frac{z_2^2}{b^2} = 1 \quad (6)$$

E a inclinação da tangente é dada pela equação (7):

$$\frac{dz_1}{dz_2} = - \frac{z_2 a^2}{z_1 b^2} = - \tan \psi \quad (7)$$

Na Figura 7, mostra a relação entre a inclinação da tangente e o ângulo ψ , onde apresenta o erro posicional.



Fonte: Leick et al. (2015)

$$\frac{z_{01}}{a^2} * \sin \Psi - \frac{z_{02}}{b^2} * \cos \Psi = 0 \quad (8)$$

A equação (8) relaciona as coordenadas do ponto de tangência P_0 com a inclinação da tangente. O comprimento P da projeção das elipses fica conforme a equação (9):

$$p = z_{01} * \cos \Psi + z_{02} * \sin \Psi \quad (9)$$

Em seguida a equação (9) é elevada ao quadrado e multiplicada por a^2 e b^2 e o resultado é adicionado ao quadrado, resultando na equação (10):

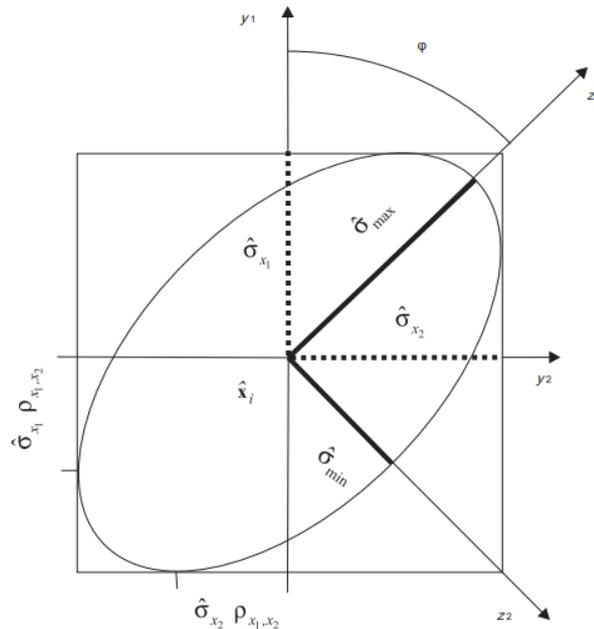
$$p^2 = a^2 * \cos^2 \Psi + b^2 * \sin^2 \Psi \quad (10)$$

Comparando as equações, tem-se que $\hat{\sigma}_r = p$, onde o desvio padrão em uma determinada posição é igual à projeção da elipse padrão nessa direção. Portanto, a elipse padrão não é uma curva do desvio padrão. Diante disso, uma elipse extremamente estreita não é satisfatória, se a precisão geral da posição da estação for importante. Então como subproduto a partir das propriedades discutidas, tem-se os desvios padrão x_1 e x_2 , de acordo com as equações (11) e (12) a seguir:

$$\hat{\sigma}_{x1} = \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{x1}} \quad (11)$$

$$\hat{\sigma}_{x2} = \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{x2}} \quad (12)$$

A Figura 8 mostra as projeções da elipse nas direções dos eixos x_1 e x_2 , onde as equações (11) e (12) decorrem do fato de que os elementos diagonais da matriz de covariância são as variações dos respectivos parâmetros.

Figura 8 - projeções da elipse nas direções dos eixos x_1 e x_2 

Fonte: Leick et al. (2015).

A equação (13) confirma que para $\psi = 0^\circ$ e $\psi = 90^\circ$, os eixos a e b são iguais aos desvios padrão máximo e mínimo, respectivamente. O retângulo formado pelos semi-lados $\hat{\sigma}_{x1}$ e $\hat{\sigma}_{x2}$ encerra a elipse. O retângulo pode ser usado como uma aproximação para as elipses. Então, quando a elipse se degenera na diagonal do retângulo, ela se torna um círculo, onde $a = b$ ou $\sigma_{x1} = \sigma_{x2}$ e $\rho_{x1,x2} = 0$. A própria diagonal é chamada de erro médio posicional, conforme a equação (13) a seguir:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\hat{\sigma}_{x1}^2 + \hat{\sigma}_{x2}^2} = \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{x1} + q_{x2}} \quad (13)$$

Quando os desvios padrão não são iguais, as medidas tornam-se função da proporção dos semi-eixos. Para Greenwalt e Shultz (1962), o raio de um círculo que contém 50% de probabilidade é denominado de erro circular provável (*CEP – Circular Error Probable*). Diante disso, o erro posicional médio quadrático (*MSPE – Mean Square Positional Error*) é definido como o raio do círculo de erro igual a $1.4142 * \sigma_C$, porém com pouco significado em uma distribuição do erro circular (σ_C) exata.

No entanto, quando σ_X e σ_Y são aproximadamente iguais, o MSPE define o erro numa posição geográfica, sendo calculado através da equação (14).

$$MSPE = \sqrt{\hat{\sigma}_{x1}^2 + \hat{\sigma}_{x2}^2} \quad (14)$$

Para Leick et al (2015), o erro esférico provável (*SEP – Spherical Error Probable*) é equivalente ao tridimensional do erro circular provável, dado por:

$$SEP = 0,5127 * (\hat{\sigma}_{x_1} + \hat{\sigma}_{x_2} + \hat{\sigma}_{x_3}) \quad (15)$$

Então, para uma região com probabilidade de 90%, o padrão de precisão esférica (*SAS – Spherical Accuracy Standard*) é representado por:

$$SAS = 1,626 * SEP \quad (16)$$

A partir disso, é possível definir o erro esférico radial médio (*MRSE – Mean Radial Spherical Error*) através da seguinte expressão:

$$MRSE = \sqrt{\hat{\sigma}_{x_1}^2 + \hat{\sigma}_{x_2}^2 + \hat{\sigma}_{x_3}^2} \quad (17)$$

De acordo com Greenwalt e Shultz (1962), o erro tridimensional é o erro em uma quantidade definida por três variáveis aleatórias. Portanto, pode-se definir o elipsoide dos erros de um determinado ponto P de coordenadas espaciais (x, y, z), como sendo o elipsoide, geralmente escaleno, onde:

- Cujos semieixos são dados pela raiz quadrada aritmética dos valores próprios da matriz variância-covariância de $P(\sum p)$;
- Cuja orientação (direção dos eixos) é dada pelos vetores próprios da mesma matriz.

Segundo Gemael (2015, p. 255), além disso, tem-se que:

- a) Equações características (18) e (19):

$$Det(\sum p - \lambda I) = 0 \quad (18)$$

$$\lambda^3 + \alpha_1 \lambda^2 + \alpha_2 \lambda + \alpha_3 = 0 \quad (19)$$

- b) Semieixos nas equações (20), (21) e (22):

$$a_1 = \sqrt{\lambda_1}; \quad (20)$$

$$b_1 = \sqrt{\lambda_2}; \quad (21)$$

$$c_1 = \sqrt{\lambda_3}. \quad (22)$$

- c) A Orientação do sistema homogêneo, representado pelas equações (23), (24) e (25):

$$(\sigma_x^2 - \lambda_i)m_{i1} + \sigma_{xy}m_{i2} + \sigma_{xz}m_{i3} = 0 \quad (23)$$

$$\sigma_{yx}m_{i1} + (\sigma_y^2 - \lambda_i)m_{i2} + \sigma_{yz}m_{i3} = 0 \quad (24)$$

$$\sigma_{zx}m_{i1} + \sigma_{yz}m_{i2} + (\sigma_z^2 - \lambda_i)m_{i3} = 0 \quad (25)$$

Para $i = 1,2,3$, isto proporciona os cossenos diretores “ m_{ij} ” dos eixos do elipsoide. A partir da equação (26), tem-se o elipsoide dos erros, sendo:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\hat{\sigma}_x^2 + \hat{\sigma}_y^2 + \hat{\sigma}_z^2} \quad (26)$$

3.4 MÉTODOS ESTATÍSTICOS E O CONTROLE DE QUALIDADE POSICIONAL

Para averiguar a qualidade posicional dos produtos cartográficos utilizados na presente pesquisa, se faz necessário uma minuciosa análise estatística das amostras, subsidiando à validação dos produtos pelo PEC_PCD, como também a detecção de possíveis erros grosseiros (*outliers*). Desse modo, o subitem destaca os principais testes estatísticos abordados neste estudo.

Também serão abordadas neste capítulo, as principais características e normatização aplicados à tecnologia LIDAR – *Light Detection and Raging*, relacionados a acurácia posicional, bem como, as características do MDT - Modelo Digital de Terreno, com o intuito de avaliar o modelo conforme a norma brasileira de cartografia e a legislação vigente que trata da qualidade na geoinformação.

Além disso, foi aplicada neste estudo a metodologia desenvolvida por Lisboa et al., 2019, que traz uma nova abordagem para a análise planialtimétrica referente ao PEC – PCD por meio da acurácia tridimensional, a partir de um elipsoide de incertezas.

3.4.1 Testes Estatísticos

Os testes estatísticos são divididos em dois grandes grupos, denominados de testes paramétrico e não-paramétrico e se referem à média e ao desvio padrão, que são parâmetros que definem as populações que apresentam distribuição normal.

Para que seja determinado a utilização desses testes é imprescindível observar alguns critérios, como por exemplo, a existência ou não de vinculação entre dois ou mais fatores de variação.

Também é preciso observar o número de componentes da amostra que serão comparadas. Com isso, na referida pesquisa serão avaliados o Teste de Hipóteses, o Teste t de Student e o Teste Shapiro –Wilk.

3.4.1.1 Teste de Hipóteses

Entende-se por Inferência Estatística, ao conjunto de técnicas e procedimentos que concede ao pesquisador informações sobre uma população a partir de resultados observados na amostra, através de um certo grau de confiabilidade e confiança nas afirmações. O problema fundamental na Inferência Estatística consiste em medir o grau de incerteza ou o risco, quando uma decisão precisa ser tomada a partir das informações obtidas por uma amostragem generalizada para uma população, com o intuito de se tirar conclusões (CORREA, 2003).

Segundo Gibbons e Chakraborti (2003), em alguns casos essa tomada de decisão refere-se em aceitar ou rejeitar uma hipótese, baseado no valor observado em uma função de um conjunto de variáveis aleatórias observáveis. Este método utilizado para a tomada de decisão é denominado Teste de Hipóteses. Uma hipótese estatística é uma alegação ou afirmação sobre o valor de um único parâmetro de uma população (DEVORE, 2006).

Conforme Walpole, Myers, Myers, Ye (2009), o Teste de Hipóteses é um método utilizado para usar dados da amostra, a fim de decidir se a hipótese nula deve ser desprezada. Dessa forma, tem-se dois tipos de hipótese, a hipótese nula representada por H_0 , sendo esta assumida inicialmente como verdadeira, ou seja, é uma afirmativa de que o valor de um parâmetro populacional é igual a algum valor especificado. Já a hipótese alternativa representada por H_a é a afirmação contraditória a H_0 .

Existe dois tipos de erros associados ao Teste de hipóteses, denominado Erro tipo I, quando se rejeita uma hipótese nula verdadeira e a probabilidade de se cometer esse erro é dada por α que é o nível de significância. O Erro tipo II consiste em não rejeitar uma hipótese nula falsa e a probabilidade de se cometer esse erro é dada por β , conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Análise da hipótese nula

Teste de Hipóteses		
Decisão	H_0 verdadeira	H_0 falsa
Não rejeitar H_0	Decisão correta	Erro tipo II
Rejeitar H_0	Erro tipo I	Decisão correta

Fonte: Magalhães e Lima (2004)

De acordo com Assis, Souza e Linhares (2020), os testes de hipótese podem ser unilateral ou unicaudal e bilateral ou bicaudal. O teste unilateral ou unicaudal à direita é aquele cuja a hipótese alternativa H_a contém a desigualdade maior que ($>$) ou ainda, é aquele cujas hipóteses a serem testadas são do tipo:

$$\begin{cases} H_0: \mu = \mu_0 \\ H_a: \mu > \mu_0 \end{cases} \quad (27)$$

Ou seja, nesta situação a região crítica ou de rejeição da hipótese H_0 situa-se apenas em um lado da cauda da distribuição amostral do estimador envolvido ou curva de teste, neste caso à direita, com área igual ao nível de significância do teste ou erro do tipo I.

Ainda conforme os autores, o teste unilateral ou unicaudal à esquerda é aquele cuja hipótese alternativa H_a contém desigualdade menor que ($<$), ou cujas hipóteses a serem testadas são do tipo:

$$\begin{cases} H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2 \\ H_a: \sigma^2 < \sigma_0^2 \end{cases} \quad (28)$$

Diante de tais situações, o interesse é apenas nos valores extremos de um ou outro lado da média ou de outro estimador, analisando apenas o extremo superior direito ou esquerdo de uma cauda de distribuição amostral do estimador.

O teste bilateral ou bicaudal é aquele cuja hipótese alternativa contém a não igualdade (\neq) ou ainda, é aquele cujas hipóteses a serem testadas são do tipo:

$$\begin{cases} H_0: \mu = \mu_0 \\ H_a: \mu \neq \mu_0 \end{cases} \quad (29)$$

Neste caso, o interesse é nos dois valores extremos superior direito e inferior esquerdo da média, em duas regiões da cauda da distribuição amostral do estimador, ou seja, seu escores Z em ambos os lados da média. A região crítica ou rejeição da hipótese H_0 situa-se

nos dois lados da cauda da curva, com área igual ao nível de significância do teste ou erro tipo I, dividido por dois, ou seja, alfa sobre dois $\left[\frac{\alpha}{2}\right]$.

3.4.1.2 Teste t de Student

O teste t de Student foi desenvolvido pelo químico Willian Sealy Gosset em 1908 que usou o pseudônimo “Student” em função da confidencialidade requerida por seu empregador, a cervejaria Guinness, que considerava o uso de estatística na manutenção da qualidade como uma vantagem competitiva. Este teste utiliza conceitos estatísticos para rejeitar ou não uma hipótese nula. Assim, este tipo de distribuição é utilizado para comparar a média da população com a média de uma amostra, em função do número de graus de liberdade da amostra (GEMAEL,2015).

Segundo Gemael (1994), a variável aleatória t é definida através da equação (30):

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma_{\bar{x}}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\hat{\sigma}/\sqrt{n}} \quad (30)$$

Sendo:

\bar{x} : média de uma amostra;

n : tamanho da amostra;

$\hat{\sigma}$: desvio padrão da amostra

Ainda segundo os autores, o desvio padrão da amostra é calculado da seguinte equação (31):

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum(\bar{x} - x_i)^2}{n - 1} \quad (31)$$

O que demonstra que a variável aleatória t assim definida, tem função densidade de probabilidade, dada pela equação (32):

$$\phi(t) = \frac{Y_0}{\left[1 + \frac{t^2}{v}\right]^{0,5(v+1)}} \quad (32)$$

Sendo assim, o numerador depende apenas do número de graus de liberdade $v = n - 1$, conforme a equação (33):

$$Y_0 = \frac{\Gamma(0.5(\nu + 1))}{\Gamma(0.5\nu)\sqrt{\pi\nu}} \quad (33)$$

Desse modo, a distribuição t de Student lembra uma distribuição normal reduzida, com algumas propriedades em comum, onde a função passa por um máximo quando a abscissa se anula, a função é definida para todo valor real de t , a curva é duplamente assintótica ao eixo das abscissas e a curva é simétrica em relação a $t=0$.

3.4.1.3 Teste de normalidade

A distribuição normal é uma das mais importantes, tanto na teoria quanto na prática estatística. Segundo Caire (2013), em meados dos séculos XVIII e XIX, matemáticos e físicos desenvolveram uma função densidade de probabilidade que descrevia os erros experimentais obtidos nas medidas físicas e esta função resultou na bem conhecida curva de forma de sino, denominada distribuição normal ou gaussiana. A estatística clássica está condicionada a este tipo de distribuição dos dados e à ausência de observações incomuns, uma vez que é extremamente sensível à presença de *outliers* (AMEEN et al., 2019).

Para Montgomery e Runger (2009), variáveis aleatórias com diferentes médias e variâncias podem ser modeladas pelas funções de densidades de probabilidade normal, através de escolhas adequadas do centro e da largura da curva. Conforme Gemael (1994), a variável aleatória contínua de X apresenta distribuição normal quando sua função densidade de probabilidade é descrita através da equação (34):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (34)$$

$$-\infty < x < +\infty$$

É uma variável aleatória normal para $-\infty < \mu < +\infty$ e $\sigma > 0$, mediante o conhecimento de dois parâmetros:

μ = média da distribuição (número real);

σ = desvio padrão (número positivo).

Sendo $X \sim N(\mu, \sigma)$, o que significa que a variável aleatória contínua X tem distribuição normal com média μ e desvio padrão σ .

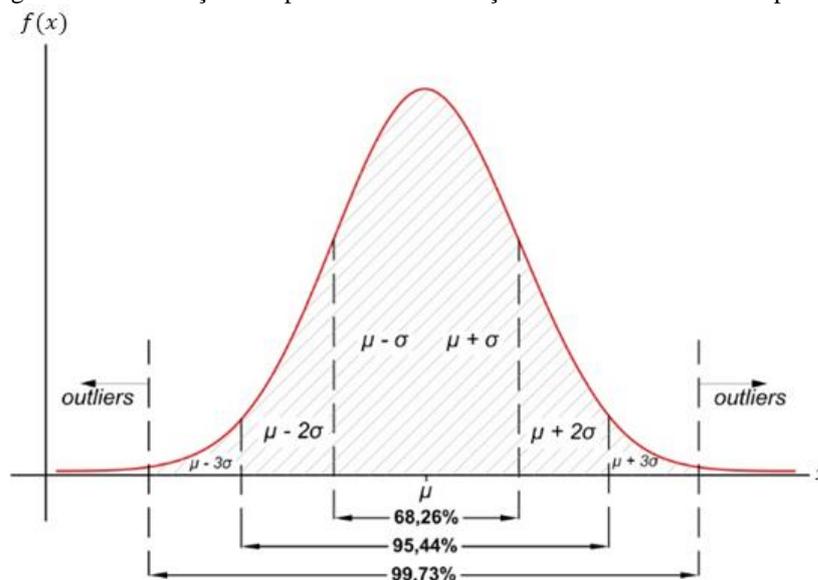
Ainda conforme o autor, a curva gaussiana apresenta algumas propriedades:

- A distribuição apresenta ponto de máximo para $x = \mu$;
- A curva é duplamente assintótica ao eixo das abscissas;
- A curva apresenta dois pontos de inflexão de abscissas $x = \mu \pm \sigma$;
- A curva é simétrica em relação a $x = \mu$

Denomina-se distribuição normal reduzida ou padronizada, quando a distribuição consiste em média nula ($\mu = 0$) e o desvio padrão unitário ($\sigma = 1$). Ou seja, a curva é simétrica em relação à média, logo a média, a mediana e a moda estão sobre o mesmo ponto. As seguintes porcentagens dos dados em uma distribuição normal, compreende aos limites dentro da região hachurada conforme a Figura 9.

Para 68,26% das observações compreendem o intervalo de desvio padrão $\mu \pm \sigma$ ou $\pm\sigma$, a partir da média μ , 95,44% das observações estão contidas no intervalo dos desvios padrão $\mu \pm 2\sigma$ ou $\pm 2\sigma$ de sua média μ e para 99,73% das observações devem estar no intervalo dos desvios padrão $\mu \pm 3\sigma$ ou $\pm 3\sigma$ de sua média μ . Conforme Gemael (1994), os valores que estiverem fora do intervalo de $\mu \pm 3\sigma$ ou $\pm 3\sigma$ em relação à média são considerados erros grosseiros ou *outliers*, uma vez que, existe uma grande possibilidade deles não pertencerem a amostra.

Figura 9 - Distribuição dos percentuais em função do número de desvios padrão



Fonte: Adaptado de Gemael (1994).

Segundo Silva (2020), as aplicações estatísticas utilizadas para a determinação do PEC-PCD consiste em avaliar a acurácia de uma amostra de dados, e tem como princípio a normalidade das discrepâncias posicionais encontradas. Diante disso, métodos estatísticos

podem ser aplicados a fim de averiguar a normalidade da amostra. Na referida pesquisa, um dos testes de normalidade aplicados é o teste Shapiro – Wilk.

De acordo com Royston (1983, 1995), o teste de normalidade utilizando o método Shapiro – Wilk tem como objetivo fornecer uma estatística de teste para avaliar se uma amostra tem distribuição normal, sendo a razão de duas estimativas da variância de uma distribuição normal baseada numa amostra aleatória de n observações. Para Barkar et al (2017), a estatística do teste consiste em um teste de hipótese, onde a hipótese nula admite uma população normalmente distribuída.

Dessa forma, se o valor p for menor que o nível alfa escolhido, a hipótese nula é rejeitada, indicando que os dados não são de uma população normalmente distribuída. No entanto, se o valor de p for maior que o nível de alfa escolhido, a hipótese nula indica que os dados são de uma população normalmente distribuída e não pode ser rejeitada (BARKAR et al, 2017). A estatística W para a normalidade é sensível a *outliers*, unilateral ou bilateral e, portanto, pode ser empregado como parte de um procedimento inferencial na análise de dados experimentais.

O teste proposto por Shapiro e Wilk em 1965, fornece um valor W e este numerador estatístico é proporcional ao quadrado do melhor estimador linear do desvio padrão e o denominador é a soma dos quadrados das observações em torno da média amostral. Dessa maneira, a estatística W é estabelecida através da equação (35).

$$W = \frac{b^2}{s^2} = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (35)$$

Onde:

a_i : constantes calculadas na equação a seguir a partir das médias, variâncias e covariâncias ou os coeficientes tabelados;

y_i : variável aleatória observada

Conforme Shapiro & Wilk (1965), $a' = [a_1, \dots, a_n]$ são elementos do vetor dado através da equação:

$$a' = \frac{m'V^{-1}}{(m'V^{-1}V^{-1}m)^{1/2}} \quad (36)$$

Onde $m' = (m_1, m_2, \dots, m_n)$ é o vetor de valores esperados da estatística de ordem normal e $V = [cov(y_i, y_j)]$ é a matriz de covariância da estatística de ordem. Os referidos autores ainda apresentam algumas características positivas, onde o teste pode ser utilizado no

teste de hipótese composta e uma das desvantagens é que o teste W é aplicado para amostras com $n \leq 50$, o que mostra que para amostras grandes, torna-se difícil tabular ou aproximar os valores necessários dos multiplicadores no numerador da estatística.

3.5 CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS NA GEOINFORMAÇÃO

Segundo o Glossário da Organização Europeia para o Controle de Qualidade, publicado em 1981, define qualidade como sendo a totalidade das características de um produto ou serviço, relacionadas com sua habilidade em satisfazer uma determinada necessidade.

Com o advento da tecnologia, os custos relacionados à obtenção e processamento de informações geoespaciais reduziram de forma considerável, porém para que haja uma integração desses insumos, é preciso que a qualidade do dado seja levada em consideração (ET-CQDG, 2016).

De acordo com Monico et al (2009), o termo acurácia é muito utilizado nas áreas das Ciências Geodésicas e Cartográficas, sendo usado para indicar a qualidade de uma grandeza ou parâmetro estimado e com a mesma regularidade, o termo precisão também comparece na literatura.

Dessa forma, para que o produto seja confiável, é necessário que ele atenda aos parâmetros de qualidade, estabelecidos no âmbito da cartografia através de normas, que determinam os padrões a serem obedecidos, com o intuito de avaliar se aquele produto atende ou não as especificações técnicas.

Neste tópico, serão abordadas as normativas para a tecnologia LiDAR e os padrões de qualidade designados pela *ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data*, averiguando o padrão internacional para a acurácia posicional altimétrica, como também os critérios e padrões adotados no Brasil, atrelados a qualidade planimétrica e altimétrica dos produtos cartográficos, estabelecidos pelo PEC-PCD.

3.5.1 Aspectos gerais sobre a Tecnologia LiDAR

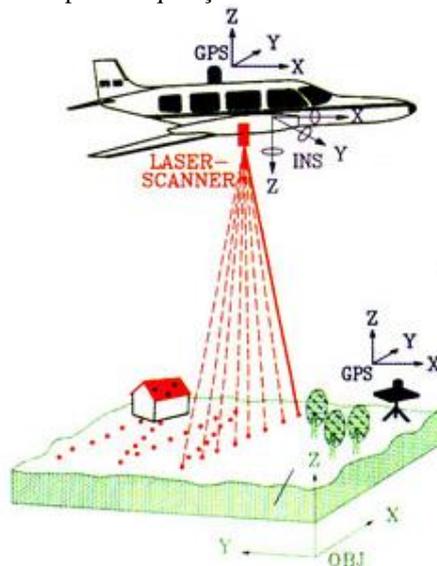
Sendo inicialmente previsto na utilização dos levantamentos de dados para a elaboração de Modelos Digitais de Terreno – MDT, o sistema LiDAR – *Light Detection and Ranging* é uma tecnologia de sensoriamento remoto que permite a obtenção de informações tridimensionais acerca da superfície terrestre com alta precisão (POPESCU,2002). Ou seja, é

uma forma de detecção remota que utiliza luz emitida à superfície da Terra, através de sensores LASER – *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, para medir a distância do sensor até objetos que são escaneados.

Em português, vem sendo adotada a terminologia de Sistema de Varredura a Laser (ELMIRO et al., 2006; COELHO e VARGAS, 2007) ou de Perfilamento a Laser (SILVA e Ribas, 2007). Os levantamentos realizados através desse sistema, permitem a elaboração de mapas tridimensionais acurados e atualizados, viabilizando os custos para elaboração de projetos, devido a sua capacidade de aquisição dos dados, de modo rápido e automatizado, padronizado em grande escala.

Para Lemmens (2017), o LiDAR aerotransportado empregado de forma conjunta com a técnica de aerofotogrametria, é considerado o sistema mais utilizado para a aquisição de dados geoespaciais, na obtenção de Modelos Digitais de Elevação – MDE, Modelos Digitais de Superfície – MDS, ortofotos e produtos derivados e modelos digitais tridimensionais de cidades e paisagens. O sistema é composto por um sensor laser, que registra o tempo entre o sinal emitido e recebido de um determinado ponto, por um INS - *Inertial Navigation System* e um receptor GPS – *Global Positioning System* em uma plataforma aerotransportada. Em terra, se faz necessário uma rede de GPS que trabalha de maneira conjunta ao GPS instalado na plataforma aérea, conforme a Figura 10, ALVES (2010).

Figura 10 - Princípio de aquisição de dados da tecnologia LiDAR



Fonte: www.asu.edu

O conjunto total dessas informações é armazenado e processado e os resultados obtidos são pontos com extrema exatidão (X, Y, Z), que correspondem a superfície e objetos presentes no terreno (ALVES, 2010).

3.5.2 Controle de qualidade para o LiDAR e produtos geoespaciais no âmbito internacional

Para que se garanta a qualidade dos produtos geoespaciais, é necessário que essas informações estejam em conformidade com os padrões de precisão, seguindo as especificações técnicas que definem os critérios de aceitação que um produto geoespacial deve cumprir para um uso específico, assim como examinar as diretrizes estabelecidas, que fornecem informações relacionadas a aquisição, processamento e análise dos dados, com o intuito de promover a consistência desses elementos (ASPRS, 2014).

Diante dos padrões, especificações e diretrizes relevantes para a *America Society Photogrammetry and Remote Sensing* – ASPRS, destaca-se a primeira norma publicada em 1947, nos Estados Unidos, denominada *United States National Map Accuracy Standards*. Esta norma determina os padrões para mapas impressos, relacionados a acurácia horizontal, dada em função da escala do mapa e padrões de acurácia vertical, dada em função do intervalo de contorno, ambos com base no nível de confiança de 90% (NMAPS,1947).

Já em 1990, a ASPRS estabeleceu padrões de acurácia horizontal e vertical baseado nos valores do *Root Mean Squares Error* – RMSE em X, Y e Z na escala do solo, para produtos de Classe 1, Classe 2 e Classe 3, referente a mapas impressos. No ano de 1998, o *National Standard for Spatial Data Accuracy* (NSSDA,1998), publicado pelo *Federal Geographic Data Committee* – FGDC, desenvolveu este documento que determina a acurácia para dados geoespaciais digitais no nível de confiança de 95%, como função do RMSE em X, Y e Z, vinculando a acurácia a um valor definido na escala do solo (ASPRS, 2014).

Dessa forma, o NSSDA assume uma distribuição normal de erro, no entanto não define valores específicos para a acurácia, diferentemente da *National Map Accuracy Standards* (NMAPS,1947). Em 2004, o *National Digital Elevation Program* – NDEP publicou as diretrizes para dados digitais de elevação. No mesmo ano, a ASPRS também publicou as Diretrizes ASPRS, que traz os regulamentos de avaliação para Modelos Digitais derivado da tecnologia LiDAR. Em relação a acurácia vertical para dados LiDAR, as análises estatísticas apresentadas mostram que os erros não são normalmente distribuídos (ASPRS, 2004).

A norma ASPRS *Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data*, publicada em 2014, tem como objetivo substituir os padrões de acurácia ASPRS de 1990 já obsoletos, como também as Diretrizes ASPRS de 2004, que trata do relatório de acurácia vertical para dados LiDAR, com o intuito de ampliar a abordagem conforme o desenvolvimento das atuais geotecnologias. Diante disso, a ASPRS forneceu valores referentes a acurácia horizontal e altimétrica para ortofotos digitais, mapeamento fotogramétrico e LiDAR, contendo os novos padrões LiDAR (ASPRS, 2014).

Esses novos padrões LiDAR estão relacionados a duas áreas correspondentes, sendo *Non-vegetated Vertical Accuracy* – NVA e *Vegetated Vertical Accuracy* – VVA. A NVA refere-se à acurácia altimétrica no nível de confiança de 95%, para áreas sem vegetação, ou seja, terrenos abertos naturais e em terreno urbano, com superfícies asfálticas ou concreto, onde os erros se aproximam de uma distribuição normal. O VVA refere-se à acurácia altimétrica no nível de confiança de 95% em terreno com vegetação, calculada pelo 95th percentil do valor absoluto de erros verticais em todas as categorias de cobertura do solo com vegetação. Conforme demonstrado na Tabela 2, para todas as classes de acurácia vertical, o padrão VVA é 3,0 vezes o valor da acurácia da classe de acurácia altimétrica (ASPRS, 2014).

Tabela 2 - Padrões de acurácia altimétrica para dados geoespaciais digitais

Acurácia Absoluta			
Classes da acurácia altimétrica	$RMSE_z$ Área sem vegetação (cm)	NVA ao nível de confiança de 95% (cm)	VVA ao percentil 95th (cm)
X cm	$\leq X$	$\leq 1,96 * X$	$\leq 3 * X$
1	1	2	3
2,5	2,5	4,9	7,5
5	5	9,8	15
10	10	19,6	30
15	15	29,4	45
20	20	39,2	60
33,3	33,3	65,3	100
66,7	66,7	130,7	200
100	100	196	300
333,3	333,3	653,3	1000

Fonte: ASPRS (2014)

A Tabela 3 apresenta o quantitativo de pontos de controle, considerando a área do projeto, imprescindíveis para efetuar as análises da acurácia horizontal em ortoimagens e dados planimétricos, bem como os testes para a acurácia altimétrica e horizontal em conjuntos com os dados altimétricos, conforme a ASPRS (2014).

Tabela 3 - Quantidade recomendada de pontos de controle pela ASPRS

Área do projeto (km ²)	Teste de Acurácia horizontal de Ortoimagens e planimetria	Teste de Acurácia altimétrica e horizontal para conjuntos de dados de altimetria		
	Número total de pontos de controle 2D e 3D	Número de pontos de controle 3D no NVA.	Número de pontos de controle 3D em VVA.	Número total de pontos de controle 3D.
≤500	20	20	5	25
501-750	25	20	10	30
752-1000	30	25	15	40
1001-1250	35	30	20	50
1251-1500	40	35	25	60
1501-1750	45	40	30	70
1751-2000	50	45	35	80
2001-2250	55	50	40	90
2251-2500	60	55	45	100

Fonte: ASPRS (2014).

De acordo com Ferreira (2019), os dados LiDAR são agrupado com o intuito de atender a uma acurácia planimétrica de 1 metro de erro médio quadrático (RMSE) e testados para cumprir a acurácia altimétrica para NVA e também para VVA, dependendo do Nível de Qualidade – QL indicado na Tabela 4, de acordo com a USGS Lidar Base Specification versão 1.2.

Tabela 4 - Níveis de qualidade do USGS LiDAR para a acurácia

Nível de Qualidade - QL	$RMSE_z$ para NVA (cm)	Acurácia altimétrica NVA (cm)	Acurácia altimétrica VVA (cm)
QL 1	10	19,6	30
QL 2	10	19,6	30
QL 3	20	39,2	60

Fonte: Ferreira (2019).

3.5.3 Modelos Digitais

De acordo com Galati (2006), o Digital Elevation Model - DEM pode ser definido como o modelo contínuo representativo da variação de altimetria na superfície terrestre. A definição do modelo surgiu a partir da perspectiva sobre o Digital Terrain Model – DTM e

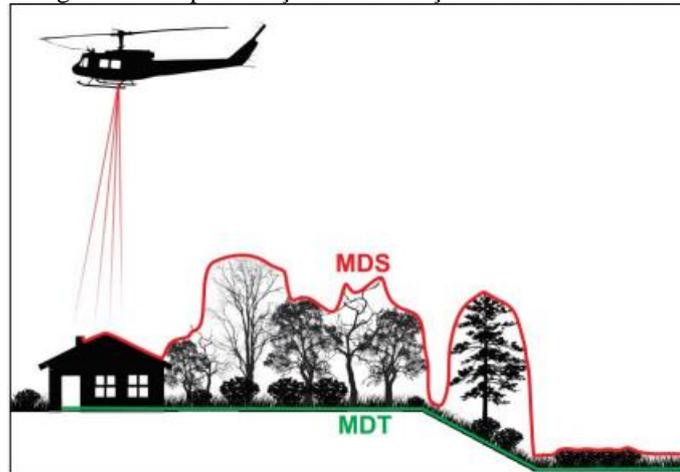
segundo Doyle (1978), a sua origem foi dada por meio de um estudo desenvolvido por Charles L. Miller e colaboradores, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, entre os anos de 1955 a 1960. Segundo Doyle (1978), esses modelos são definidos como arranjos numéricos ordenados, que reproduzem uma distribuição espacial com as características do terreno.

Além da elevação, podem ser incluídas nesses modelos várias outras feições do terreno, referentes ao tipo de solo, posse, valor da propriedade, uso da terra, profundidade do leito da rocha matriz e outros, surgindo a partir de então a expressão DEM ou Modelo Digital de Elevação – MDE, que se refere aos modelos que consideram como característica do terreno, apenas a elevação (DOYLE, 1978). No Brasil, os conceitos e definições referentes aos modelos digitais encontram-se nas diretrizes da segunda edição da Norma da Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais – ET-PCDG, publicada em 2016, por meio da Diretoria de Serviço Geográfico – DSG.

Diante disso, o MDE é definido como um produto cartográfico obtido a partir de um modelo matemático que representa um fenômeno, de forma contínua, através de dados adequadamente estruturados e amostrados do mundo real. A função matemática que gera o modelo é contínua, ou seja, para cada ponto planimétrico existe apenas um valor altimétrico associado a ele (DSG, 2016). Com o avanço tecnológico, uma das formas de obtenção desse produto tem sido o uso do laser scanners aerotransportados. Essa tecnologia se destaca por viabilizar os custos de aquisição de forma rápida e em um prazo curto de tempo, como também a qualidade do produto em alta resolução.

A definição para o MDE pode ser encarada como um termo amplo, visto que, outros modelos digitais são definidos a partir dele. Dessa forma, ele pode ser dividido em dois tipos de representação sendo o Modelo Digital de Superfície – MDS definido quando se considera a representação dos acidentes naturais e artificiais sobre o solo. O outro tipo é definido, quando o MDE está associado à representação do solo exposto, ou seja, desconsiderando esses acidentes, sendo denominado Modelo Digital de Terreno – MDT (BURROUGH,1986). Diante dessas definições, pode-se observar os aspectos representados na Figura 11, entre MDS e MDT.

Figura 11 - Representação da diferença entre MDS e MDT



Fonte: Braghirolli (2017)

Segundo Alexandrini Jr. (2005), essas representações são definidas através de um grande número de pontos plano-altimétricos e geralmente estão relacionados na forma de uma grade que pode ser regular ou irregular ou numa estrutura denominada Triangular Irregular Network – TIN. As superfícies são originadas a partir desses pontos, conforme a composição desses dados ou feições integrantes, que geram um modelo digital específico. Diante disso, a grade regular é um modelo digital que aproxima superfícies através de um poliedro de faces retangulares. Já a grade irregular triangular, cada polígono que forma uma face do poliedro é um triângulo e os vértices desse triângulo são geralmente pontos amostrados da superfície (INPE,2021).

De acordo com El-Sheimy et al. (2005), o processo de interpolação é descrito como a estimativa da informação em locais não observados, através de observações tomadas em sua vizinhança. Os interpoladores também são utilizados para efetuar reamostragem para geração de grade regular, como também realizar conversão da estrutura de dados em que o modelo utiliza para representar a superfície. Segundo Yamamoto (1998), para que haja uma correta aplicação das funções de interpolação, se faz necessário conhecer a priori o comportamento relacionado ao fenômeno e além disso, compreender alguns parâmetros referentes a exatidão dos resultados, suavização da superfície resultante, limitação do método utilizado, problemas computacionais e a eficácia do algoritmo.

Desse modo, a qualidade na estimativa de valores não amostrados depende basicamente da densidade e qualidade dos dados e da escolha do método de interpolação. Conforme Ozdamar et al. (1999), os interpoladores podem ser classificados como globais ou locais, exatos ou inexatos, determinísticos ou estocásticos e graduais ou abruptos. Nesta

pesquisa foi utilizado o interpolador determinístico de médias ponderadas, denominado Inverso do Quadrado da Distância (IQD) ou Inverse Distance Weighting – IDW.

Este método permite o usuário definir o número de pontos a ser utilizado na estimativa e também estabelecer parâmetros de busca por vizinhança. Dessa forma, a interpolação é realizada utilizando como base a nuvem de pontos. De acordo com este método, quanto mais distante de um ponto o observador estiver do estimador, menor será seu peso, ou seja, menor será sua influência sobre o valor de inferência (SOUZA, 2010). O IQD é determinado através da equação (37):

$$\hat{Z}_i = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^2} * Z_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^2} \right)} \quad (37)$$

Onde:

\hat{Z}_i é o valor interpolado;

Z_i é o valor do atributo amostrado;

d_i é a distância euclidiana entre o ponto amostrado e o estimado.

3.5.4 Legislação Cartográfica e o Padrão de Qualidade Posicional no Brasil

As bases da cartografia brasileira bem como as suas diretrizes, foram estabelecidas em 28/02/1967, através do Decreto Lei de nº 243, com o intuito de criar uma estrutura cartográfica para atender os reclamos do desenvolvimento econômico e social do país e também da segurança nacional. Além disso, determina que às atividades cartográficas subsidie o Sistema Cartográfico Nacional – SCN.

Ao longo do tempo, este decreto passou por algumas alterações, sendo incluídas as atribuições para a Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR. Dessa forma, as diretrizes mencionam os órgãos responsáveis por estabelecerem as Normas Técnicas, sendo eles: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a Diretoria do Serviço Geográfico – DSG, a Diretoria de Hidrografia e Navegação e a Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo.

Posteriormente, foi publicado o Decreto de nº 89.817 definido em 20 de junho de 1984, alterando o Decreto de nº 243. Segundo o Decreto, toda a carta elaborada no Brasil deve ser classificada conforme as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Perante o exposto, essas instruções estabelecem os procedimentos e padrões mínimos de qualidade a serem adotados no desenvolvimento das atividades cartográficas. Esses padrões podem ser planimétricos ou horizontais e altimétricos ou verticais.

Os padrões de exatidão planimétricos são definidos em função do denominador da escala, já os padrões de exatidão altimétricos são definidos em função da equidistância entre as curvas de níveis. Para Nogueira (2003), o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC é um conjunto de critérios e normas que presidem as etapas na determinação e quantificação da exatidão de uma carta. Trata-se de um indicador estatístico de dispersão, referente a 90% de probabilidade, que define a exatidão dos produtos cartográficos analógicos.

Os critérios de exatidão posicional e precisão da carta para planimetria e altimetria são avaliados separadamente e classificados em função dos valores definidos para o PEC, levando em consideração o Erro Padrão – EP, determinando a classe que o produto irá se enquadrar, conforme demonstrado nas Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 5 - Padrões de Exatidão Planimétrico

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

Fonte: Brasil (1984).

Tabela 6 - Padrões de Exatidão Altimétrico

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

Fonte: Brasil (1984)

Onde:

PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica;

DE – Denominador da escala da carta;

eq – Equidistância entre as curvas de níveis;

EP – Erro Padrão

Com a evolução tecnológica, a disseminação de conhecimento, a popularização de equipamentos que utilizam dados e informações geoespaciais e as demandas dos usuários, mostraram a necessidade de serem estabelecidos novos padrões de qualidade para produtos cartográficos. Para atender a tais demandas, houve uma alteração nos padrões de qualidade, determinados no Decreto nº 89.817, sendo lançada em 2015, a primeira edição da norma intitulada Especificação Técnica de Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais – ET –

ADGV, sendo estabelecido o Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais – PEC-PCD (DSG, 2015).

Já no ano de 2016, foi lançada a 2ª edição da norma ET-ADGV, mantendo os parâmetros relacionados ao PEC-PCD. Diante disso, para que o produto digital possa ser aceito como um produto de referência no SCN e conseqüentemente para a INDE, ele deve atender aos seguintes requisitos, segundo a DSG (2016):

1. 90% dos erros dos pontos coletados no produto cartográfico, quando comparados com suas coordenadas levantadas em campo, por métodos de alta precisão, devem apresentar os valores iguais ou inferiores de erro máximo (EM), previstos para cada produto;
2. Deve ainda apresentar valores de EP também iguais ou inferiores aos previstos nas tabelas do PEC-PCD.

De acordo com as normativas, os produtos digitais foram classificados em quatro classes, A, B, C e D, tendo como norteador o Decreto 89.817. As classes A, B e C do PEC correspondem agora as classes B, C e D para o PEC-PCD, o que torna o processo ainda mais rigoroso. De acordo com as Tabela 7 e Tabela 8, as escalas abordadas são 1:1000; 1:2000; 1:5.000; 1:10.000; 1:25.000; 1:50.000; 1:100.000 e 1:250.000 (DSG,2016). Para a presente pesquisa, a escala adotada é a 1:1000, por trazer uma maior riqueza de detalhes na área urbana, devido a densificação das unidades imobiliárias.

Tabela 7 - Padrão de Exatidão Cartográfica da Planimetria dos Produtos Cartográficos Digitais

PEC ⁽¹⁾	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	EP ⁽³⁾	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-	A ⁽²⁾	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
A	B ⁽¹⁾	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
B	C ⁽¹⁾	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
C	D ⁽¹⁾	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: DSG (2016)

Tabela 8 - Padrão de Exatidão Cartográfica Altimétrico dos Pontos Cotados e do MDT, MDE e MDS

PEC-PCD ⁽⁴⁾	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	EP ⁽³⁾	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP	PEC	EP
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(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: DSG (2016)

Em 2016, foi publicada outra normativa denominada Especificação Técnica para o Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), baseada nas normas de qualidade ISO 19157/2013, que estabelece os princípios referente a qualidade dos dados geográficos, a ISO 28591/1999, que define esquemas de amostragem indexados pelo limite de qualidade aceitável para a inspeção lote a lote e a ISO 28592/1985, que define os planos de amostragem indexados pela qualidade limite para a inspeção de lotes isolados (DSG, 2016).

Diante disso, um dos cinco elementos da qualidade de um dado geográfico estabelecido por esta norma é a acurácia posicional. Para a ET-CQDG (2016), a acurácia posicional diz respeito à qualidade da posição geográfica das coordenadas do conjunto de dados geoespaciais, sendo obtida a partir do cálculo das diferenças entre as coordenadas de feições em uma fonte de maior referência e seus pontos homólogos no produto a ser avaliado, comparando o desvio padrão obtido com o valor correspondente à escala do produto e verificando se o produto possui acurácia posicional mínima exigida (MARANHÃO, 2013).

Dessa forma, um dos padrões aplicados aos produtos cartográficos digitais é o Padrão de Acurácia Posicional – PAP. Este instrumento indica o PEC de um produto geoespacial, baseado no Erro Máximo admissível (EM) e no Erro Padrão (EP). O Decreto de 1984, ressalta a equivalência nas expressões para Erro Padrão, Desvio Padrão e Erro Médio Quadrático. Assim, as análises estatísticas para a avaliação da acurácia posicional tanto planimétrica quanto altimétrica descritas na ET-CQDG (2016), permitem compará-las aos padrões do PEC-PCD.

Conforme a ET_CQDG (2016), os procedimentos aplicados referentes a planimetria e altimetria para a classificação do produto cartográfico digital, são descritos conforme os seguintes passos:

- 1) Selecionar os pontos de controle com precisão pelo menos três vezes superior ao produto que será avaliado;
- 2) Calcular o erro em cada componente planimétrica e o mesmo equivale para a componente altimétrica, para o universo de pontos considerados, conforme as expressões:

$$\text{Planimetria} \begin{cases} e_x = X_t - X_r \\ e_y = Y_t - Y_r \end{cases} \quad (38)$$

$$\text{Altimetria} \{e_z = Z_t - Z_r \quad (39)$$

Sendo:

e_x e e_y : erro planimétrico para a coordenada X e para a coordenada Y;

e_z : erro altimétrico em Z ;

X_t , Y_t e Z_t : coordenadas do ponto testado;

X_r , Y_r e Z_r : coordenadas do ponto de controle ou de referência

3) Para planimetria, calcular a componente horizontal dos erros para cada ponto “i” da amostra, conforme a expressão:

$$e_{Hi} = \sqrt{e_{xi}^2 + e_{yi}^2} \quad (40)$$

4) Calcular o Erro Médio Quadrático (EMQ) dos erros da amostra:

$$EMQ_H = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (e_{Hi}^2)}}{n} \quad (41)$$

$$EMQ_Z = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (e_{Zi}^2)}}{n} \quad (42)$$

Sendo:

EMQ_H : Erro Médio Quadrático Planimétrico;

EMQ_Z : Erro Médio Quadrático Altimétrico.

Comparar cada valor de e_{Hi} para planimetria e e_{Zi} para altimetria com o erro máximo admissível (EM) da tabela PEC-PCD para cada classe. O produto irá se enquadrar onde tiver pelo menos 90% de pontos com erro inferior ao EM. Se nenhum valor for correspondente, o resultado será “não conforme” e encerra-se a medida.

5) Comparar o valor de EMQ_H na planimetria e EMQ_Z na altimetria com o erro padrão da tabela PEC-PCD para a classe identificada, conforme o passo 5. Sendo menor, o resultado é a classe encontrada no passo 5. Já se for maior, caminha-se na tabela PEC-PCD até que um valor menor seja encontrado. Caso não seja encontrado, a medida resulta em “não conforme”. As análises para planimetria e altimetria no PEC_PCD são efetuadas separadamente, uma vez que ainda não foi atribuída uma análise tridimensional.

3.5.5 Determinação da acurácia posicional tridimensional

Diante das diretrizes estabelecidas no Decreto nº89.817/1984, nota-se que as avaliações planimétricas e altimétricas dos produtos cartográficos digitais são efetuadas

separadamente. Porém, em alguns trabalhos realizados como afirma Santos (2015), a maneira mais eficiente de se determinar a qualidade do produto digital para o PEC-PCD é realizar este tipo de análise de forma conjunta. Dessa forma, os autores Lisboa et al (2019), desenvolveram uma metodologia com o intuito de avaliar a acurácia tridimensional dos produtos, a partir de um elipsoide de incertezas.

A metodologia descrita em Lisboa et al (2019) foi utilizada nesta pesquisa, com o intuito de analisar o erro posicional esférico, estabelecido nas novas diretrizes da REURB, através do Decreto nº 9.310/2018. Também chamado de Erro Médio Quadrático – EMQ, o erro posicional esférico determina a acurácia dos dados analisados. Assim, a metodologia proposta pelos autores apresenta uma integração dos conceitos abordados no Decreto nº 89.817/1984 e as normas da DSG, intitulada ET-CQDG (2016), através de um elipsoide cujos eixos são dados pelas tolerâncias determinadas no referido decreto.

O elipsoide de referência é definido através da equação (43), sendo seus numeradores as coordenadas dos pontos e os seus denominadores, os semieixos da figura geométrica (LISBOA et al, 2019).

$$\frac{(X - X_0)^2}{a^2} + \frac{(Y - Y_0)^2}{b^2} + \frac{(Z - Z_0)^2}{c^2} = 1 \quad (43)$$

Segundo os autores, a norma define a tolerância para a resultante planimétrica, então foi preciso unir os termos planimétricos X e Y em uma única componente, resultando em um elipsoide biaxial, conforme a equação (44) (LISBOA et al, 2019).

$$\frac{(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2}{a^2} + \frac{(Z - Z_0)^2}{c^2} = 1 \quad (44)$$

Com o intuito de analisar as amostras que se encontram no interior do elipsoide, os autores propuseram que para o modelo biaxial se adequar as diretrizes do referido decreto, se faz necessários que os semieixos a e c sejam substituídos pelas tolerâncias planimétricas e altimétricas. Assim, a equação do elipsoide biaxial resultará em uma inequação, conforme apresentado na equação (45).

$$\frac{(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2}{Tol_p^2} + \frac{(Z - Z_0)^2}{Tol_a^2} \leq 1 \quad (45)$$

Para que o produto seja classificado pelo PEC-PCD, as normas estabelecem que 90% dos erros pontos tenham erro inferior ao Erro Máximo permissível. Desse modo, os autores propõem que as coordenadas do produto X, Y e Z sejam substituídas pela Raíz Média Quadrática (RMS) em cada componente e os denominadores da inequação, devem ser substituídos pelo Erro Padrão planimétrico e pelo Erro Padrão altimétrico, conforme a equação (46).

$$\frac{RMS_X^2 + RMS_Y^2}{EP_p^2} + \frac{RMS_Z^2}{EP_a^2} \leq 1 \quad (46)$$

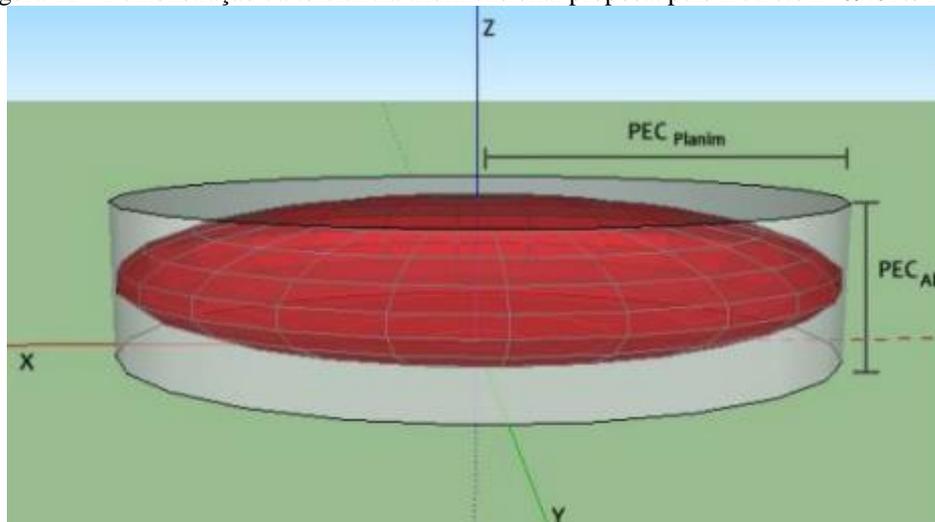
Sendo:

EP_p^2 = Erro Padrão planimétrico;

EP_a^2 = Erro Padrão altimétrico

A proposta dos referidos autores utiliza a representação geométrica de um elipsoide, que estabelece as análises tridimensionais de maneira conjunta. Já as análises individuais das tolerâncias, são representadas por um cilindro, onde a tolerância planimétrica é representada pela base que é um círculo e a tolerância altimétrica pela altura, ilustrada na figura 13 (LISBOA et al., 2019).

Figura 12 - Demonstração da tolerância tridimensional proposta pelo Decreto nº 89.817/1984



Fonte: Lisboa et al. (2019).

3.6 ASPECTOS GERAIS DAS BASES CADASTRAIS NO BRASIL

Durante a década de 1982, foi implementado o projeto de Unificação de Bases Cadastrais (UNIBASE), através da Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de

Pernambuco - CONDEPE FIDEM, com o objetivo de administrar os interesses da Região Metropolitana do Recife (RMR). Este projeto foi desenvolvido para integrar a base cartográfica em escala cadastral da RMR, onde contemplasse todos os elementos do espaço urbano com o intuito de subsidiar tomadas de decisões sobre obras viárias, de saneamento, de iluminação elétrica, cadastros técnicos de imóveis urbanos, entre outras (FIDEM, 2018).

Hoje as UNIBASES são atualizadas através das Informações Geográficas do Recife – ESIG, por meio dos voos aerofotogramétricos na RMR. Porém não se pode dizer que o projeto UNIBASE atenda as diretrizes de um CTM, uma vez que o cadastro não recebe e nem compartilha informações com outras bases. Para Silva et al (2020), grande parte dos municípios brasileiros não possui de fato um CTM implementado, mas um SIG, composto por um banco de dados integrado que permite o gerenciamento das informações municipais, como é o caso do ESIG, que é considerado um WebSIG.

A chamada aplicação webmapping refere-se a aplicativos que permitem à visualização de dados geográficos por meio de uma interface web, possibilitando ao usuário que realize pouca ou nenhuma análise espacial. Por outro lado, o WebSIG permite o acesso a todos os elementos de um SIG mediante a web, possibilitando ao usuário utilizar técnicas de consultas, visualização e representação para realizar diversos tipos de análises, fatos que distinguem o WebSIG de um simples servidor de mapas (AMORIM, 2018).

De acordo com Câmara et al. (1996), os Sistemas de Informação Geográfica – SIG são ferramentas auxiliares que permitem parametrizar modelos de planejamento e visualizar os dados de forma gráfica e estes quando são usados para gerenciar dados cadastrais, são chamados de Sistemas de Informação Territorial – SIT. Ainda conforme os autores, o SIT tem como principal função, integrar dados espaciais de dados cartográficos, censitários e de cadastro, de imagens de satélites, redes de pontos e modelos numéricos do terreno, utilizando uma base única de dados.

Assim como Recife, a Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes vem desenvolvendo um sistema com dados integrados com fins multifinalitário, denominado Sistema Integrado de Administração Tributária (SIAT), como demonstrado na Figura 13, porém ainda não se encontra disponível para consulta pública. A sua atualização é efetuada pelo Núcleo de Georreferenciamento do Cadastro Imobiliário, através de projeto inicial aprovado para os imóveis e remembramentos ou desmembramentos dos terrenos.

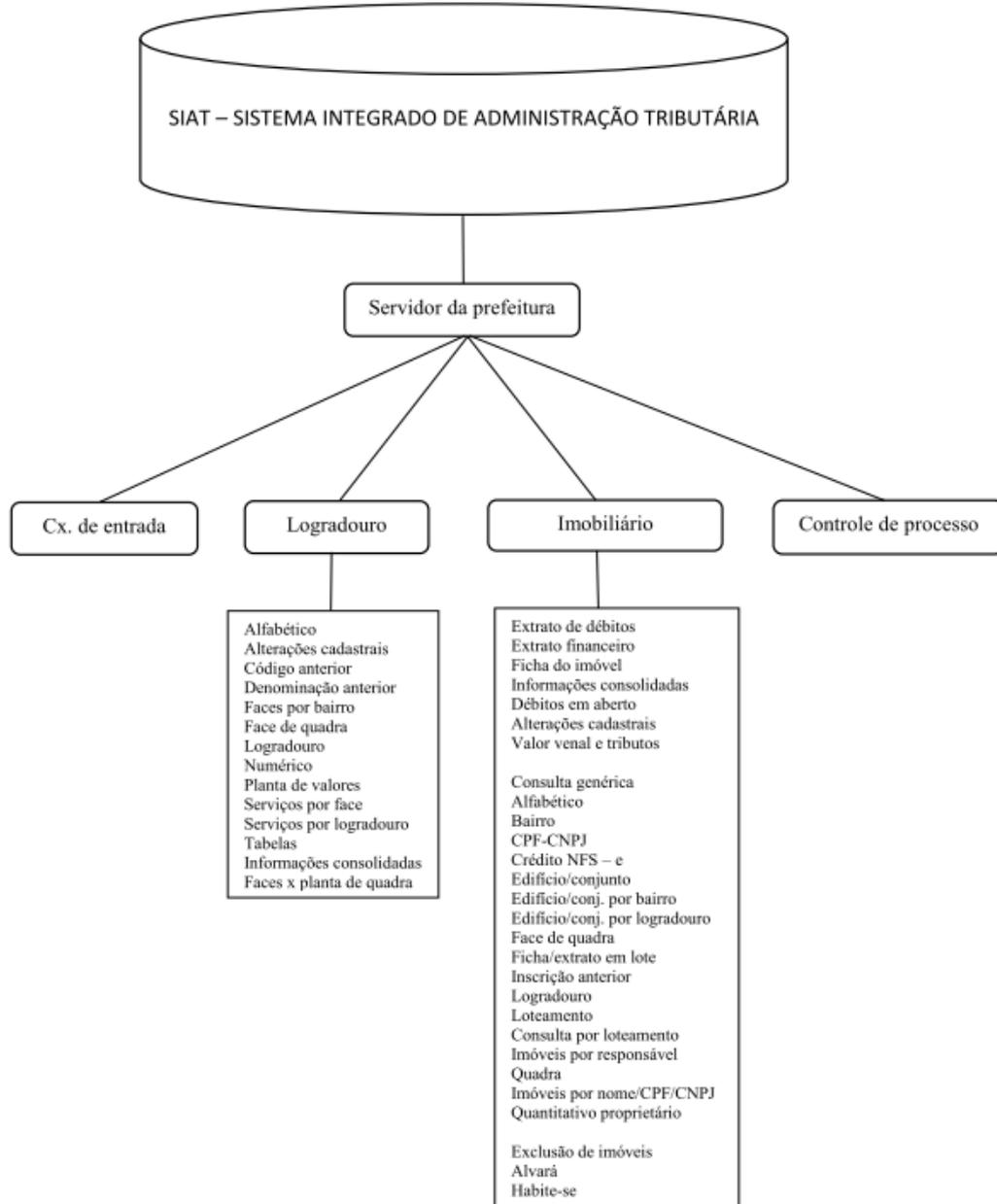
Figura 13 - Recorte da interface do SIAT

 PREFEITURA DO JABOATÃO DOS GUARARAPES SEFAZ - SECRETARIA EXECUTIVA DA RECEITA FICHA DO IMÓVEL	
Identificação do Imóvel	
Inscrição:	- Ver Mapa Sequencial:
Endereço:	
	Cep: 54310-610
Loteamento:	57 00000 00000 - SITIO CINCO IRMAOS - 4 TRECHO
Zoneamento Urbanístico:	ZEA ; ZAM ; ZHC-1
Edifício:	
Insc Anterior:	0000000000 0000 Natureza:
Identificação do Proprietário	
Nome:	
CPF/CNPJ:	Tipo Pessoa
E-mail:	

Fonte: Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes (2019).

O SIAT é um sistema que possui semelhanças com o ESIG, pois além dos dados referentes a identificação do imóvel, como a inscrição imobiliária, endereço oficial, loteamento e o sequencial correspondente, o zoneamento urbanístico, ele também mostra a demarcação dos lotes. Desse modo, o SIAT possibilita a conexão dos dados descritivos do imóvel com os dados descritivos do proprietário, disponíveis no campo “identificação do proprietário”, tais como: nome, CPF ou CNPJ, e-mail e endereço, descritas na ficha do imóvel, conforme demonstrado no mapa cognitivo do SIAT, Figura 14.

Figura 14 - Mapa cognitivo do SIAT



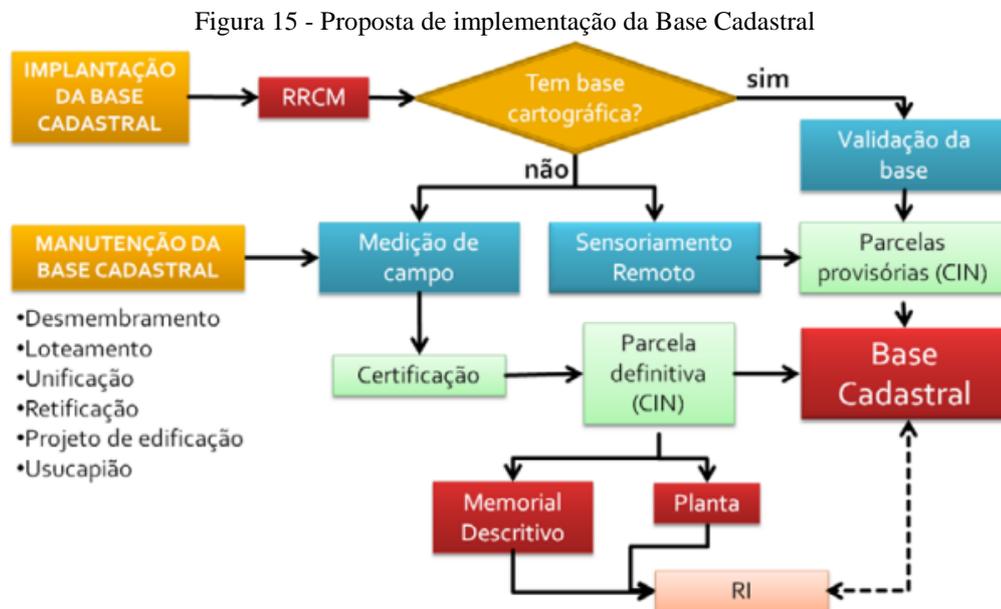
Fonte: A Autora (2023).

Também é possível extrair as dimensões da unidade cadastrada, como área total e demais informações do terreno, referentes a configuração, ocupação e topografia, bem como as benfeitorias da unidade, caso possua aceite-se, habite-se, o regime de ocupação entre outros. Através de sua interface, ainda é possível visualizar o imóvel em 3D, pois está conectado com o Street View do Google Maps.

Para Davidoff e Reiner (1973) e Hopkins (2001), o planejamento urbano pode ser definido como o processo onde são estabelecidos os objetivos relativos ao desenvolvimento físico-territorial, referente a uma determinada área ou de toda a cidade. De acordo com Pereira (2009), a gestão municipal possui informações espaciais e por meio do

geoprocessamento das informações gráficas, têm-se a oportunidade de se construir uma base importante para o processo decisório, onde o CTM atua como um instrumento relevante para a administração de informações fundiárias.

Nesse sentido, França et al. (2018) propuseram um modelo de uma base cadastral com o intuito de otimizar os sistemas cadastrais brasileiros. Conforme os autores, entende-se que a base cadastral provisória pode ser obtida através de uma base cartográfica existente ou por meio de tecnologias como o sensoriamento remoto e aerofotogrametria, possibilitando a celeridade na elaboração do mapa parcelário. Para que a base cadastral se mantenha atualizada, é necessário incrementar informações que podem modificar a parcela existente, de modo a configurar uma nova parcela.



Fonte: França et al. (2018).

Para os autores, a proposta de um modelo demonstrado na Figura 15, o fluxograma apresenta a implantação de uma base cadastral que atende a realidade dos municípios brasileiros. Para isso, a Rede de Referência Cadastral Municipal – RRCM deverá ser materializada, de acordo com a NBR 14.166/2022. Posteriormente, averiguar se o município possui ou não uma base cartográfica e se existe, deverá ser validada gerando as parcelas provisórias e posteriormente as parcelas certificadas.

3.7 BANCO DE DADOS CADASTRAL

O Cadastro Imobiliário é constituído de dados provenientes de censos e levantamentos, sendo alguns deles alfanuméricos e outros cartográficos, como plantas, imagens ou fotografias. De acordo com a Portaria 511/2009, o CTM é constituído de arquivos de documentos originais de levantamento cadastral de campo, arquivo de dados alfanuméricos referentes às parcelas cadastrais e da carta cadastral. Para Loch e Erba (2007), um banco de dados alfanuméricos consiste em um conjunto organizado de dados relacionados a tópicos ou assuntos específicos e no caso do CTM, estes assuntos envolvem os aspectos econômicos, geométricos, jurídicos, sociais e ambientais.

Um Banco de Dados (BD) é uma coleção de dados armazenados em um local de modo que possamos recuperá-los, para, posteriormente, serem utilizados pelos sistemas de aplicação de uma determinada organização (DATE, 2003). Desse modo, é possível compreender que um BD é uma estrutura responsável por armazenar registros individuais de transações que se relacionam e podem ser inseridos, recuperados ou excluídos a qualquer momento e esta manipulação é feita através de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados – SGBD (ORDAKOWSKI et al., 2022).

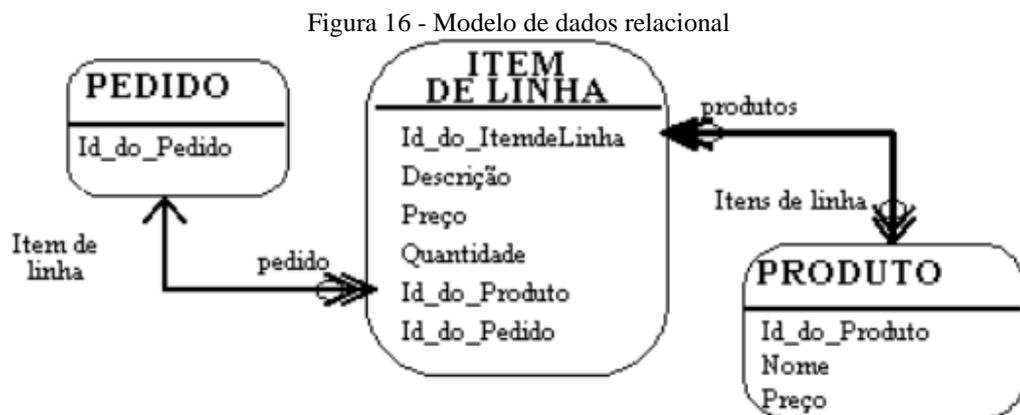
O SGBD é o conjunto de programas de computador (softwares), responsáveis pelo gerenciamento de base de dados, cujo objetivo principal é manter as informações e torná-las disponíveis quando solicitadas. Para Takai, Italiano e Ferreira (2005), os SGB's passaram a utilizar diferentes formas de representação ou modelos de dados, para descrever estrutura das informações contidas no banco de dados e entre esses modelos, são utilizados normalmente pelos SGBD's o modelo hierárquico, o modelo em redes, o modelo relacional e o modelo orientado a objetos.

O modelo hierárquico foi o primeiro a ser reconhecido e neste modelo os dados são estruturados em hierarquias ou árvores. Já o modelo em redes surgiu com a extensão do modelo hierárquico, eliminando o conceito de hierarquia e possibilitando que um mesmo registro esteja envolvido em várias associações. O modelo relacional é um modelo mais flexível e adequado ao solucionar vários problemas que se colocam no nível de concepção e implementação da base de dados.

A estrutura fundamental do modelo relacional é a relação (tabela). Uma relação é construída por um ou mais atributos (campos) que traduzem o tipo de dados a armazenar, e cada instância do esquema (linha) é chamada de tupla (registro). Assim o modelo relacional implementa estruturas de dados organizadas em relações (TAKAI, ITALIANO E

FERREIRA, 2005). Em um modelo relacional as entidades têm colunas e cada coluna é identificada por um nome e um tipo.

Conforme ilustrado na Figura 16, a entidade ITEM DE LINHA contém as colunas Id_do_ItemdeLinha (chave primária) ou (primary key), Descrição, Preço, Quantidade, Id_do_Produto, Id_do_Pedido (sendo as duas últimas chaves estrangeiras que vinculam a entidade ITEM DE LINHA às entidades PEDIDO E PRODUTO. O exemplo demonstra o modelo lógico e o relacionamento entre as tabelas PRODUTO E ITEM DE LINHA.



Fonte: CIN – UFPE (2023).

A chave primária ou primary key é o conceito mais básico relacionado à organização em um banco de dados, pois toda tabela possuirá uma única chave primária, que é utilizada como identificador único da tabela, sendo representada por aquele campo que não receberá valores repetidos. A chave primária possui algumas características e devem ser levadas em consideração ao se definir a chave primária, como por exemplo, a chave primária não pode ser nula, cada registro contém apenas uma única chave primária (DEVMEDIA, 2023).

Normalmente são incrementadas automaticamente pelo banco sem precisar passar o valor usando o insert e são as chaves para o relacionamento entre entidades ou tabelas da base de dados. Desse modo, haverá na tabela relacionada uma referência a essa chave primária, que será na tabela relacionada a chave estrangeira. No modelo físico, as relações são implementadas utilizando as referências de chave estrangeira/ chave principal. Se uma entidade estiver relacionada a outra, ela irá conter colunas que serão chaves estrangeiras, ou seja, a chave estrangeira dados que podem relacionar determinados registros na entidade a entidade relacionada.

Para Heuser (1998), o projeto de um novo banco de dados é realizado em duas etapas, sendo a primeira referente a modelagem conceitual e a segunda se trata do projeto lógico. Na primeira fase é construído um modelo conceitual, na forma de diagrama entidade-

relacionamento. Este modelo captura as necessidades da organização em termos de armazenamento de dados de forma independente da implementação. A etapa do projeto lógico tem como objetivo transformar o modelo conceitual em um modelo lógico. Este modelo define como o banco de dados será implementado em um SGBD específico.

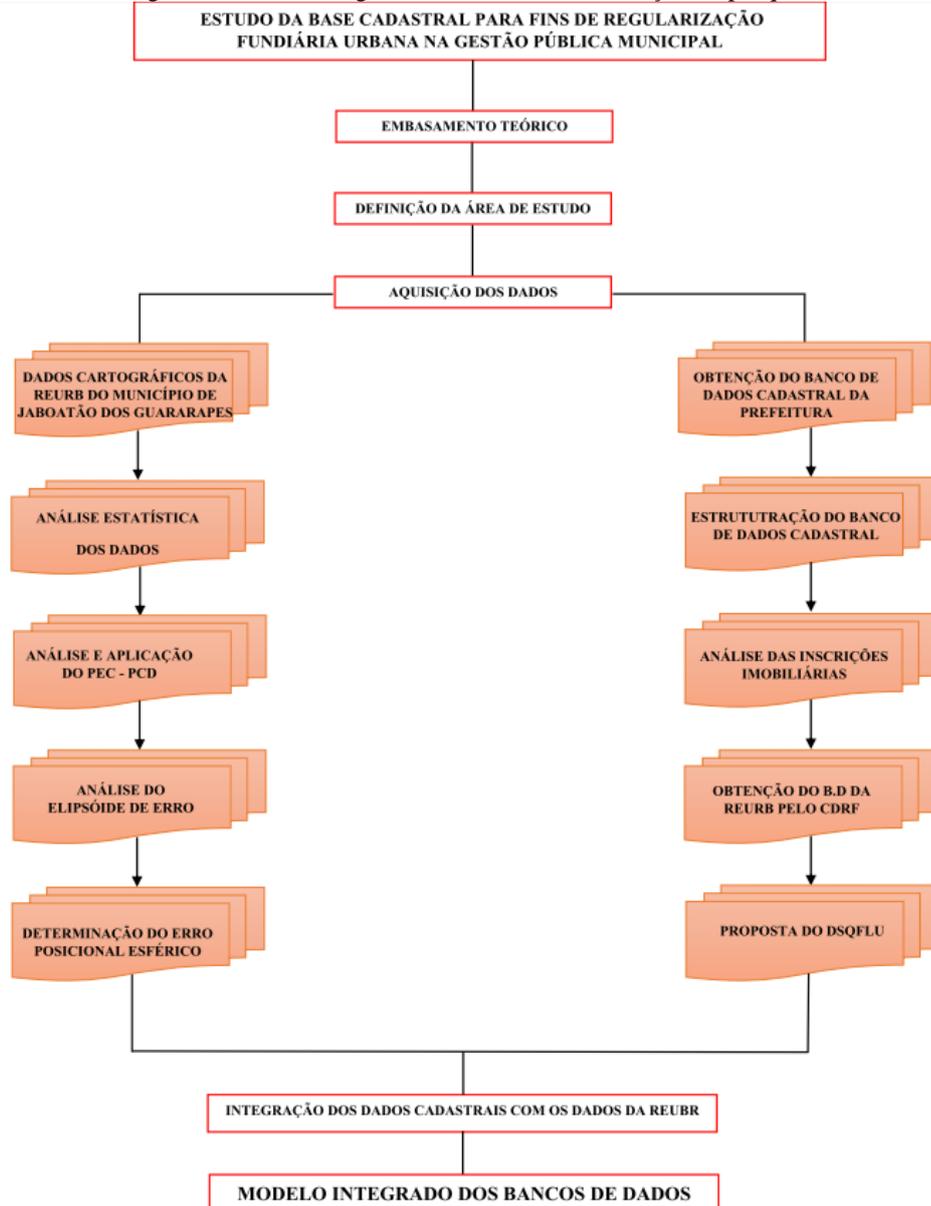
Para Bazzi (2013), após a modelagem do banco de dados, no qual ficaram definidas as entidades, atributos, relacionamentos, tipos de dados e restrições que o mesmo deve conter, é preciso implementar o SGBD, para gerenciar os dados a serem armazenados. Para realizar esta implementação, utiliza-se uma determinada linguagem, sendo mais conhecida e padronizada praticamente em todo o banco de dados à linguagem SQL (Structured Query Language), que foi desenvolvida para trabalhar com manipulação de dados em um banco de dados, tornando-se padrão internacional de acesso a banco de dados.

Segundo Fonseca (2020), a linguagem SQL utiliza os termos tabela, linha e coluna para os termos relacionais relação, tupla e atributo. O principal comando para definição é o CREATE, que pode ser utilizado para criar esquemas, tabelas, tipos entre outros. Para cada atributo se faz necessário especificar o tipo de dados, se é um tipo inteiro (INT), FLOAT (número decimal), CHAR (caractere), VARCHAR (sequência de caracteres), DATE (data, dentre outros. Ainda é possível adicionar a declaração NOT NULL, indicando que não pode haver tuplas dessa relação sem valor para o dado atributo.

4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a estrutura metodológica da referida pesquisa, com o intuito de atender aos objetivos pretendidos, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 - Metodologia adotada durante a execução da pesquisa



Fonte: A Autora (2023).

A primeira etapa da pesquisa consiste na composição do embasamento teórico, apresentando a estruturação dos sistemas cadastrais no âmbito internacional e as atuais normativas aplicadas ao cadastro brasileiro, bem como a importância do cadastro para a regularização fundiária no Brasil, as implicações que o Decreto de nº 9.310/2018 trouxe e suas consequências. Foram abordadas ainda questões como obtenção, qualidade e

gerenciamento dos dados e as geotecnologias aplicadas no levantamento dessas informações, verificando a acurácia posicional. Também foi possível explicar a classificação estabelecida pelo PEC-PCD, os métodos estatísticos aplicados para a classificação dos produtos, e também uma proposta metodológica com uma avaliação planialtimétrica, que ainda não está definida em norma.

A segunda etapa consiste na definição da área de estudo, cujo município determinado foi Jaboatão dos Guararapes. A cidade foi escolhida devido aos novos objetivos traçados pela prefeitura, tanto no desenvolvimento no uso das informações cadastrais, quanto na aplicação da REURB para os Córregos da Batalha e Balaio, áreas passíveis de regularização fundiária que teve início em 2014 até 2016. A terceira etapa se refere na aquisição dos dados que consiste na aquisição dos produtos cartográficos (MDT e ortofotos), na aquisição dos dados obtidos através de levantamento topográfico e por GNSS no Córrego da Batalha. Para obtenção do primeiro resultado proposto na metodologia, foram realizadas as análises estatísticas, análise do PEC-PCD, análise do elipsoide de erro proposto em Lisboa et al., 2019 e dessa forma obtendo as análises para o erro posicional esférico das unidades cadastrais da REURB.

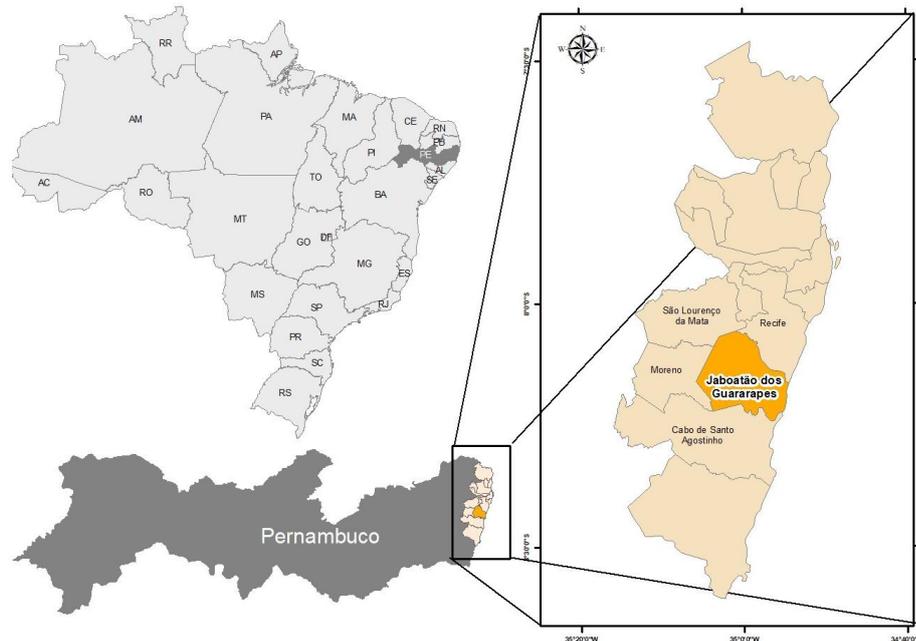
O segundo objetivo proposto, refere-se as análises do banco de dados cadastral da prefeitura e o banco de dados da REURB. Dessa forma foi possível estruturar o banco de dados e também analisar as inscrições imobiliárias contidas no banco cadastral da prefeitura e as inscrições imobiliárias contidas na *shapefile*, por meio da tabela de atributos. Também foi analisado o banco de dados da REURB e a partir disso, foi proposto uma chave de ligação entre os bancos denominada DSQFLU, que se refere ao Distrito, Setor, Quadra, Face de quadra, Lote e Unidade Imobiliária. Desse modo, o DSQFLU foi proposto para ser utilizado como uma chave incomum entre os bancos para a modelagem do banco cadastral integrado.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Jaboatão dos Guararapes surgiu durante o final do século XVI, na confluência de dois rios, o rio Jaboatão e o rio Duas Unas, sendo palco de lutas heroicas como a Batalha dos Guararapes. Situa-se a apenas 14 quilômetros do Recife, se destaca por ser um dos mais próspero e atua como um importante marco regulador da economia e de políticas públicas. O centro da cidade de Jaboatão, conhecido como Jaboatão Antigo ou Velho, é uma das áreas mais ricas em monumentos históricos de valor cultural.

A antiga sede do município conserva ainda algumas características de uma cidade interiorana e colonial, com aspectos que nos remetem a um passado distante. Limita-se com os municípios de Recife, Cabo de Santo Agostinho, Moreno e São Lourenço da Mata, com coordenadas geográficas de 8° 06' 43" S de latitude e 35° 00' 55" W de longitude e tem a sua região subdividida em sete regiões político administrativa. A Figura 18, apresenta a localização da cidade de Jaboatão dos Guararapes.

Figura 18 - Mapa de localização do município de Jaboatão dos Guararapes



Fonte: A Autora (2023).

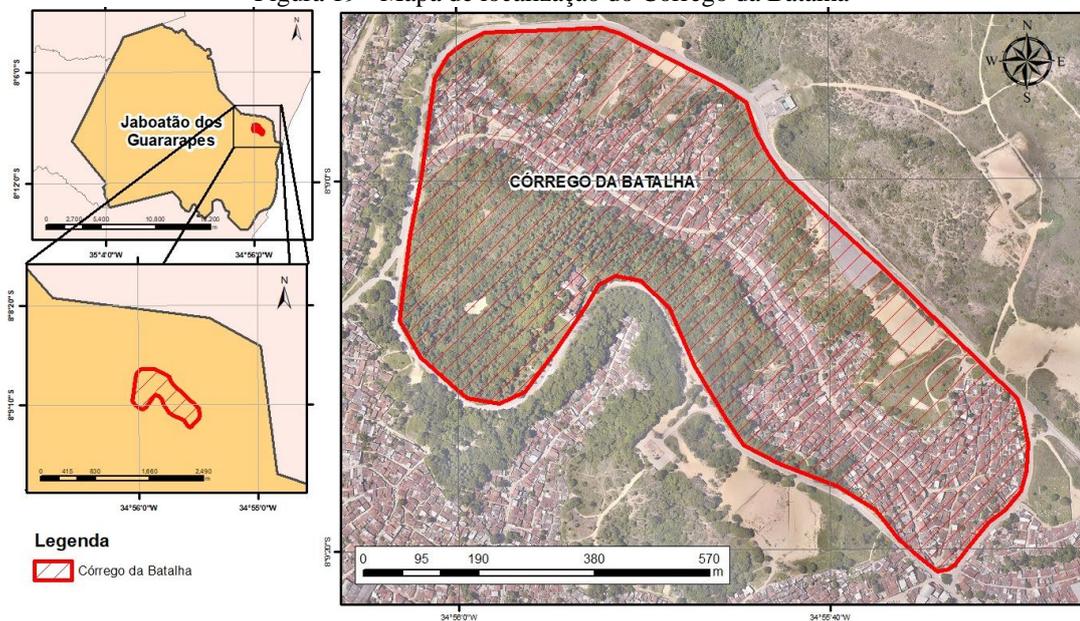
A escolha do município deu-se a partir dos projetos de regularização fundiária que vem sendo desenvolvidos, especificamente para o assentamento informal Córrego da Batalha. A sua ocupação foi iniciada por volta de 1940, em parcela da área tombada de domínio da União no Parque Histórico Nacional dos Guararapes (PHNG). De acordo com Ribeiro (1989), a ocupação registrada no início da década de 1940 na área correspondente hoje ao Parque Histórico Nacional dos Guararapes, foi desencadeada nas localidades do Córrego da Batalha e Rio das Velhas e teve a participação dos beneditinos.

Eles concederam essas terras para o plantio e criação de animais, por meio da cobrança do foro. No entanto, esta convivência pacífica com os posseiros durou até a década de 1950, quando houve um aumento na aglomeração de pessoas na região. Três anos depois, houve uma tentativa por parte dos beneditinos que despertou um movimento preservacionista, com o objetivo de proteger esta área da pressão imobiliária, resultando no seu tombamento em 1961.

No ano seguinte, ocorreu uma invasão organizada com cerca de 850 famílias no Córrego da Batalha, localizado na área central do Parque (IPHAN,2010). Posteriormente, a propriedade foi desapropriada dos beneditinos e em 1971 foi criado o Parque Histórico Nacional dos Guararapes (MONTENEGRO, 2014).

Para Campos et al (2018), o histórico da ocupação é ressaltado por conflitos instaurados na área ocupada em busca do reconhecimento do assentamento e das conquistas que asseguram a permanência da comunidade no local. O assentamento informal Córrego da Batalha ocupa uma área de 18,86 ha do Parque Histórico Nacional dos Guararapes (PHNG), conforme a Figura 19.

Figura 19 - Mapa de localização do Córrego da Batalha

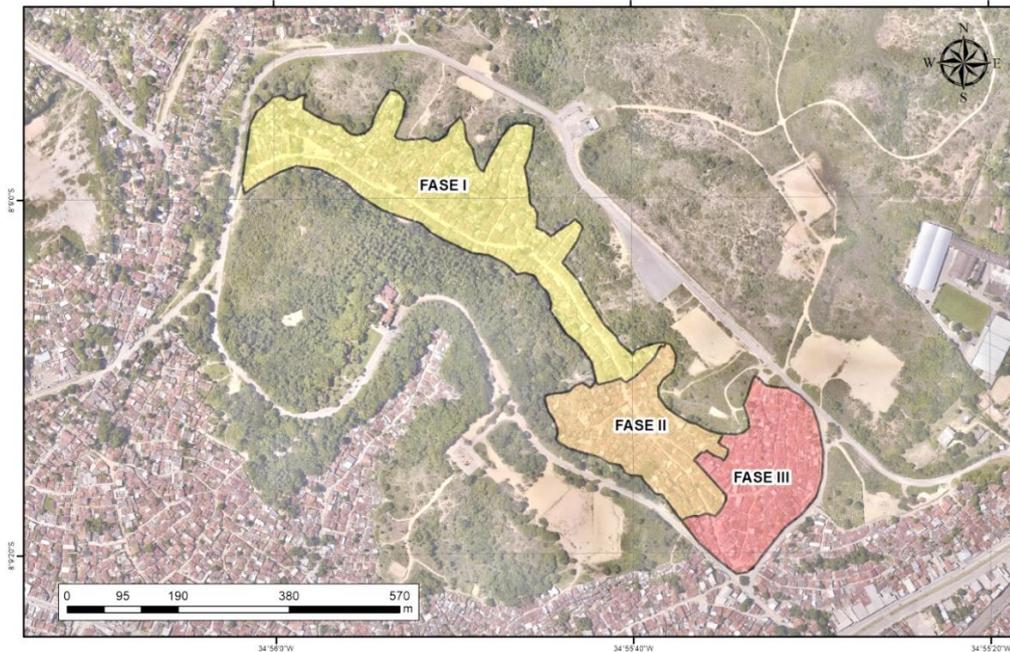


Fonte: A Autora (2023).

A área é objeto de estudo do Plano de Regularização Fundiária do Assentamento Habitacional na Área de Domínio da União do Parque Histórico Nacional dos Guararapes – PE (2015), Projeto de Extensão Universitária da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE em parceria com Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN e a Secretaria do Patrimônio da União – SPU.

O processo de regularização fundiária encontra-se em andamento e tem por finalidade atender aos critérios normativos da nova lei de Regularização Fundiária de nº 13.465/2017. As primeiras etapas no processo de regularização fundiária, consiste em analisar os planos urbanísticos junto ao município, bem como efetuar os levantamentos físico e social. Dessa forma, o perímetro de concentração da densidade imobiliária situada no Córrego da Batalha foi dividido em três fases: Fase I, Fase II e a Fase III, conforme a Figura 20.

Figura 20 - Fases de elaboração da REURB



Fonte: A Autora (2023).

4.2 AQUISIÇÃO DE DADOS

Para o desenvolvimento da metodologia que foi empregada nesta dissertação, fez-se necessário o uso dos dados e softwares descritos a seguir:

- Dados LiDAR (densidade média de $4,0/m^2$) cedidos pela Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes;
- Ortoimagens cedidas pela Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes (anos de 2015 e 2016) com GSD de 0,10m;
- Banco de dados cadastral da cidade de Jaboatão dos Guararapes;
- ArcGis 10.3;
- AutoCadMap 2016;
- Excel (versão 2010);
- Software AstGeoTop (GARNÉS, 2023);
- Software CDRF (GARNÉS, 2023);
- Consulta em 2019, ao Sistema Integrado de Administração Tributária –SIAT, na Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes;
- MySQL Workbench 8.0 CE;
- MySQL 8.0 Command Line Client;
- Dados espaciais georreferenciados em formato *Shapefile* (.shp).

4.3 MÉTODOS

Nesta primeira etapa, são demonstrados o processamento das informações a partir do MDT em relação aos pontos de controle coletados em campo, como também a verificação da qualidade da nuvem de pontos LiDAR. No primeiro momento, foi feita a verificação dos pontos de controle naturais, obtidos por GPS utilizando o método estático rápido e RTK.

A campanha foi realizada entre os anos de 2014 a 2016 e faz parte do Projeto de Extensão Universitária promovido pela Universidade Federal de Pernambuco em parceria com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN e a Secretaria do Patrimônio da União – SPU.

Segundo Droneng (2015), os pontos de controle são pontos com coordenadas conhecidas e são utilizados com o objetivo de melhorar a precisão do levantamento. Geralmente são coletados por meio de um levantamento estático com GNSS, onde são utilizados dois receptores, sendo um denominado Base e o outro Rover.

Eles podem ser do tipo natural, quando são encontrados no próprio solo, por exemplo, tampas de bueiro, meio-fio, quinas de muro ou qualquer outro objeto que possa ser identificado nas ortoimagens. Já os alvos artificiais são pontos materializados no solo, sendo frequentemente utilizados para levantamentos com drone. Durante a campanha para o projeto de regularização fundiária no Córrego da Batalha, foram obtidos 17 pontos de controle, onde o ponto Base – 2 não aparece nas imagens.

PONTO - C1



PONTO - C2



PONTO – C3



PONTO – C5



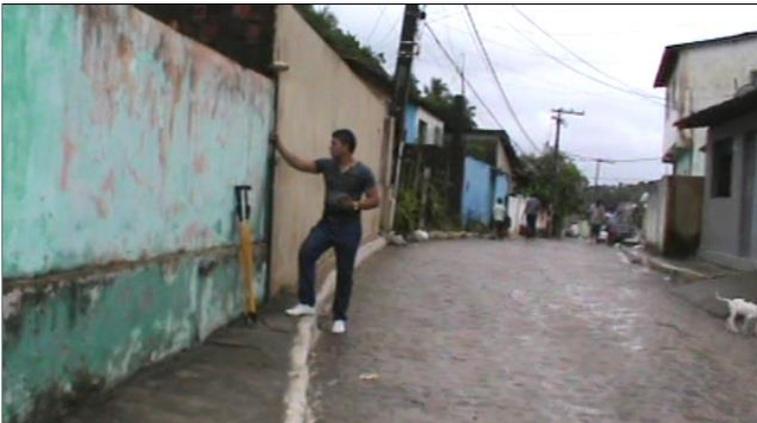
PONTO – C6



PONTO - C6'



PONTO – C7



PONTO – C14



PONTO – C15



PONTO – C16



PONTO – C17



PONTO – C17'



PONTO – C18



PONTO – C20



PONTO – C21



PONTO – C22



Fonte: A Autora (2023)

A fim de se verificar a precisão dos pontos de controle obtidos em campo por posicionamento GNSS, foram utilizadas as ortofotos obtidas na Prefeitura de Jaboaão dos

Guararapes e a partir disso, foram identificados esses pontos de controle na imagem, obtendo dessa forma as coordenadas dos 16 pontos imagem, conforme a Figura 21.

Figura 21 - Verificação dos pontos de controle na imagem



Fonte: Adaptada de Engefoto (2015).

Diante da obtenção dessas informações, as primeiras análises foram feitas utilizando os pontos de controle, o MDT e a nuvem de pontos LIDAR, sendo processadas no software AstGeoTop. Inicialmente foram processadas as informações para o produto LIDAR, com o intuito de verificar a qualidade conforme as especificações técnicas. Assim, os dados inseridos no software correspondem aos dados LIDAR e os 16 pontos de controle. Dessa maneira, as primeiras análises efetuadas pelo software são estatísticas, que consiste na média e desvio padrão das amostras.

Em seguida, foram aplicados os testes t de Student para averiguar a tendência nas amostras e o teste de normalidade Shapiro Wilk, aplicado para uma amostra menor que 50, com o intuito de verificar a presença de *outliers*. Desse modo, foi possível determinar o Erro Médio Quadrático, verificando se atende as normativas estabelecidas pela Lei nº 13.465/2017, que exige um erro posicional esférico igual ou menor que 8,0 cm.

Após essas verificações, foi aplicado ao modelo a validação pelo PEC-PCD, a partir das análises feitas anteriormente, comparando o valor encontrado com os valores estabelecidos pelo PEC_PCD. A verificação e validação da nuvem de pontos LiDAR teve como objetivo verificar se o produto existente na municipalidade, de fato atende aos parâmetros classe A para o PEC-PCD. Posteriormente, o MDT junto com os pontos de controle obtidos em campo, foram processados e analisados, para a determinação do erro

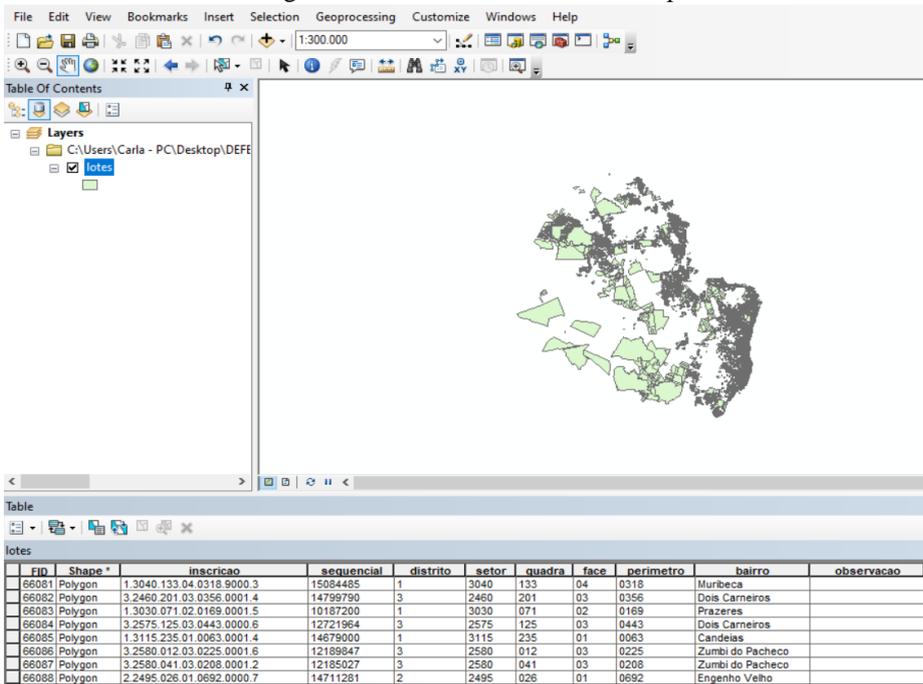
esférico posicional das unidades imobiliárias situadas no Córrego da Batalha, como também a validação pelo PEC-PCD.

Por fim, também foi utilizado nesta pesquisa a metodologia desenvolvida por Lisboa et al (2019), que aplica a avaliação da acurácia posicional 3D dos produtos digitais cartográficos, utilizando um elipsoide de incertezas. O intuito é analisar as amostras tridimensionalmente, pois a validação planimétrica e altimétrica do PEC_PCD ocorrem de forma separada conforme normativa, já a proposta metodológica citada, sugere a validação planialtimétrica dos produtos.

A segunda etapa desta pesquisa propõe uma análise sobre o sistema cadastral do município de Jabotão dos Guararapes, com o intuito de propor uma adequação do cadastro aos dados provenientes da regularização fundiária. Em um primeiro momento, foi obtido o banco de dados cadastral, concedido pelo município e também os arquivos *shapefile*, referentes as parcelas cadastrais, como também a obtenção do banco de dados provenientes da regularização fundiária.

A priori foi observado que o quantitativo de inscrições imobiliárias contidas no banco de dados cadastral não estava condizente com o quantitativo apresentado na tabela de atributos da *shape* “lote”. De acordo com o banco de dados cadastrais, o quantitativo de inscrições imobiliárias é de aproximadamente 204.436 mil. No entanto, a tabela de atributos contida na *shape* “lote” é de 66.088 mil inscrições imobiliárias, conforme as

Figura 22 - Tabela de atributos da shape “lote”



The screenshot shows a GIS application window with a map of land parcels. The 'Layers' panel on the left shows a layer named 'lotes'. Below the map, a 'Table' window displays the attribute table for the 'lotes' layer. A red arrow points to the first row of the table.

FID	Shape *	inscricao	sequencial	distrito	setor	quadra	face	perimetro	bairro	observacao
66081	Polygon	1.3040.133.04.0318.9000.3	15084485	1	3040	133	04	0318	Muribeca	
66082	Polygon	3.2480.201.03.0356.0001.4	14799790	3	2460	201	03	0356	Dois Carneiros	
66083	Polygon	1.3030.071.02.0169.0001.5	10187200	1	3030	071	02	0169	Prazeres	
66084	Polygon	3.2575.125.03.0443.0000.6	12721964	3	2575	125	03	0443	Dois Carneiros	
66085	Polygon	1.3115.235.01.0063.0001.4	14679000	1	3115	235	01	0063	Candeias	
66086	Polygon	3.2580.012.03.0225.0001.6	12189847	3	2580	012	03	0225	Zumbi do Pacheco	
66087	Polygon	3.2580.041.03.0208.0001.2	12185027	3	2580	041	03	0208	Zumbi do Pacheco	
66088	Polygon	2.2495.026.01.0692.0000.7	14711281	2	2495	026	01	0692	Engenho Velho	

Fonte: A Autora (2023)

Figura 23 - Recorte do banco de dados cadastral

Inscrição Imobiliária														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
204408	5.3030.01!	14794420	UNIAO NC PREDIAL	RUA JOSÉ	260	CS 0009	JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	Lot DIVIN/ RESIDENC	6.204,00	200,2			
204409	5.3030.01!	14794438	UNIAO NC PREDIAL	RUA JOSÉ	260	CS 0010	JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	Lot DIVIN/ RESIDENC	6.204,00	175			
204410	5.3030.01!	14794462	UNIAO NC PREDIAL	RUA JOSÉ	260	CS 11	JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	Lot DIVIN/ RESIDENC	6.204,00	220,2			
204411	5.3030.01!	14075520	UNIAO NC TERRITOR	RUA JOSÉ S/N			JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	BEZERRA DE ALBUQUI	1.879,00	0			
204412	5.3030.01!	10175253	ROBERTO PREDIAL	RUA JOSÉ	265		JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	Lot 0 Quac COMERC	11.479,60	504,2			
204413	5.3030.01!	10175261	DILMA LE/ TERRITOR	RUA JOSÉ S/N			JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	Lot 0 Quadra 00000	1.340,00	0			
204414	5.3030.01!	10175270	RICARDO PREDIAL	RUA JOSÉ	255		JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	Lot MONT RESIDENC	2.404,56	569,87			
204415	5.3030.01!	14895200	AMADEU PREDIAL	RUA JOSÉ	220	CS 00A	JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	Lot MONT RESIDENC	434	112			
204416	5.3030.01!	14388359	ALDEN DA TERRITOR	RUA JOSÉ S/N			JARDIM JC 54315-58C	RUA JOSÉ	BEZERRA DE ALBUQUI	4.466,00	0			
204417	5.3030.01!	10175288	JOAQUIM TERRITOR	1ª TRAVES S/N			JARDIM JC 54315-00C	1ª TRAVESSA JOSÉ	BEZERRA DE /	1.415,13	0			
204418	5.3030.01!	10175296	IGN TERRITOR	1ª TRAVES S/N			JARDIM JC 54315-00C	1ª TRAVESSA JOSÉ	BEZERRA DE /	2.359,00	0			
204419	5.3030.01!	10175300	DINILZA B PREDIAL	2ª TRAVES	220		JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	434	305			
204420	5.3030.01!	10175318	MANOEL J PREDIAL	2ª TRAVES	26		JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	434	249			
204421	5.3030.01!	10175326	ESPÓLIO D PREDIAL	2ª TRAVES	36		JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	940,5	589,9			
204422	5.3030.01!	10175334	ESPÓLIO D PREDIAL	2ª TRAVES	330		JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	15.626,30	523,65			
204423	5.3030.01!	10175342	HEINZ DIE PREDIAL	2ª TRAVES	38		JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	900	310,3			
204424	5.3030.01!	14869381	HEINZ DIE PREDIAL	2ª TRAVES	38	CS A	JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	900	299,28			
204425	5.3030.01!	14869390	HEINZ DIE PREDIAL	2ª TRAVES	38	CS B	JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	900	299,28			
204426	5.3030.01!	14869403	HEINZ DIE PREDIAL	2ª TRAVES	38	CS C	JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	900	299,28			
204427	5.3030.01!	14894270	JOSE EDSC TERRITOR	2ª TRAVES S/N			JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONTE PARAISO	510	0			
204428	5.3030.01!	10175350	JOSE EDSC PREDIAL	2ª TRAVES	35		JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	450	68,3			
204429	5.3030.01!	14894360	EDEN DOS PREDIAL	2ª TRAVES	35		JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot MONT RESIDENC	450	68,3			
204430	5.3030.01!	15208710	MEIRELES PREDIAL	2ª TRAVES	1200	GP N	JARDIM JC 54315-00C	2ª TRAVES	Lot PARQL COMERC	54.347,00	6.422,19	30		
204431	5.3030.01!	14599236	GENESIO F PREDIAL	RUA JUND	208		JARDIM JC 54315-02C	RUA JUNDIA, 208 - JA	RESIDENC	70	70			
204432	5.3030.11!	14638118	GENESIO F PREDIAL	RUA JUND	208		JARDIM JC 54315-02C	RUA JUNDIA, 208 - JA	RESIDENC	806,42	195,88			
204433	5.3030.11!	14494485	SEVERINA PREDIAL	RUA JUND	206		JARDIM JC 54315-02C	RUA JUNDIA, 206 - JA	RESIDENC	265,72	176,35			
204434	5.3030.11!	14638126	LUIZ FLOR PREDIAL	RUA JUND	204		JARDIM JC 54315-02C	RUA JUNDIA, 204 - JA	RESIDENC	255	86,44			
204435	5.3030.11!	14638134	WELLINTC PREDIAL	RUA JUND	204	CS 000A	JARDIM JC 54315-02C	RUA JUNDIA, 204 CS	(RESIDENC	255	33			
204436	5.3030.11!	14638142	MARIA DE PREDIAL	RUA JUND	202		JARDIM JC 54315-02C	RUA JUNDIA, 202 - JA	RESIDENC	709,92	301,66			

Fonte: A Autora (2023)

Após essa análise, foi feita a correlação das inscrições imobiliárias, com o intuito de verificar as inscrições compatíveis. A tabela de inscrição imobiliária é uma das mais importantes quando se refere a estruturação e modelagem de banco de dados. Pesquisas recentes mostram a realidade do sistema cadastral dentro das prefeituras, como por exemplo Teixeira (2021), que apresenta uma proposta para o cadastro de Florianópolis/SC, passando do cadastro fiscal ao cadastro multifinalitário com a implementação de um SIG. O cadastro ainda é visto apenas como véis fiscal e muitas vezes em seu banco tem a inscrição imobiliária como chave principal para efetuar as principais ligações dentro dele.

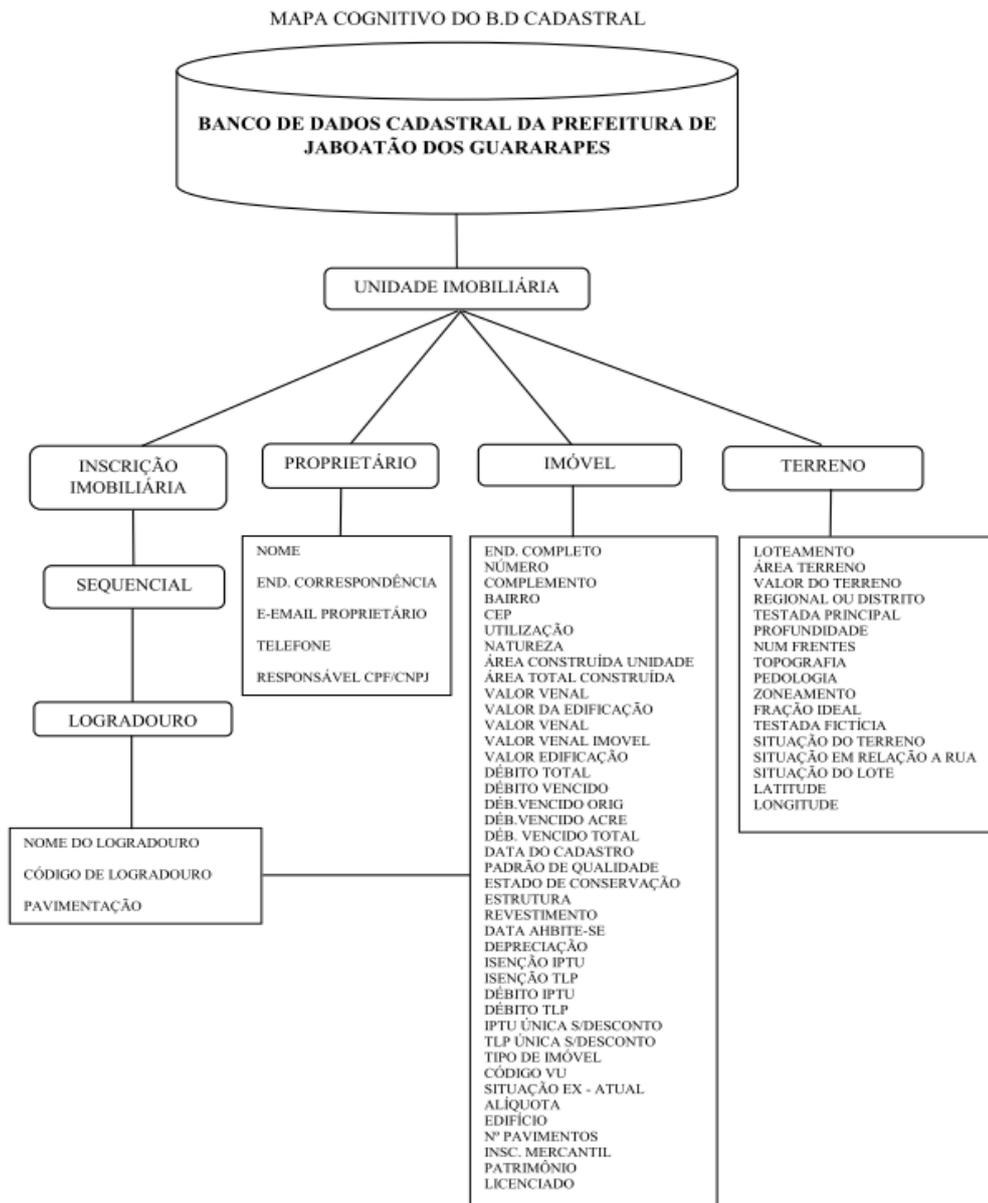
Também foi analisado o banco de dados da regularização fundiária, através do software Certidão Digital de Regularização Fundiária - CDRF, cedido por Garnés (2023). O intuito é mostrar a realidade do sistema cadastral da municipalidade e como adequá-lo aos dados provenientes da REURB. Para uma melhor compreensão das informações contidas no banco cadastral da REURB, Ferri (2019) elaborou um mapa cognitivo do software CDRF, adaptando posteriormente para aplicação das especificações técnicas do STDM.

Nesse sentido, foi elaborado um mapa cognitivo para o banco de dados cadastral da prefeitura de Jaboaão dos Guararapes, com a intensão de analisar as tabelas e os campos semelhantes para ambos os bancos. A partir disso, verificou-se as tabelas “proprietário” = beneficiário”, “imóvel = benfeitoria” e “terreno = informações do terreno”. Dessa forma, pode-se verificar que o banco da REURB é bem mais completo, pois além das informações do beneficiário, da benfeitoria e do terreno, são incluídas as informações sobre as características

de ocupação do imóvel e as informações do registro de imóveis com os direitos reais estabelecidos para a benfeitoria, como também as informações do cônjuge.

Já o banco de dados cadastral é voltado mais para fins tributários, onde a consulta para a unidade imobiliária pode ser feita através da inscrição imobiliária, sequencial ou logradouro, sendo concedido ao contribuinte a ficha do imóvel, que mostra todas as informações referente ao proprietário, ao imóvel propriamente dito, as taxas e impostos cobrados, como por exemplo o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana – IPTU.

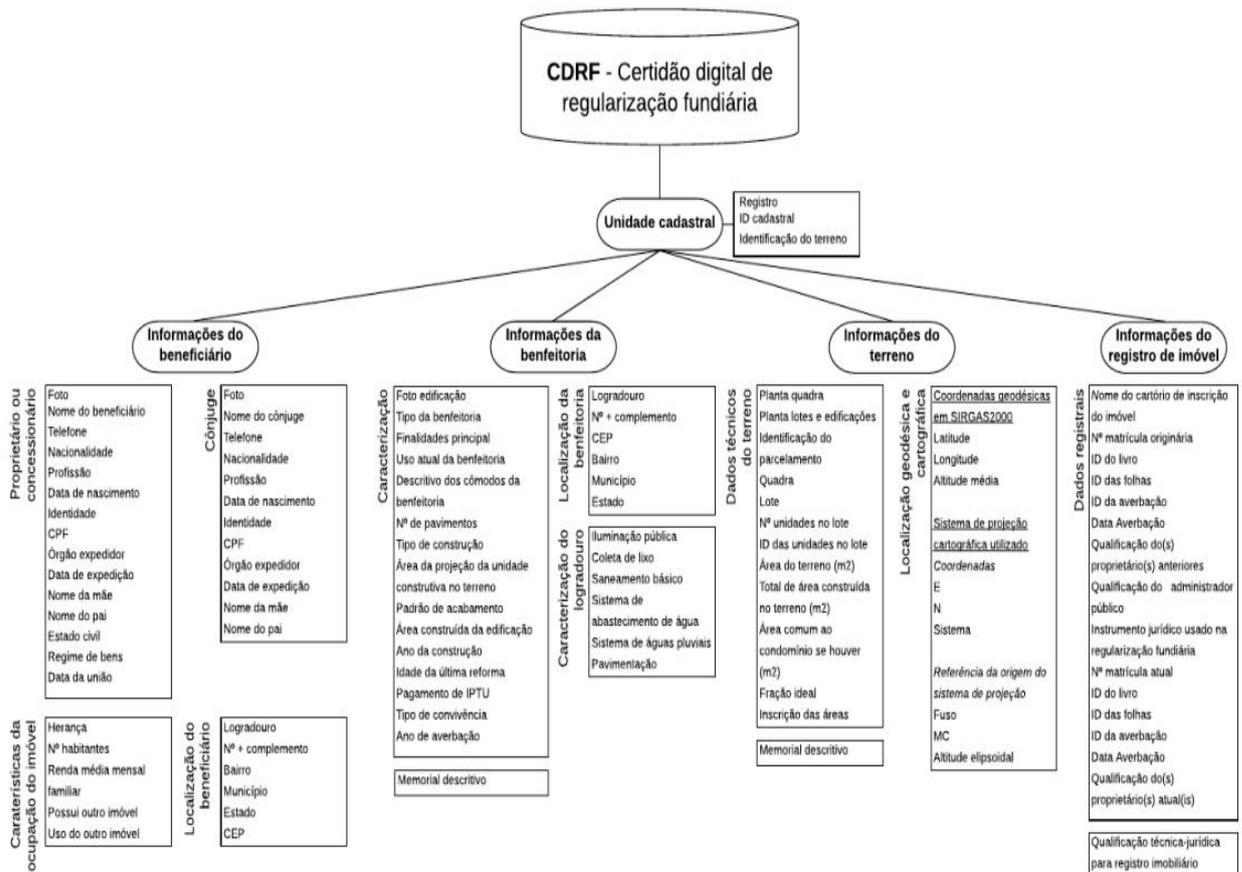
Figura 24 - Mapa cognitivo do B.D cadastral.



Fonte: Adaptado da Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes (2023).

O mapa colaborativo do software CDRF, tem como entrada principal informações da unidade cadastral através do seu ID, registro e identificação do terreno, apresentando um conjunto de informações dividido em informações do beneficiário, da benfeitoria, do terreno e do registro de imóvel. Pode-se observar na Figura 25, que esta estrutura distribui as informações de forma mais ordenada através dos grandes grupos. E dentro de cada conjunto de informação existe mais subdivisões permitindo melhor compreensão e determinação dos dados (FERRI, 2019).

Figura 25 - Mapa colaborativo do CDRF



Fonte: Ferri (2019), adaptado de Garnés (2018).

Ao longo desses anos, o software CDRF vem se consolidando no estado de Pernambuco e grande parte dos municípios pernambucanos adotam esta ferramenta, devido a celeridade alcançada durante o processo da REURB. Com o intuito de atender as demandas dos municípios, foi incrementada no banco de dados do software uma coluna denominada “ id municipal”, que pode ser utilizada conforme as necessidades do município. Diante disso, foi proposto a elaboração do DSQFLU que se refere as informações sobre Distrito, Setor, Quadra, Face de quadra, Lote e Unidade imobiliária e que tem o objetivo de servir como chave de ligação entre os bancos, tornando-se um identificador único.

Para a obtenção dos resultados na presente pesquisa, foi utilizado o software AstGeoTop. As análises a seguir foram efetuadas com os pontos da nuvem LiDAR e os pontos obtidos pelo método RTK, que correspondem as unidades imobiliárias inseridas na FASE II. O intuito a priori, é verificar se o produto de fato se encontra conforme indicado nas especificações técnicas de qualidade para o PEC-PCD.

No software, foi escolhida a opção “classificação cartográfica pelo PEC_PCD”, onde os pontos cartográficos correspondem aos pontos LiDAR e os pontos de controle são os pontos obtidos por RTK. É importante ressaltar que essas informações foram inseridas inicialmente sem calibração, para não interferir na análise final dos dados. Ao total, foram inseridos 277 pontos e estes foram pareados e posteriormente as discrepâncias foram calculadas, onde é possível verificar as primeiras análises estatísticas relacionadas ao dz médio 0,101 m, desvio padrão com 0,1861 e o erro médio quadrático com 0,2112, conforme a Figura 26:

Figura 26 - Primeiras análises estatísticas do produto LiDAR

CLASSIFICAÇÃO CARTOGRÁFICA PELO PEC-PCD									
Relatório	AMOST	INT MDT	↕ Parear	⚠ Discrep	Outlier	~N(μ,σ)	🌿 Calbrar	PEC-PCD	🧼 Limpar
Pontos Cartográficos (Carta, Plantas, Ortofotos, MDS, MDT)					Pontos de Controle (GNSS, Geodésia clássica, Topografia)				
Linha	Ponto	Este	Norte	Alt.Lidar	Linha	Ponto	Este	Norte	Alt.Geom.
1	HV0001	288776,820	9100030,800	2,490	1	HV0001	288776,820	9100030,800	2,210
2	HV0002	288832,690	9100781,800	3,380	2	HV0002	288832,690	9100781,800	3,090
3	HV0003	289011,530	9101460,740	-0,910	3	HV0003	289011,530	9101460,740	-0,820
4	HV001	276754,710	9109013,140	59,980	4	HV001	276754,710	9109013,140	59,860
5	HV0016	289103,940	9099950,010	1,140	5	HV0016	289103,940	9099950,010	1,030
6	HV002	277161,560	9109254,730	55,050	6	HV002	277161,560	9109254,730	54,970
7	HV003	277662,600	9108923,090	43,870	7	HV003	277662,600	9108923,090	43,750
8	HV004	277962,930	9108798,070	58,460	8	HV004	277962,930	9108798,070	58,490
					9	HV005	278387,870	9108543,710	30,530

DISCREPÂNCIAS MÁXIMAS E MÍNIMAS						
Tipo	Id	dEste	Id	dNorte	Id	dAlti. Lidar
Máxima	: dHV0001=	0,000	dHV0001=	0,000	dHV070 =	0,580
Mínima	: dHV0001=	0,000	dHV0001=	0,000	dHV106 =	-0,580
Tipo	Id	erro2D	Id	erro3D		
Máxima	: HV0001=	0,000	HV106=	0,580		
Mínima	: HV0001=	0,000	HV02034=	0,000		

MÉDIA, DESVIO PADRÃO e EMQ DAS DISCREPÂNCIAS						
Ponto		dEste	dNorte	dAlti. Lidar	erro2D	erro3D
Média	=	0,000	0,000	0,101	0,000	0,164
D. Padrão	=	0,0000	0,0000	0,1861	0,0000	0,1329
EMQ	=	0,0000	0,0000	0,2112	0,0000	0,2112

Fonte: AstGeoTop (2021).

O cálculo das discrepâncias permite analisar também se existe tendência nas amostras, através do teste t de Student, com 276 graus de liberdade. Inicialmente, a análise mostrou

tendência nas amostras, sendo necessário a calibração para retirar essa tendência e a verificação de *outliers*, aplicando o critério 3σ . Foram identificados 08 pontos classificados como *outliers* ou erros grosseiros, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Primeiras análises dos erros grosseiros.

Pontos - Outliers	DAltím. LiDAR
HV038	- 0,530
HV70	0,580
HV103	-0,490
HV 104	-0,580
HV 106	-0,580
HV 119B	0,570
HV 123	-0,570
HV 48	-0,480

Fonte: A Autora (2021).

A partir dessas análises, o próximo passo é eliminar o ponto de maior valor. No entanto, os valores para HV070, HV 104 e HV106 são os mesmos. O ponto eliminado foi o HV106. Assim, o processo se repete, após a obtenção dos *outliers*, eliminar o valor verificado na tabela inserida no software, parear os dados, calcular as discrepâncias, calibrar e recalculá-las e assim verificar se apresenta ou não *outliers* para as amostras. Esse processo foi repetido 14 vezes, até eliminar todos os *outliers* detectados.

Durante este processo, os pontos detectados com erros grosseiros podem mudar. Na sétima análise com 270 pontos homólogos, foram detectados pontos *outliers* diferentes da primeira análise, sendo o HV022, HV068, HV95 e HV124. Nesta etapa, o ponto conforme a Tabela 10,

Tabela 10 - Sétima etapa do processamento para detecção de outliers.

Pontos - Outliers	DAltím. LiDAR
HV 022	- 0,435
HV 068	0,445
HV 070	-0,465
HV 095	-0,455
HV 119B	0,455
HV 124	-0,435

Fonte: A Autora (2021)

Na última análise, o ponto detectado como *outlier* foi o HV107 com o valor de -0,403. A análise estatística do teste apontou 262 graus de liberdade e o teste de hipótese apresentou duas extremidades, sendo bicaudal, onde o percentil inferior foi de -1,651 e o percentil superior foi de 1,651.

Então, comparando o valor de t tabelado em relação a t_x , t_y e t_z que foram calculados, mostram que os valores obtidos foram menor que t tabelado. Logo, se encontram dentro do intervalo para $t = -1,651$ e $t = 1,651$, então a hipótese nula é aceita e sem tendência para as amostras, conforme a Figura 27.

Figura 27 - Análise estatística

ANÁLISE DE TENDÊNCIA PELO TESTE DE HIPÓTESE t-STUDENT

Graus de liberdade = 262
 Nível de significância do teste = 10%
 t_Crítico bi-caudal: percentil inferior = -1,651
 t_Crítico bi-caudal: percentil superior = 1,651

RESULTADO DA TENDENCIOSIDADE

	tx	ty	tz
Estadística do teste =	0,0000	0,0000	0,0502
Médias	0,000	0,000	0,000

Fonte: AstGeoTop (2021).

Em relação a classificação do produto pelo PEC-PCD, o software faz as análises conforme o Decreto de 1984, com classificações para planimetria e altimetria de maneira distinta. Conforme os resultados obtidos para a classificação do PEC, a primeira etapa de classificação consiste em verificar se 90% dos erros dos pontos tem erro inferior ao erro máximo admissível conforme o valor tabelado pelo PEC-PCD.

Assim, quando os valores quando comparado com o erro máximo estabelecido pelo PEC, constatou-se que 100% dos pontos atendem a este critério. O EMQ foi igual a zero e o Erro Padrão foi de 0,170 e ao comparar com os valores tabelados, o produto é classe A. Os resultados obtidos na Tabela 11, correspondem as análises planimétrica do produto.

Tabela 11 - Classificação PEC planimetria

Padrões de Qualidade	Resultados da Classificação
Escala do Produto	1/1000
Percentual erro 2D <= EMax PEC	100,0%
Erro Médio Quadrático	0,000 m
Erro Padrão	0,170
Conclusão	Classe A

Fonte: A Autora (2021).

Seguindo os mesmos padrões estabelecidos pela norma, se faz necessário verificar se 90% dos erros dos pontos tem erro inferior ao erro máximo admissível pelo PEC-PCD. Assim, atendendo aos padrões estabelecidos pela ET-CQDG (2016), considerou-se a equidistância entre as curvas de nível de 1m e 91,6% dos pontos tem erro inferior ou igual ao erro máximo pelo PEC-PCD, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Classificação PEC altimétrico.

Padrões de Qualidade	Resultados da Classificação
Equidistância das curvas de nível (eq)	1,00m
Percentual dz <= EMax PEC	91,6%
Erro Médio Quadrático	0,145 m
Erro Padrão	0,167
Conclusão	Classe A

Fonte: A Autora (2021).

Baseado na metodologia desenvolvida por Lisboa et al (2019), foi realizada a classificação planialtimétrica para o PEC-PCD, através de um elipsoide de incertezas, que analisa tridimensionalmente os parâmetros estabelecidos pela norma. No primeiro momento, os parâmetros relacionados a escala do produto e a equidistância vertical das curvas de nível, são obtidas a partir do estudo da restrição cilíndrica.

Para a restrição elipsoidal, também é adotada e classificada a escala do produto, a equidistância vertical das curvas de nível, os erros tridimensionais dos pontos e o erro médio quadrático 3D. Assim, conforme os resultados demonstrados na Tabela 13 e na Tabela 14, classificam o produto LiDAR classe A para o PEC-PCD.

Tabela 13 - Classificação planialtimétrica para restrição cilíndrica.

Padrões de Qualidade	Resultados da Classificação
Escala do Produto Cartográfico	1/1000
Equidistância das curvas de nível	1,00m
Conclusão	Classe A

Fonte: A Autora (2021).

Tabela 14 - Classificação planialtimétrica para restrição elipsoidal.

Padrões de Qualidade	Resultados da Classificação
Escala do Produto Cartográfico	1/1000
Equidistância das curvas de nível	1,00m
Percentual Erro 3D <= EMAX 3D Elipsoide	91,6%
EMQx	0,000
EMQy	0,000
EMQz	0,145
EMQ	0,145
Conclusão	Classe A tridimensional

Fonte: A Autora (2021).

5.1 CALIBRAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO MODELO DIGITAL DE TERRENO

Essas análises correspondem ao MDT obtido na Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes, correlacionados com os pontos de controle naturais, adquiridos em campo durante as primeiras campanhas para o projeto de regularização fundiária do Córrego da Batalha. Os referidos resultados estão divididos em duas etapas. A primeira etapa consiste na calibração do modelo em relação a um mesmo referencial e a segunda etapa, consiste na classificação do modelo para o PEC_PCD, determinando também o erro posicional esférico das unidades imobiliárias.

O software utilizado foi o AstGeoTop, que possui um módulo específico para as análises, denominado MDT – Modelo Digital do Terreno, descrito em Garnés (2020). Ao inserir as informações referentes as coordenadas dos pontos, o software faz a leitura do modelo com a nuvem de pontos completa. Após essa leitura, o software oferece a opção de recortar o modelo, com o intuito de delimitar a nuvens de pontos exatamente na área de interesse. A altitude dos pontos do modelo inseridos no software é a altitude ortométrica, conforme a Figura 28.

Figura 28 - Leitura do modelo no software AstGeoTop

Linha	X	Y	Z
1	286586,183	9098924,971	41,029
2	286586,183	9098924,777	41,020
3	286586,377	9098925,165	41,039
4	286586,377	9098924,971	41,031
5	286586,377	9098924,777	41,023
6	286586,377	9098924,583	41,014
7	286586,571	9098925,360	41,050
8	286586,571	9098925,165	41,041
9	286586,571	9098924,971	41,033
10	286586,571	9098924,777	41,025
11	286586,571	9098924,583	41,017
12	286586,571	9098924,389	41,008
13	286586,571	9098924,195	41,000
14	286586,765	9098925,360	41,052
15	286586,765	9098925,165	41,044
16	286586,765	9098924,971	41,035
17	286586,765	9098924,777	41,027
18	286586,765	9098924,583	41,019
19	286586,765	9098924,389	41,010
20	286586,765	9098924,195	41,002
21	286586,765	9098924,001	40,994

C:\Users\Carla Barbosa\Desktop\PASTA_GUARARAPES\MDE Batalha Fotogrametria\MDE Batalha Fotogrametria.xyz
 Linhas do arquivo = 24229213 Colunas do arquivo = 3 Lendo o arquivo! Por favor aguarde...

Fonte: AstGeoTop (2021).

Assim, a próxima fase é realizada na opção “Calibra MDT e MDE” que consiste em inserir os pontos de controle obtidos em campo. Para isso, foi necessário obter as altitudes ortométricas desses pontos, uma vez que as altitudes obtidas por posicionamento GNSS são

altitudes geodésicas. Essa conversão foi efetuada aplicando a ondulação geoidal obtida pelo MapGeo 2015. Esse processamento se faz necessário, uma vez que a altitude obtida pelo receptor GNSS não está relacionada ao geóide, porém a um elipsoide de referência. Para essa conversão de altitude elipsoidal (h) em altitude ortométrica (H), se faz necessário utilizar a equação (47):

$$h = N + H \quad (47)$$

Sendo:

h : Altitude elipsoidal;

N : Ondulação geoidal;

H : Altitude ortométrica.

A Tabela 15, mostra os resultados da conversão das altitudes elipsoidal em altitude ortométrica, obtidas no MapGeo 2015.

Tabela 15 - Resultados obtidos no MapGeo 2015.

Pontos	DADOS GPS		MAPGEO 2015	
	Altitude elipsoidal (h)	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica (H)	
BASE_2	15,401	-5,7997	21,2007	
C1	13,046	-5,7977	18,8437	
C2	33,695	-5,7945	39,4895	
C3	45,272	-5,7953	51,0673	
C5	42,013	-5,8076	47,8206	
C6	22,145	-5,8073	27,9523	
C6'	21,99	-5,8071	27,7971	
C7	23,26	-5,8088	29,0688	
C14	61,665	-5,8098	67,4748	
C15	14,61	-5,8186	20,4286	
C16	13,277	-5,8275	19,1045	
C17	21,737	-5,8104	27,5474	
C17'	22,332	-5,8104	28,1424	
C18	30,726	-5,8279	36,5539	
C20	33,065	-5,8207	38,8857	
C21	9,166	-5,8288	14,9948	
C22	51,772	-5,7996	57,5716	

Fonte: A Autora (2021)

Após os 17 pontos de controle serem inseridos no software, se faz necessário para o início deste processamento, que o usuário estabeleça um raio. Este raio é pré - estabelecido em função da densidade de pontos do modelo, sendo esta de 4,00 pontos por m^2 , pois identifica uma distância mínima entre os pontos do modelo. A partir dessas definições

prévias, o software verifica as diferenças de altitude entre os pontos encontrados do modelo dentro desse raio e os pontos de controle, cujo raio adotado foi de 0,70cm. A interpolação do modelo foi realizada pelo interpolador Inverso do Quadrado da Distância (IQD) ou *Inverse Distance Weighting – IDW*.

Nesta primeira análise, após a interpolação do modelo em relação aos pontos de controle, foram encontrados 655 que passaram no processo de filtragem, conforme a Figura 29. No entanto, foram verificados que os pontos estão com discrepâncias elevadas. Assim, deve-se aplicar a filtragem com o intuito de filtrar os pontos com erros grosseiros, onde o software aplica o critério de 3σ .

Figura 29 - Resultado da interpolação do modelo

PONTOS INTERPOLADOS					
Ponto	Coord(X)	Coord(Y)	Coord(Z)	distância	DZ
BASE_2	287070,260	9098692,777	14,338	0,013	-6,863
C1	286969,150	9098664,265	13,202	0,020	-5,641
C2	286910,978	9098790,163	33,631	0,013	-5,858
C3	287006,071	9098886,881	45,445	0,021	-5,623
C6	287300,959	9098562,732	22,810	0,018	-5,142
C6'	287296,679	9098563,786	22,132	0,006	-5,665
C7	287346,041	9098531,129	25,641	0,021	-3,428
C14	287503,641	9098710,792	61,114	0,020	-6,361
C15	287588,827	9098285,474	14,661	0,022	-5,767
C16	287844,639	9098120,590	13,300	0,012	-5,804
C17	287406,368	9098522,145	22,138	0,023	-5,409
C17'	287413,731	9098536,615	21,998	0,007	-6,144
C18	287934,786	9098233,110	30,854	0,022	-5,700
C20	287564,724	9098112,745	33,214	0,019	-5,672
C21	287800,531	9097967,086	9,969	0,010	-5,025
C22	287196,706	9098900,888	51,260	0,022	-6,311
Media das discrepâncias =-5,651					
D. padrão das discrepâncias =0,748					
Nº pontos que passaram no processo de filtragem =655					

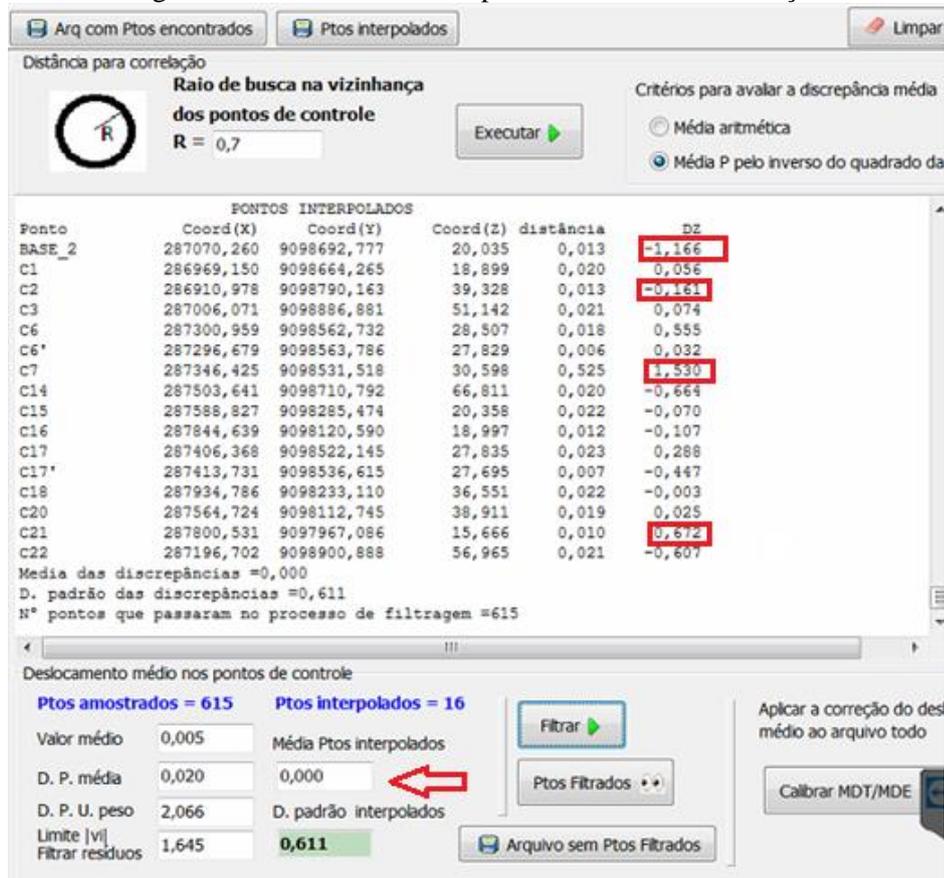
Fonte: AstGeoTop (2021)

O processo de filtragem foi repetido durante cinco vezes e foi estabilizado com 615 pontos. Assim, os valores obtidos nesta última filtragem, calculados pelo software resultou para um valor da média dos pontos interpolados de -5,697 m e para um desvio padrão igual a $\pm 0,611$ m. O valor da média dos pontos interpolados representa o shift existente entre a nuvem de pontos do modelo e a superfície referente aos pontos de controle. Após a filtragem, é necessário realizar a calibração do modelo para que este shift existente que separa a nuvem de pontos e o geoide, seja eliminado.

Diante disso, após a calibração foram analisados os resultados das discrepâncias altimétricas dos pontos de controle. Dessa forma, os pontos que estão com os valores de discrepância maior do que o desvio padrão, deverão ser descartados. Nesta etapa, os pontos

que apresentaram discrepâncias elevadas foram o BASE 2, C7, C14 e C21 em relação a um desvio padrão igual a $\pm 0,611$ m, conforme apresentado na Figura 30.

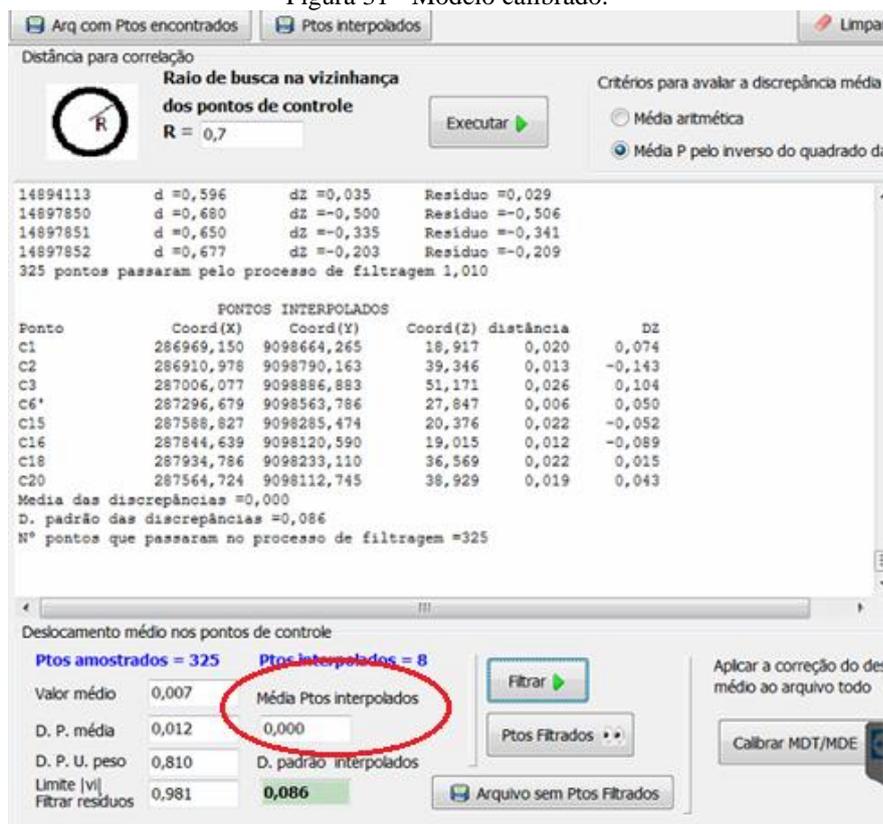
Figura 30 - Análise das discrepâncias obtidas na calibração



Fonte: AstGeoTop (2021)

Após eliminar esses pontos, o processo foi repetido, utilizando o modelo sem estar calibrado e interpolando com os pontos de controle que não foram removidos na etapa anterior. Dessa forma, os pontos de controle com discrepância inferior ao desvio padrão foram C1, C2, C3, C6', C15, C16, C18 e C20. O processo de filtragem resultou em 325 pontos e com 8 pontos interpolados. O resultado mostrou que o modelo MDT se encontra calibrado ao mesmo referencial, pois o shift está igual a zero, sem apresentar tendência, conforme a Figura 31.

Figura 31 - Modelo calibrado.



Fonte: AstGeoTop (2021).

A segunda etapa do processamento corresponde a classificação para o PEC – PCD. A partir dos pontos de controle resultantes da calibração, esses mesmos pontos foram utilizados para essa classificação. Os pontos cartográficos no software correspondem aos pontos com as coordenadas obtidas nas ortofotos, ou seja, os pontos imagem e os pontos de controle são os pontos de controle resultantes da calibração do modelo. As altitudes ortométricas dos pontos imagem foram obtidas a partir do MapGeo 2015, conforme a Tabela 16.

Tabela 16 - Altitudes ortométricas dos pontos imagem.

Pontos Imagem	DADOS ORTOFOTOS		MAPGEO 2015	
	Altitude elipsoidal (h)	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica (H)	
I1	12,7313	-5,7977	18,529	
I2	33,3808	-5,7945	39,1753	
I3	44,9552	-5,7953	50,7505	
I6'	21,659	-5,8071	27,4661	
I15	14,2737	-5,8186	20,0923	
I16	12,9366	-5,8275	18,7641	
I18	30,3828	-5,8279	36,2107	
I20	32,7303	-5,8207	38,551	

Fonte: A Autora (2021).

Os pontos imagem foram inseridos no software com a mesma nomenclatura dos pontos de controle calibrado e o mesmo quantitativo, para que o programa pudesse efetuar o pareamento, totalizando 08 pontos homólogos. As primeiras análises nos fornecem as discrepâncias dos pontos, conforme a Tabela 17.

Tabela 17 - Cálculo das primeiras discrepâncias.

DISCREPÂNCIAS					
PONTOS	dE	dN	dH.ORTO	Erro2D	Erro3D
C1	0	0	-0,315	0	0,315
C2	-0,465	-0,043	-0,314	0,467	0,563
C3	-0,424	0,005	-0,317	0,424	0,529
C6'	0	0	-0,331	0	0,331
C15	-0,437	-0,059	-0,336	0,441	0,555
C16	0,02	0,081	-0,34	0,083	0,35
C18	-0,211	0,142	-0,343	0,254	0,427
C20	-0,126	0,251	-0,335	0,281	0,437

Fonte: AstGeoTop (2021).

Após o cálculo das primeiras discrepâncias, foi feita a verificação da presença de outliers nas amostras. De acordo com o processamento efetuado, não foram detectados outliers para as amostras, porém no teste estatístico t de Student, acusou tendência para tx igual a -2,7611 e tz igual a -78,0817.

Diante disso, foi efetuada a calibração e novamente calculada as discrepâncias e a verificação de outliers nas amostras. Dessa forma, o resultado obtido para o teste t de Student não apresentou tendência para tx, ty e tz. O teste é do tipo bicaudal, apresentando o percentil inferior com $t = -1,895$ e percentil superior com $t = 1,895$, neste caso os valores para tx, ty e tz estão dentro do intervalo, logo a hipótese nula é aceita. A Figura 32 mostra os valores obtidos para o teste t de Student.

Figura 32 - Primeira análise para o teste t de Student.

```

ANÁLISE DE TENDÊNCIA PELO TESTE DE HIPÓTESE t-STUDENT
Graus de liberdade = 7
Nível de significância do teste = 10%
t_Crítico bi-caudal: percentil inferior = -1,895
t_Crítico bi-caudal: percentil superior = 1,895

RESULTADO DA TENDENCIOSIDADE
-----

```

	tx	ty	tz
Estatística do teste =	-0,0067	0,0034	0,0208
Médias	0,000	0,000	0,000

Fonte: AstGeoTop (2021)

Segundo Santos et al (2015), eles afirmam que a aplicação do PEC considera implicitamente que os erros de posição seguem uma distribuição normal, no entanto, a norma não apresenta essa condição e nem a metodologia para verificar a normalidade das amostras. Dessa forma, para a classificação do produto, a normalidade da amostra referente as discrepâncias posicionais devem ser comprovadas.

Com o intuito de verificar a distribuição dessas amostras, foi realizado o teste Shapiro-Wilk. O teste é indicado para amostras menores que 50 e neste caso, o tamanho da amostra se refere a quantidade de pontos de controle calibrado. O teste de normalidade foi a um nível de confiança de 95%. Os critérios para a referida análise são baseados no valor crítico de W tabelado e o valor de W calculado e conforme a Tabela 18, a amostra não é normalmente distribuída.

Tabela 18 - Análise do teste de normalidade para as amostras.

Elementos	dE	dN	dH.ORTO	Erro2D	Erro3D
W	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851
Wcal	0,8414	0,8801	0,865	0,8073	0,8097
Conclusão	Anormais	Normais	Normais	Anormais	Anormais

Fonte: AstGeoTop (2021).

Mesmo a amostra não sendo normalmente distribuída, os testes para a classificação do PEC-PCD foram efetuados. A primeira classificação refere-se a análise planimétrica do produto para a escala 1/1000, o Erro Médio Quadrático foi igual a 0,220 e o Erro Padrão foi igual a 0,300. Em relação as condições estabelecidas pela norma para classificar o produto, 100% dos erros dos pontos tem erro inferior ao Erro Máximo admissível, ou seja, atende a condição pré-estabelecida, conforme a Tabela 19. Os resultados quando comparados com os valores tabelados pelo PEC-PCD é classe B.

Tabela 19 - Classificação MDT PEC-PCD planimétrico.

Padrões de Qualidade	Resultados da Classificação
Escala do Produto	1/1000
Percentual erro 2D \leq EMax PEC	100,0%
Erro Médio Quadrático	0,220 m
Erro Padrão	0,300
Conclusão	Classe B

Fonte: AstGeoTop (2021).

Para a classificação altimétrica, o valor da equidistância entre as curvas de nível é igual a 1,0m. Verificou-se também que 100% dos erros dos pontos tem erro inferior ao Erro

Máximo admissível, atendendo aos critérios iniciais para a classificação do produto. O Erro Médio Quadrático altimétrico foi igual a 0,011 e o Erro Padrão foi igual a 0,167. Os valores obtidos quando comparados aos valores tabelados pelo PEC-PCD é classe A para altimetria, conforme os resultados demonstrados na Tabela 20.

Tabela 20 - Classificação MDT PEC-PCD altimétrico.

Padrões de Qualidade	Resultados da Classificação
Equidistância das curvas de nível (eq)	1,00m
Percentual dz \leq EMax PEC	100%
Erro Médio Quadrático	0,011 m
Erro Padrão	0,167
Conclusão	Classe A

Fonte: AstGeoTop (2021).

Mesmo a norma não trazendo as diretrizes para uma análise tridimensional do PEC_PCD, Liboa et al (2019) desenvolveu uma metodologia baseadas no Decreto de 1984, para uma abordagem tridimensional, utilizando um elipsoide de incertezas. Assim, a partir dos dados obtidos nas campanhas para a regularização fundiária do assentamento informal Córrego da Batalha, essa metodologia para um PEC-PCD 3D foi aplicada para dados reais, com o intuito de determinar o erro posicional esférico das unidades imobiliárias.

O erro posicional esférico na literatura tem como sinônimo o Erro Médio Quadrático, pois este determina a acurácia posicional dos dados analisados e estabelece a qualidade do produto avaliado. A Tabela 21, traz a análise conjunta para o MDT x Pontos de Controle e o produto foi enquadrado na classe B para o PEC-PCD. Isso ocorre, porque o que irá classificar o produto é a menor classe. Para a análise planialtimétrica, é adotada a restrição cilíndrica, onde a base do cilindro corresponde ao erro médio planimétrico x a altura que corresponde ao erro médio altimétrico.

Tabela 21 - Classificação planialtimétrica PEC-PCD.

Padrões de Qualidade	Resultados da Classificação
Escala do Produto Cartográfico	1/1000
Equidistância das curvas de nível	1,00m
Conclusão	Classe B

Fonte: AstGeoTop (2021).

A metodologia desenvolvida por Santos et al (2019), aborda a restrição cilíndrica citada anteriormente e a restrição elipsóidica. A partir do elipsoide de incertezas, é possível analisar o Erro Médio Quadrático tridimensional. De acordo com a Tabela 22, o EMQ

tridimensional foi de 0,220 ou 22 cm e o produto é classe B no PEC-PCD. Este resultado não atende aos critérios estabelecidos no Decreto 9.310 que determina um erro posicional esférico de 8,0cm em área urbana.

Tabela 22 - Análise para restrição elipsoidal 3D.

Padrões de Qualidade	Resultados da Classificação
Escala do Produto Cartográfico	1/1000
Equidistância das curvas de nível	1,00m
Percentual Erro 3D <= EMAX 3D Elipsoide	100%
EMQx	0,197
EMQy	0,098
EMQz	0,011
EMQ	0,220
Conclusão	Classe B tridimensional

Fonte: AstGeoTop (2021)

No entanto, trabalhos realizados posteriormente no âmbito da REURB, como por exemplo, o projeto de Regularização Fundiária do Núcleo urbano Posto de Monta, localizado no município de Igarassu – PE, comprovam o êxito obtido para a precisão posicional tridimensional. Segundo os autores, houve uma associação de produto misto da imagem via fotogrametria somados aos dados altimétricos do Lidar, atendendo à necessidade tridimensional exigida no Decreto Federal nº 9.310/2018 (GARNÉS, 2020).

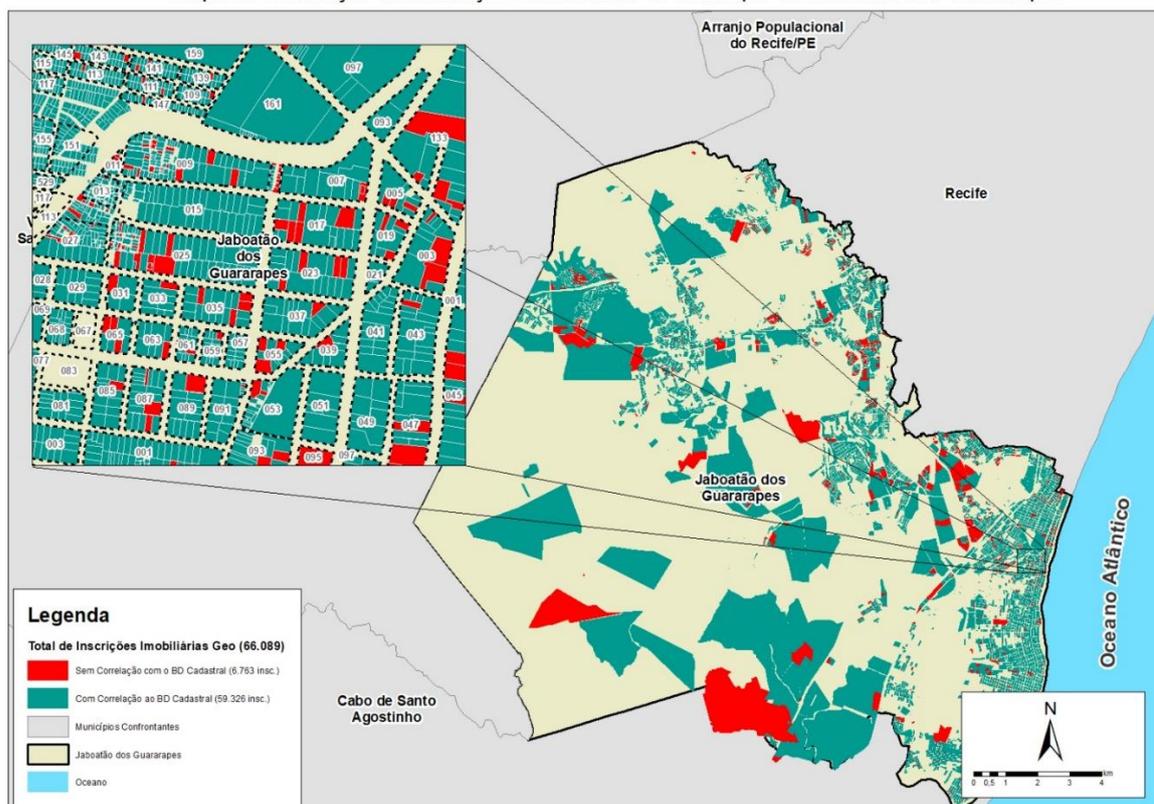
Os resultados alcançados nesta segunda etapa, fomentam o resultado final proposta inicialmente na metodologia. Como mencionado, anteriormente, foram feitas as análises primeiramente das inscrições imobiliárias. Nesse sentido, foi elaborado o Mapa de Correlação das inscrições imobiliárias, contrapondo os dados da tabela de atributos da *shapefile* lote e as inscrições constatadas no banco de dados cadastral. A correlação mostrou que do universo das 204.436 inscrições contidas no banco, correlacionando com as 66.088 da tabela de atributos, 59.326 têm correlação com o banco, mas 6.763 inscrições não possuem correlação, mostrando inconsistência nas informações.

Em relação as parcelas cadastrais, conforme demonstrado na Figura 33 no detalhe do mapa, as inscrições correspondentes no arquivo *shapefile* encontram-se georreferenciadas, porém estão vetorizadas como polígonos. Contudo, no banco de dados, as colunas referentes a “latitude” e “longitude” representam coordenadas de apenas um ponto para cada inscrição imobiliária, ou seja, é uma representação do tipo pontual e refere-se ao centroide dos

polígonos das parcelas, que deveriam ter sido vetorizados, mostrando a espacialidade das parcelas cadastrais.

Figura 33 - Correlação das inscrições imobiliárias.

Mapa de Correlação das Inscrições Imobiliárias do Município de Jaboatão dos Guararapes



Fonte: A Autora (2023).

Após essas análises, foi realizada a estruturação de um terceiro banco de dados, unificando algumas colunas do banco de dados cadastral com algumas da REURB. Nesta etapa a modelagem simplificada do banco de dados integrado, foi sendo definida com as escolhas das entidades, que neste caso são as tabelas que foram criadas, sendo elas: “conjuge”, “proprietário_principal”, “dsqflu”, “lote”, “débitos”, “logradouro”, “endereço_imovel” e “imóvel”. Cada tabela possui uma chave principal ou *primary key* que funciona como um identificador único e não se repete.

A *primary key* vai permitir os relacionamentos entre cada tabela, priorizando a integridade do banco de dados. Ela não permite valores nulos e impõe a exclusividade de linhas. Cada tabela além de possuir uma chave principal, também possui os campos ou atributo e para cada atributo foi especificado o tipo de dado. Dessa maneira, a tabela “cônjuge” possui como chave primária ‘CPF_CNPJ’ do tipo varchar e os campo (NOME, EMAIL E TELEFONE) está relacionada com a cardinalidade de 1:1 em relação a tabela “proprietário_principal” e é também uma *Foreign key* dentro da tabela

“proprietário_principal”, que impõe a integridade referencial e é definida em um conjunto de atributos em que é chamada de tabela de referência e aponta para os atributos de chaves candidatas, como a *primary key*. Ou seja, a *Foreign key* é a chave que permite a referência a registros oriundos de outras tabelas.

A tabela “proprietário_principal” tem como chave primária “CPF_CNPJ”, com os campos (NOME, ENDERECO, EMAIL, TELEFONE, ESTADO CIVIL, REGIME DE BENS) e a chave estrangeira “cônjuge_CPF_CNPJ”, que referencia a tabela “cônjuge”. A tabela “proprietário_principal” tem relação de (1:N) para a tabela “imóvel”, pois durante a modelagem ela ficou restrita apenas para o proprietário principal teria relação direta com um ou mais imóveis. No entanto, seria esta tabela poderia ser adequada em uma relação de (N:N), quando por exemplo se tratar de herdeiros. A tabela “ débitos” possui a chave primária “IDDEBITOS” com os campos (IPTU, TLP, IPTU_S_DESCONTO, TLP_S_DESCONTO).

Esta tabela especificamente, apresenta os tributos relacionados ao imóvel e possui uma relação de 1:1 com a tabela “imóvel”. A tabela “lote” tem como chave primária “IDLOTE”, com os campos (AREA_TERRENO, AREA_CONSTRUIDA_UN, AREA_TOTAL_CONSTRUIDA, LATITUDE, LONGITUDE, TESTADA, PROFUNDIDADE, VALOR_TERRENO, VALOR_EDIFICACAO) e esta tabela possui uma relação de (1:N) com a tabela “imóvel”. No caso principalmente de imóveis passíveis de regularização fundiária, é bastante comum dentro de um mesmo lote ter vários imóveis, sendo eles caracterizados como condomínio urbano simples ou direito real de laje, entre outros direitos reais atribuídos ao imóvel.

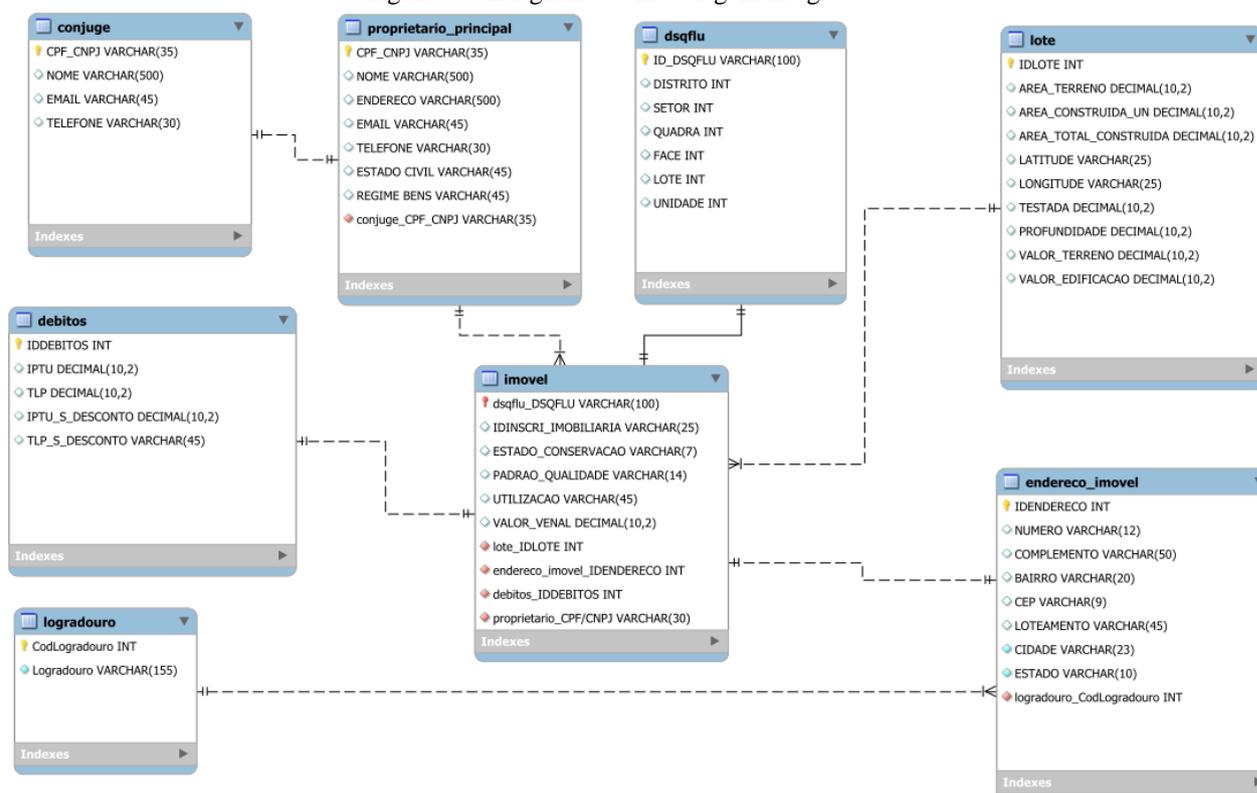
A tabela “lote” possui a chave primária “CodLogradouro” e diferentemente das outras chaves primárias citadas, com exceção de CPF_CNPJ, não precisou ser criada uma coluna na planilha do banco de dados, como as demais, pois tanto os dados referentes ao código de logradouro quanto CPF ou CNPJ são dados já estabelecidos e existentes. Dentro da tabela “logradouro”, consta apenas um campo, denominado Logradouro, que corresponde ao nome do espaço público. Esta tabela tem uma relação de (1:N) com a tabela “endereco_imovel”, ou seja, um logradouro contém vários endereços diferentes. A tabela de “logradouro” é mencionada como “logradouro_CodLogradouro” sendo chave estrangeira dentro da tabela “endereco_imovel”.

A tabela “dsqflu” possui a chave primária “ ID_DSQFLU”, com os campos (DISTRITO, SETOR, QUADRA, FACE, LOTE, UNIDADE) e possui uma relação de 1:1 com a tabela “imóvel”. A coluna DSQFLU é uma proposta na referida pesquisa e tem um papel fundamental de integrar o banco de dados cadastral com os dados da REURB. Neste

caso, foi pensado em um identificador único, com o intuito de atender as normativas referente a parcela cadastral, estabelecida nas diretrizes do CTM.

Por fim, tem-se a tabela “imóvel”, que possui como chave primária “dsqflu_DSQFLU” e as chaves estrangeiras “lote_IDLOTE”, “endereço_imovel_IDENDERECO”, “débitos_IDDEBITOS” e “proprietário_CPF/CNPJ” e os campos (IDINSCRI_IMOBILIARIA, ESTADO_CONSERVACAO, PADRAO_QUALIDADE, UTILIZACAO, VALOR_VENAL). Vale ressaltar que a inscrição imobiliária não pôde ser chave primária da tabela imóvel, uma vez que o banco de dados da REURB não possui uma inscrição imobiliária e dessa forma, uma chave primária não pode se repetir e não pode ser nula, conforme apresentado no modelo simplificado e integrado (Figura 34).

Figura 34 - Diagrama da modelagem integrada



Fonte: A Autora (2023).

Dentro dos municípios utiliza-se o termo DSQF, onde este sequencial pode se diferenciar entre DSQFP – Distrito, Setor, Quadra, Face de quadra e o Perímetro, como é adotado na prefeitura de Jaboatão. Já a Prefeitura da cidade do Recife, adota o DSQFL – Distrito, Setor, Quadra, Face de quadra e o Lote. Geralmente dentro das prefeituras, o DSQF é gerado pelo setor de Finanças e este sequencial compõe a inscrição imobiliária. Dentro do

banco, o DSQFLU foi adotado, conforme alguns critérios estabelecidos para unidade imobiliária (Figura 35).

O DSQF das unidades imobiliárias cadastral foi obtido através da tabela de atributos da *shapefile* “lote”. No entanto, as informações da tabela de atributos quando comparadas com às informações contidas no banco, só correlacionavam até a Face de Quadra, sendo necessário adotar alguns critérios para formar o sequencial referente a lote e a unidade imobiliária. Para isso, foram utilizadas as informações contidas na coluna “loteamento” do banco de dados cadastral, que fornece a quadra e o lote onde o imóvel está inserido e quanto a unidade, foram verificadas as colunas “logradouro”, “número” e “complemento”.

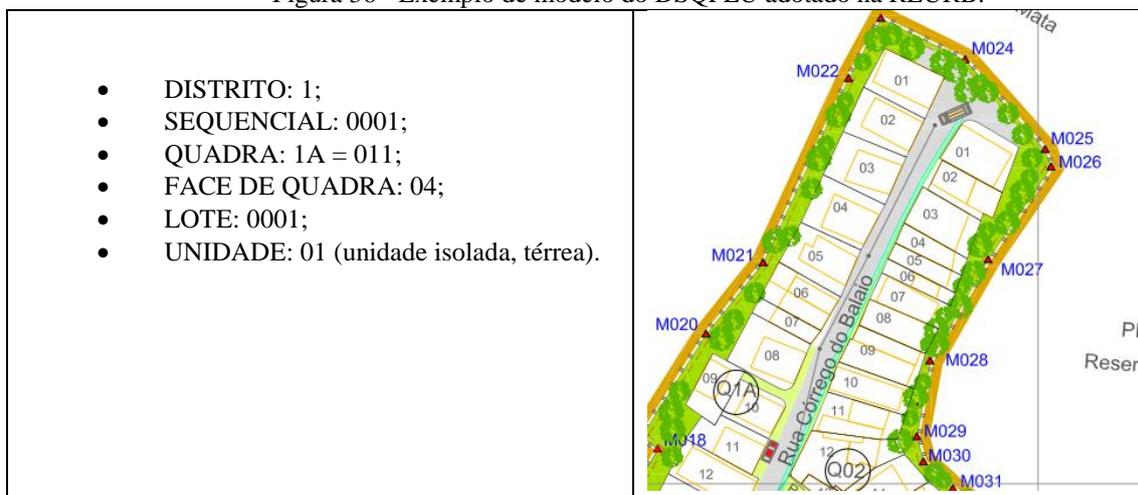
Figura 35 - Proposta DSQFLU

D	S				Q			F		L			U	

Fonte: A Autora (2023).

Para as unidades passíveis de REURB, os campos determinantes para se definir a unidade imobiliária, foram os dados referentes a benfeitoria, sendo: “Nº de pavimentos”, “Local da Unidade” e o “Instrumento Jurídico”, determinando se é laje, condomínio urbano simples, entre outros direitos. Nessas situações, cada DSQFLU foi elaborado manualmente e tomando como exemplo a planta de parcelamento para a ZEIS Córrego do Balaio, o lote 01 da quadra 1A, teria como DSQFLU:

Figura 36 - Exemplo de modelo do DSQFLU adotado na REURB.



Fonte: Adaptado de Garnés (2018).

Após a modelagem, utilizando o software *MySQL Workbench*, foi necessário importar as informações para as tabelas, selecionando cada campo da tabela correspondente ao banco de dados da planilha, vinculando dessa forma os dados ao banco de dados. Os primeiros dados a serem importados foram da tabela "cônjuge" e a última tabela foi "imóvel". Dessa forma, tem-se o banco de dados conectado com as informações. A Figura 37, corresponde primeiro a chamar as tabelas criadas no banco e que imprimam o resultado das tabelas criadas e os dados armazenados. A Figura 38 mostra o processamento e o resultado impresso após a pesquisa através de uma inscrição imobiliária.

Figura 37 - Imprimindo as tabelas selecionadas no B.D

The screenshot shows the MySQL Workbench interface with a SQL query in the editor. The query is as follows:

```

279 /*!40814 SET UNIQUE_CHECKS=@OLD_UNIQUE_CHECKS */;
280 /*!40101 SET CHARACTER_SET_CLIENT=@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT */;
281 /*!40101 SET CHARACTER_SET_RESULTS=@OLD_CHARACTER_SET_RESULTS */;
282 /*!40101 SET COLLATION_CONNECTION=@OLD_COLLATION_CONNECTION */;
283 /*!40111 SET SQL_NOTES=@OLD_SQL_NOTES */;
284
285 -- Dump completed on 2023-02-24 12:49:35
286 select*from conjuge;
287 select*from debitos;
288 select*from dsqflu;
289 select*from endereco_imovel;
290 select*from imóvel;
291 select*from logradouro;
292 select*from lote;
293 select*from proprietario_principal;
294

```

The Result Grid shows the following data:

CPF_CNPJ	NOME	ENDEREÇO	EMAIL	TELEFONE	ESTADO	REGIME BENS
025.984.074-23	Ana Glécia Lima da Silva		ANAM@HOTMAIL.COM	(81) 987579188	CIVIL	***
061.528.064-10	ELIAS ELI DANTAS	RUA NATIVIDADE, N 44, CS B, CEP 52280-560 ...	ELIASED@YAHOO.COM	(81) 9948-2717	CASADO	Comunhão Parcial de I
086.408.704-70	ELIAS ELI DANTAS	RUA NATIVIDADE, N 44, CS B, CEP 52280-560 ...	ELIASED@YAHOO.COM	(81) 9773-6538	CASADO	Comunhão Parcial de I
099.848.914-02	ELIAS ELI DANTAS	RUA NATIVIDADE, N 44, CS B, CEP 52280-560 ...	ELIASED@YAHOO.COM	(81) 8841-4732	CASADO	Comunhão Parcial de I
394.135.434-53	Eliane Maria Quaresma		ELIANEM@HOTMAIL.COM	(81) 3377-0210	solteira	***
492.977.594-91	Heraldo Xavier da Rocha		HERALDOM@HOTMAIL.COM	(81) 33770310	casado	Comunhão Parcial de I
800.763.694-82	Marnalva da Silva Lima		MARNALVAM@HOTMAIL.COM	(81) 8587-7367	casada	Comunhão Parcial de I
836.171.244-53	ELIAS ELI DANTAS	RUA NATIVIDADE, N 44, CS B, CEP 52280-560 ...	ELIASED@YAHOO.COM	(81) 8868-5194	CASADO	Comunhão Parcial de I
906.964.764-87	ELIAS ELI DANTAS	RUA NATIVIDADE, N 44, CS B, CEP 52280-560 ...	ELIASED@YAHOO.COM	(81) 8640-9512	CASADO	***

Fonte: A Autora (2023).

Figura 38 - Consulta através da inscrição imobiliária

The screenshot shows the MySQL Workbench interface with a SQL query in the editor. The query is as follows:

```

282 /*!40101 SET COLLATION_CONNECTION=@OLD_COLLATION_CONNECTION */;
283 /*!40111 SET SQL_NOTES=@OLD_SQL_NOTES */;
284
285 -- Dump completed on 2023-02-24 12:49:35
286 select*from conjuge;
287 select*from debitos;
288 select*from dsqflu;
289 select*from endereco_imovel;
290 select*from imóvel;
291 select*from logradouro;
292 select*from lote;
293 select*from proprietario_principal;
294 select *from imóvel where dsqflu_DSQFLU;
295 select*from imóvel where IDINSCRI_IMOBILIARIA = '1300001901018290144';
296 select*from imóvel where IDINSCRI_IMOBILIARIA = '1.3000.019.01.0182.0014.4';
297

```

The Result Grid shows the following data:

IDINSCRI_IMOBILIARIA	ESTADO_CONSERVACAO	PADRAO_QUALIDADE	UTILIZACAO	VALOR_VENAL	lote_IDLOTE	endereco_imovel_IDENDEREÇO	debitos_IDDEBITOS	proprietario
1.3000.019.01.0182.0014.4	REGULAR	MEDIO-BAIXO	RESIDENCIA	45317.39	1	1	1	836.171.244-53

Fonte: A Autora (2023).

6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa se baseou em duas vertentes, sendo a primeira análise a determinação do erro posicional esférico, conforme o Decreto nº 9.310/2018 e a segunda análise se baseou na estruturação de um banco de dados integrado. Neste primeiro resultado, a averiguação para o produto Lidar obtido da Engefoto é classe A no PEC-PCD, no entanto os demais testes utilizando os pontos imagens obtido a partir da ortofoto com GSD de 10 cm e os pontos de controle obtidos em campo, foi classe B para o PEC-PCD.

Mesmo utilizando métodos semelhantes, utilizados conforme Garnés (2020), o erro posicional esférico para as unidades inseridas na REURB do Córrego da Batalha não atendeu ao decreto citado. Para atender ao erro posicional esférico tridimensional, recomenda-se um controle maior durante a obtenção desses pontos, como também averiguar uma melhor aplicabilidade das geotecnologias. Isso pode ocorrer devido a densificação das unidades imobiliárias, o que exige uma maior rigidez na precisão e acurácia das informações.

O segundo objetivo foi propor um modelo mais simplificado e integrado, a partir dos dados cadastrais do município de Jaboatão dos Guararapes e os dados da Reurb do Córrego do Balaio e Batalha. Dessa forma, o intuito foi apresentar a realidade dos sistemas cadastrais das prefeituras e propor uma adequação das bases cadastrais para os dados provenientes da REURB. Dessa forma, pode-se averiguar inconsistências das informações, principalmente a falta de padronização das informações, comprometendo a interoperabilidade do cadastro territorial. Recomenda-se ainda, uma modelagem completa, conforme trabalhos já efetuados como o de Ferri (2019), cuja modelagem atende as normativas do STDM.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO - CONDEPE/FIDEM. **Unificação de Bases Cadastrais (UNIBASE)**. 2018. Disponível em: <http://www.condepefidem.pe.gov.br/web/condepe-fidem> Acesso em: 07 fev. 2020.

ALEXANDRINI, J. M. J. **Estimativa da altura da vegetação utilizando dados Airbone Laser Scanner**. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ALVES, M. V. G. **Estimativa de variáveis florestais com perfilamento a laser (LiDAR)**. 2010. Tese de Doutorado (Programa de PósGraduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2010.

AMEEN, A. A.; ABBAS, O. H. Comparison of some robust Wilks' statistics for the oneway multivariate analysis of variance (MANOVA). **Journal of AL-Qadisiyah for computer science and mathematics**, v.11, n. 2, 2019, p. 42-58. Doi: 10.29304/jq cm.2019.11.2.556. Disponível em: <http://qu.edu.iq/journalcm/index.php/journalcm/article/view/556/424>. Acesso em: 20 jul. 2021.

AMORIM, A.; PELEGRINA, M. A.; JULIÃO R. P. **Cadastro e gestão territorial: Uma visão luso-brasileira para a implementação de sistemas de informação cadastral nos municípios**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018.

ANTONIO, N. D.; ANTUNES, A. F. B. Uma abordagem metodológica para representar objetos territoriais 3D. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 68, n. 8, maio/agosto. pp 1467-1484. 2016.

ANTUNES, A. F. B. **Elementos do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM)**. Cadastro técnico rural e urbano. Departamento de Geomática. Universidade Federal do Paraná - UFPR, p. 101, 2017.

AMERICA SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING. Guidelines Vertical Accuracy Reporting for LIDAR Data. Bethesda: ASPRS, 2004.

ASPRS. **Accuracy Standards for Digital Geospatial Data**. ASPRS. 01 fvb. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13.133**: execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13.133**: execução de levantamento topográfico. 2ª edição Rio de Janeiro: ABNT, 2021, 57 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14.166**: rede de referência cadastral municipal – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. 23 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17.047**: Levantamento cadastral territorial para registro público – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 12 p.

Assis, J. P.; Souza R. P.; Linhares P. C. F.(2020). **Testes de Hipóteses Estatísticas**. Mossoró. Editora: EdUFERSA, 2020.

BARKAR, N. A.; ROSBI, S. Robust Statistical Normality Transformation method with Outlier Consideration in Bitcoin Exchange Rate Analysis. **Revista: International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering**. Vol. 3, ed. 9. 2017.

BAZZI, C. L. **Introdução a Banco de Dados**. Curitiba, Ed. UFTPR, 2013.

BRANDÃO, A. C. **O Princípio da Vizinhaça Geodésica no Levantamento Cadastral de Parcelas Territoriais**. 2003. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BRASIL. Decreto-Lei de nº 4.449, de 30 de outubro de 2002. Regulamenta a Lei no 10.267, de 28 de agosto de 2001, que 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; e 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. **Diário Oficial da União: Brasília, DF, 30 out. 2002.**

BRASIL. Decreto-Lei de nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. **Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 nov. 2008.**

BRASIL. Decreto-Lei de nº 8.764, 10 de maio de 2016. Institui o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais e regulamenta o disposto no art. 41 da Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009. **Diário Oficial da União: Brasília, DF, 10 mai. 2016.**

BRASIL. Decreto-Lei de nº 9.310, de 15 de março de 2018. Institui, as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e a alienação dos imóveis da União. **Diário Oficial da União: Brasília, DF, 15 mar. 2018.**

BRASIL. Decreto-Lei de nº 9.597, de 04 de dezembro de 2018. Altera o Decreto nº 9.310, de 15 de março de 2018, que institui as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e a alienação dos imóveis da União, e o Decreto nº 7.499, de 16 de junho de 2011, que regulamenta o Programa Minha Casa, Minha Vida, instituído pela Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009. **Diário Oficial da União: Brasília, DF, 04 dez. 2018.**

BRASIL. Decreto-Lei de nº 11.208, de 26 de setembro de 2022. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais e sobre o Cadastro Imobiliário Brasileiro e regula o compartilhamento de dados relativos a bens imóveis. **Diário Oficial da União: Brasília, DF, 26 set. 2022.**

BRASIL. Decreto-Lei de nº 89.817, de 20 de Junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. **Diário Oficial da União: Brasília, DF, 20 jun. 1984.**

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 10 jul. 2001.

BRASIL. 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. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 28 ago. 2001.

BRASIL. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; altera as Leis nos 8.629. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 11 jul. 2017.

BRASIL - MINISTÉRIO DAS CIDADES. Portaria de nº 511, de 07 de dezembro de 2009. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 08 dez. 2009.

BRASIL. Portaria de nº 3.242, de 09 de novembro de 2022. Aprova as diretrizes para a criação, a instituição e a atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário - CTM, nos municípios brasileiros. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 11 nov. 2022.

BURROUGH, P. A. Principles of Geographic Information System for Land Resource Assesment. **Oxford Science Publication**, New York, 1986.

CABRAL, C. R.; HASENACK, M.; FRANÇA, R. M.; ARAÚJO, A. L.; BOSCATTO, F. Uma proposta de Cadastro Territorial para o Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**. Vol. 72, n. Especial 50 anos, agosto/novembro. 2020.

CAIRE, E. **A história da origem da curva normal**. 2013. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Campus de Rio Claro – SP, 2013

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas, SP, INPE: Divisão de Processamento de Imagens, IBM Brasil: Centro Latino Americano de Soluções para Educação Superior e Pesquisa, CPqD/TELEBRÁS: Departamento de Sistemas de Operação, UNICAMP: Instituto de Computação, 1996.

CAMPO, R.; DINIZ, F. R.; GARNÉS, S. J. A.; PEREIRA, F. **Discursos comunitários sobre a identidade do assentamento informal córrego da batalha na cidade de Jaboatão dos Guararapes – PE**. In: III SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE URBANIZAÇÃO DE FAVELAS – URBFAVELAS, Salvador – BA, 2018.

CARVALHO, P. A.; **Curso: acesso à terra urbanizada. Instrumentos de regularização fundiária**. Módulo III. - 1. ed. - Mossoró: Edufersa, 2020

COELHO, A. H.; VARGAS, R. M. A. Geração de modelos digitais de terreno a partir de dados de laser scanner aerotransportado em área de floresta usando o software livre GRASS.

In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - INPE, 2007, **Anais** [...], 2007. Florianópolis-SC; INPE, P. 3653-3660, 21-26 abril 2007.

COELHO, L. A. N. **Acurácia na determinação das coordenadas dos vértices de imóveis urbanos**. 2013. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP, 2013.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA – CONCAR. **Plano de Ação para Implantação da INDE: Infraestrutura de Dados Espaciais**. Brasília: Ministério do Planejamento – CONCAR, 2010, 203p.

CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e Estatística**. 2ª ed. - Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003

DAROSSO, F. P. A atuação de juízes comissários de terras no Planalto de Santa Catarina durante a segunda metade do século XIX. **Revista de História Regional**, vol. 24, n. 2, outubro. pp. 373-391. 2019.

DATE, C. J. Introdução a Sistemas de Banco de Dados. Tradução de Daniel VIEIRA. 8ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DAVIDOFF, P. & REINER, T. A choice theory of planning. In: FLAUDI, Andreas. **A reader in planning theory**. Oxford: Pergamon Press, p. 11-44, 1973.

DEVMEDIA. **SQL: Aprenda a utilizar a chave primária e a chave estrangeira**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/sql-aprenda-a-utilizar-a-chave-primaria-e-a-chave-estrangeira/37636>. Acesso em 25 fev. 2023.

DEVORE J. L. **Probabilidade e Estatística: para Engenharia e Ciências**. [tradução Joaquim Pinheiro Nunes da Silva]. — São Paulo: Cengage Learning, 2006

DIRETORIA DO SERVIÇO DO EXÉRCITO – DSG. “**Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG)**.” 1. ed., 2. Ver. Brasília, DF, 2015. ISBN 978-85-221-0924-1.

DIRETORIA DO SERVIÇO DO EXÉRCITO – DSG. **Norma da Especificação Técnica para controle de Qualidade de dados Geoespaciais (ETCQDG)**. 1. ed. 2016.

DOYLE, F.J. Digital terrain models: an overview. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.44, n.12, p.1481-1485, 1978.

DRONENG. **Topografia com drones: mitos e verdades**. 2016. Disponível em: <http://blog.Droneng.com.br/topografia-com-drones-mitos-e-verdades/>. Acesso em: 12 jun. 2020.

ELMIRO, M. A. T.; DUTRA, L. V.; MURA, J. C.; SANTOS, J. R.; FREITAS, C. D. C. Avaliação de dados de altimetria da floresta amazonica baseados nas tecnologias INSAR, LIDAR e GPS. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 58, n. 03, p. 223-246, Dezembro 2006.

EL-SHEIMY, N.; VALEO, C.; HABIB, A. Digital terrain modeling: acquisition, manipulation and applications. **Artech House**, Boston-MA, 35 p, 2005. ISBN (1-58053-921-1)

ENGLER, J. M.; LOCH, C. **Os produtos cartográficos na Associação de Municípios do Oeste de Santa Catarina (AMOSC)**. In: 12º CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL, 2016, Florianópolis-SC. Anais [...]. Florianópolis-SC. COBRAC, 2016.

ERBA, D. A. **Cadastro Multifinalitário: aplicado a la definición de políticas de suelo urbano**. Editor y organizador Diego Alfonso Erba. Cambribge. Lincoln Institute of Land Policy, 2007. 448p.

CUNHA, E. M. P.; ERBA, D. A. **Manual de apoio – CTM: diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos muninípios brasileiros**. Organizadores Eglaisa Micheline Pontes Cunha e Diego Alfonso Erba. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

FAO. Land tenure and rural development. **Vol. 3. Land Tenure Studies**. Rome. 2002

FERREIRA, B.; FARIAS, J. L. P.; OLIVEIRA, F. H. **O estado da arte do cadastro 3D no Brasil e no Mundo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL, 2018, Florianópolis-SC. Anais[...]. Florianópolis-SC: COBRAC, 2018.

FERREIRA, F. R. **Propostas para a avaliação da acurácia altimétrica dos dados LiDAR**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2019.

FONSECA, G. H. G. **Ciência de Dados: Fundamentos de Banco de Dados**. Programa de pós-graduação em engenharia de produção. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – MG, 2020.

FRANÇA, R. M.; ARAÚJO, A. L.; BOSCATTO, F.; CABRAL, C. R.; COLLISCHONN, C. Parcelas e objetos territoriais: uma proposta para o SINTER. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL, 2018, Florianópolis-SC. Anais[...]. Florianópolis-SC: COBRAC, 2018.

GALATI, S. R. Geographic Information Sustems Demystified. **Artech House Inc**. ISBN: 158053533X, 2006.

GARNÉS, S. J. A. **Resolução das ambiguidades GPS para linhas de base curta: análise dos algoritmos de otimização**. 2001. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2001.

GARNÉS, S. J. A. **PROJETO DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DE ASSENTAMENTOS HABITACIONAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE: Núcleo urbano Posto de Monta**. Igarassu-PE, 2021.

GEMAEL, C. **Introsdução ao Ajustamento de observações: aplicações geodésicas**. Ed. UFPR, Curitiba - PR, 1994.

GEMAEL, C.; MACHADO, A. M. L.; WANDRESEN, R. **Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas**. 2. ed. Curitiba, PR: Editora UFPR, 2015. 430p.

GIBBONS, J. D.; CHAKRABORTI, S. **Nonparametric Statistical Inference**. 4^a ed. Revised and Expanded. The University of Alabama. Tuscaloosa, Alabama, U.S.A. 2003.

GULER, D.; YOMRALIOGLU, T. **Descrição 3D dos direitos de condomínio na Turquia: melhorando o Modelo Integrado de LADM e IFC**. In: FIG working week 2021. **Anais[...]** Traduzido. Apeldoorn, Netherlands, 2022.

Heuser, C. A. **Projeto de Banco de Dados**. 4 ed. Porto Alegre, RS. Editora UFRGS, 1998. 206 p.

HOPKINS, L. **Urban development: the logic of making plans**. Washington, DC: Island Press, 2001.

Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping – ICSM. **Cadastrre 2034: Powering Land & Real Property. Cadastral Reform and Innovation for Australia – A National** IBGE. Resolução – PR n.º 22, de 21 de junho de 1983. Disponível em: https://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/bservico1602.pdf Acesso em: 25 fev. 2023

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Acesso a Uso de Dados Geoespaciais**: Manuais Técnicos em Geociências n° 14. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. Agrimensura e Registros Públicos. **Revista A Mira**. Assessoria de Comunicação Social do INCRA. 186. ed. Ano XXIX. 2020.

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP). Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR); CINDE - Comitê de Planejamento da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Plano de Ação para Implantação da INDE (Infraestrutura Nacional De Dados Espaciais). Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro – RJ. 2010.

INTERNATIONAL FEDERATION OF SURVEYORS - FIG. **Declaração do FIG no Cadastro**. FIG publication n° 11. 1995.

INTERNATIONAL FEDERATION OF SURVEYORS - FIG. **Best Practices 3D Cadastres**. 3D Cadastre Joint Working Group Commission 3 and Commission 7. Editor: Peter van Oosterom. FIG. 2019.

INTERNATIONAL STANDARD. ISO 19157: **Geographic information — Data quality**. First edition, Geneva, ISO, 2013.

INTERNATIONAL STANDARD. ISO 28591: **Sequential sampling plans for inspection by attributes**. First edition, Geneva, ISO, 2013.

HENSSEN, J. **Basic principles of the main cadastral systems in the world**. FIG Commission 7. Working Group "Cadastre 2014". Seminar Delft, 16 May 1995.

KAUFMANN J.; STEUDLER, D. **Cadastrre 2014: A vision for a future cadastral system**. FIG and Associate at Swiss Federal Directorate of Cadastral Surveying, Einsteinstrasse 2, CH-3003, Berne, Switzerland, 1998.

LEICK, A.; RAPOPORT, L.; TATARNIKOV, D. **GPS Satellite Suveying**. 4. ed. Hoboken, New Jersey and Canada: John Wiley & Sons, 2015. 836 p. ISBN: 978-1-118-67557-1.

LEMMENS, M. The Fierce Rise of Airbone Lidar. **Revista GIM International Magazine**, Issue 1, Volume 31, p. 16-19. Jan. 2017.

LISBOA, M. H. M.; SANTOS, A. P.; MEDEIROS, N. G.; ABREU, M. V. S. Avaliação da Acurácia Posicional Tridimensional de Produtos Cartográficos Utilizando um Elipsoide de Incertezas. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 71, n. 4, outubro/dezembro. pp.1040-1063. 2019.

MARANHÃO, V. C. **Modelagem e controle de qualidade de uma infraestrutura de dados espaciais para o Estado de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife, 2013.

MARTÍN-VARÉS, A. V.; SALZMANN, M. **The Establishment of the Cadastral Parcel as a Core Element in the European SDI – Lessons Learned and View Towards Inspiring Applicantiions**. GSDI 11 World Conference, Spatial Data INfrastructure Convergence: Building SDI Bridges to address Global Challenges, Rotterdam, The Netherlands, 15-19 june 2009.

MIKHAIL, E.; ACKERMAN, F. **Observations and least squares**. 1. ed. Boston: Publish Company, Thomas Y. Crowell, Inc. 1976.

MONICO, J. F. G.; PÓZ, A. P. D.; GALO, M.; SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, L.C. Acurácia e precisão: revendo os conceitos de forma acurada. **Boletim de Ciências Geodésicas**, sec. Comunicações, Curitiba, v. 15, no 3, p.469-483, jul-set, 2009.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MOTA, M. S. C. **Nas terras de Guaratiba uma aproximação histórico-jurídica às definições de posse e propriedade da terra no Brasil entre os séculos XVI – XIX**. Tese (Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 2009.

NOGUEIRA, J. B. Jr. **Controle De Qualidade De Produtos Cartográficos: uma proposta metodológica**. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual de Paulista – UNESP, Presidente Prudente-SP, 2003.

ORDAKOWSKI, A. R.; RODRIGUES, J. S.; HOLZSCHUH, M. L. **Cadastro técnico multifinalitário urbano: um estudo de caso a partir de relatórios gerados utilizando um banco de dados cadastrais**. Book: Sistemas de energia elétrica e computação aplicada. capítulo 2. Editora Atena. Ponta Grossa – PR. 2022.

ÖZDAMAR, L.; DEMIRHAN, M.; ÖZPINAR, A. A comparison of spatial interpolation methods and a fuzzy areal evaluation scheme in environmental site characterization. *Computers, Environment and Urban Systems*, v.23, p. 399-422, 1999 PEREIRA, C. C. **A Importância do Cadastro Técnico Multifinalitário para elaboração de planos diretores**. 2009. Dissertação de Mestrado (Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2009.

PIMENTEL, J. S. **Estruturação das bases para um Cadastro Territorial Multifinalitário em Município de pequeno porte**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife-PE, 2011.

POPERSCU, S. C. **Estimating Plot-Level Forest Biophysical Parameters Using Small_Footprint Airbone Lidar Measurements**. Blacksburg, Virginia, 115f. Tese (Doutorado em Floresta) – Department of Forestry, Virginia Tech, 2002.

RAJABIFARD, A. **A spatial data infrastructure for a spatially enabled government and society**. **Centre for Spatial Infrastructures and Land Administration**, Department of Geomatics, the University of Melbourne. Melbourne, Australia, november 2008.

RIBEIRO, Ana. Rita. S. C. Um espaço com histórias e batalhas: o Parque Histórico Nacional dos Guararapes. Recife: UFPE, 1989.

ROYSTON, J. P. Some techniques for assessing multivariate normality based on the ShapiroWilk W. *Journal of the Royal Statistical Society: série C - applied statistics*, London, v. 32, n. 2, p. 121-133, 1983b.

ROYSTON, J. P. Remark AS R94: a remark on algorithm AS 181: the W test for normality. *Journal of the Royal Statistical Society: série C - applied statistics*, London, v. 44, n. 4, p. 547-551, 1995.

SANTOS, A. P.; MEDEIROS, N. G.; RODRIGUES, D. D. **Controle de qualidade posicional em dados espaciais utilizando feições lineares**. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 21, nº 2, p. 233-250, 2015.

S. S. Shapiro; M. B. Wilk. **An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples)**. *Biometrika*, Vol. 52, No. 3/4. pp. 591-611, Dec. 1965.

SILVA, F. A.; RIBAS, W. K. Perfilamento laser em áreas densamente florestadas. In: Rio Pipeline Conference & Exposition. 2007, Rio de Janeiro-RJ. **Anais [...]**. Rio de Janeiro-RJ, Brasil: IBP, 2007.

SILVA, A. A. SILVA, E. TEIXEIRA, K. **A dinâmica do Imposto Predial e Territorial Urbano na Região Metropolitana da Grande Florianópolis**. XVIII Simpósio de Geografia – SIMGEO, 2018.

SILVA, C. B.; CARNEIRO, A. F. T.; GARNÉS, S. J. A.; BARATA, M. M. O. A aplicabilidade do cadastro temático em eventos culturais da cidade do Recife – PE. *In: 14º CONGRESSO DE CADASTRO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL e 2º*

ENCONTRO DE PROFESSORES DE CADASTRO TERRITORIAL, 2020, Florianópolis-SC. **Anais[...]**. Florianópolis-SC: COBRAC, 2020.

SILVA, E. OLIVEIRA, A. **O cadastro multifinalitário na prática: o caso do município de Fortaleza-CE**. Cadastro, avaliação imobiliária e tributação municipal: Experiências para melhorar sua articulação e eficiência. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2020.

SILVA, S. D. R. S.; BRANDÃO, A. C.; CARNEIRO, A. F. T.; ANTUNES, A. F. B. Por uma Estruturação Sistemática e de Abrangência Nacional para o Cadastro Territorial Brasileiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 73, n. 2, outubro/março. 2021.

SILVA, S. D. R. S. **Sistematização e modelagem dos direitos, restrições e responsabilidades no cadastro territorial no contexto do sistema de administração territorial brasileiro**. 2022. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2022.

SOUZA, G. S.; LIMA, J. S. S.; XAVIER, A. C.; ROCHA, W. S. D. Ordinary kriging and inverse-square-distance in espacialization in the chemical attributes of the ultisol. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.1, p.073-081, Jan./Feb. 2010. ISSN 1519-1125 (printed) and 1983-2443 (on-line)

SOUZA, D. V.; COSTA, D. C.; ROCCO, J.; TRABANCO, J. L. A.; OLIVEIRA, C. O. Cadastro Urbano: uma Proposta para Codificação de Parcela Territorial Urbana com Abrangência Nacional. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 74, n. 4, novembro/dezembro. 2022.

STOTER, J.; ZEVENBERGEN, J. **Changes in the definition of property: A consideration for a 3D Cadastral Registration System**. Netherlands, 1998.

TAKAI, O.K.; ITALIANO, I. C.; FERREIRA, J. E. **Introdução a Banco de Dados**. DCC-IME-USP, 2005. 124 p.

TEIXEIRA, K. Do cadastro fiscal ao cadastro territorial multifinalitário: proposta de implementação de um sistema de informação territorial no município de Florianópolis/SC. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2021.

UM-GGIM. **The Application of Geospatial Information – Land Administration and Management**. United nations committee of experts on global geospatial information management. Version 3.1, 13 July 2015.

UN-GGIM. **Framework for Effective Land Administration: A reference for developing, reforming, renewing, strengthening or modernizing land administration and management systems**. United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM), 2019.

WALPOLE, R. E.; MYERS, R. H.; MYERS, S. L.; YE, K. Probabilidade e Estatística para Engenheiros e Ciências. 8. ed. Tradução de Luciane F. Pauleti Viana. São Paulo: Pearson, 2009.

WILLIAMSON, I.; ENEMARK, S.; WALLACE, J.; RAJABIFARD, A. **Land administration for sustainable development**. Redlands: ESRI Press Academic, 2010.

WOLF, P. R.; GHILANI, C. D. **Geomática**. Tradução Daniel Vieira, revisão técnica Alessandro Salles Carvalho. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

YAMAMOTO, J. K. A review of numerical methods for the interpolation of geological data. Academia Brasileira de Ciências. 1998. **Anais[...]**. Brasil, v.1, n.70, p. 91-116, 1998.

APÊNDICE A – ALGORITMO DO BANCO DE DADOS

Programação utilizada para integração do banco de dados

```
DROP DATABASE cadastro;
```

```
create database cadastro;
```

```
use cadastro;
```

```
-- MySQL dump 10.13 Distrib 8.0.30, for Win64 (x86_64)
```

```
--
```

```
-- Host: localhost Database: cadastro
```

```
-----
```

```
-- Server version 8.0.30
```

```
/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_CLIENT=@@CHARACTER_SET_CLIENT
*/;
```

```
/*!40101 SET
@OLD_CHARACTER_SET_RESULTS=@@CHARACTER_SET_RESULTS */;
```

```
/*!40101 SET @OLD_COLLATION_CONNECTION=@@COLLATION_CONNECTION
*/;
```

```
/*!50503 SET NAMES utf8 */;
```

```
/*!40103 SET @OLD_TIME_ZONE=@@TIME_ZONE */;
```

```
/*!40103 SET TIME_ZONE='+00:00' */;
```

```
/*!40014 SET @OLD_UNIQUE_CHECKS=@@UNIQUE_CHECKS,
UNIQUE_CHECKS=0 */;
```

```
/*!40014 SET @OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS=@@FOREIGN_KEY_CHECKS,
FOREIGN_KEY_CHECKS=0 */;
```

```
/*!40101 SET @OLD_SQL_MODE=@@SQL_MODE,
SQL_MODE='NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO' */;
```

```
/*!40111 SET @OLD_SQL_NOTES=@@SQL_NOTES, SQL_NOTES=0 */;
```

```
--
```

```
-- Table structure for table `conjugue`
```

```
--
```

```

DROP TABLE IF EXISTS `conjugue`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `conjugue` (
  `CPF_CNPJ` varchar(35) NOT NULL,
  `NOME` varchar(500) DEFAULT NULL,
  `EMAIL` varchar(45) DEFAULT NULL,
  `TELEFONE` varchar(30) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`CPF_CNPJ`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--
-- Dumping data for table `conjugue`
--

LOCK TABLES `conjugue` WRITE;
/*!40000 ALTER TABLE `conjugue` DISABLE KEYS */;
INSERT INTO `conjugue` VALUES ("","",""),(****,****,"****"),('382118314-49',' Maria do Carmo de Oliveira','MDOCARMO@YAHOO.COM','81984748748'),('5255221606','JENIFER PACHECO','JPACHECO@HOTMAIL.COM','(81)9946 - 9801'),('698795244-20',' José Teixeira de Lima','JOSET@HOTMAIL.COM','81998350291'),('822.639.224-15','Elinaldo José da Silva','ELINALDOJS@YAHOO.COM','81998350304');
/*!40000 ALTER TABLE `conjugue` ENABLE KEYS */;
UNLOCK TABLES;

--
-- Table structure for table `debitos`
--

```

```

DROP TABLE IF EXISTS `debitos`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `debitos` (
  `IDDEBITOS` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `IPTU` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
  `TLP` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
  `IPTU_S_DESCONTO` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
  `TLP_S_DESCONTO` varchar(45) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`IDDEBITOS`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=12 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;

/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--
-- Dumping data for table `debitos`
--

LOCK TABLES `debitos` WRITE;

/*!40000 ALTER TABLE `debitos` DISABLE KEYS */;

INSERT INTO `debitos` VALUES
(1,910.80,438.60,453.16,'219.34'),(2,1009.90,486.40,502.51,'243.24'),(3,613.03,295.40,305.0
7,'147.66'),(4,435.47,209.76,216.69,'104.87'),(5,430.35,207.36,214.13,'103.64'),(6,1150.00,50
0.54,227.72,'109.38'),(7,0.00,0.00,0.00,'0'),(8,0.00,0.00,0.00,'0'),(9,0.00,0.00,0.00,'0'),(10,0.00
,0.00,0.00,'0'),(11,0.00,0.00,0.00,'0');

/*!40000 ALTER TABLE `debitos` ENABLE KEYS */;

UNLOCK TABLES;

--
-- Table structure for table `dsqflu`
--

```

```

DROP TABLE IF EXISTS `dsqflu`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `dsqflu` (
  `ID_DSQFLU` varchar(100) NOT NULL,
  `DISTRITO` int DEFAULT NULL,
  `SETOR` int DEFAULT NULL,
  `QUADRA` int DEFAULT NULL,
  `FACE` int DEFAULT NULL,
  `LOTE` int DEFAULT NULL,
  `UNIDADE` int DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`ID_DSQFLU`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;

/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--
-- Dumping data for table `dsqflu`
--

LOCK TABLES `dsqflu` WRITE;

/*!40000 ALTER TABLE `dsqflu` DISABLE KEYS */;

INSERT INTO `dsqflu` VALUES
('10001011060101',1,1,11,6,1,1),('10001011060201',1,1,11,6,2,1),('10001011060301',1,1,11,6
,3,1),('10001011060401',1,1,11,6,4,1),('10001011060501',1,1,11,6,5,1),('13000019010301',1,
3000,19,1,3,1),('13000019010302',1,3000,19,1,3,2),('13000019010303',1,3000,19,1,3,3),('130
00019010304',1,3000,19,1,3,4),('13000019010305',1,3000,19,1,3,5),('32460128010001',3,246
0,128,1,0,1);

/*!40000 ALTER TABLE `dsqflu` ENABLE KEYS */;

UNLOCK TABLES;

--
-- Table structure for table `endereco_imovel`

```

```
--
```

```
DROP TABLE IF EXISTS `endereco_imovel`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `endereco_imovel` (
  `IDENDERECO` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `NUMERO` varchar(12) DEFAULT NULL,
  `COMPLEMENTO` varchar(50) DEFAULT NULL,
  `BAIRRO` varchar(20) DEFAULT NULL,
  `CEP` varchar(20) DEFAULT NULL,
  `LOTEAMENTO` varchar(200) DEFAULT NULL,
  `CIDADE` varchar(23) NOT NULL DEFAULT 'Jaboatao dos Guararapes',
  `ESTADO` varchar(10) NOT NULL DEFAULT 'Pernambuco',
  `logradouro_CodLogradouro` int NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`IDENDERECO`),
  KEY `fk_endereco_imovel_logradouro1_idx` (`logradouro_CodLogradouro`),
  CONSTRAINT `fk_endereco_imovel_logradouro1` FOREIGN KEY
  (`logradouro_CodLogradouro`) REFERENCES `logradouro` (`CodLogradouro`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=12 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;

/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
```

```
--
```

```
-- Dumping data for table `endereco_imovel`
```

```
--
```

```
LOCK TABLES `endereco_imovel` WRITE;

/*!40000 ALTER TABLE `endereco_imovel` DISABLE KEYS */;

INSERT INTO `endereco_imovel` VALUES (1,'115','CS A ','MARCOS FREIRE','54360-010','Lot PARQUE RES. MARCOS FREIRE Quadra 00006 Lote 00003','Jaboatao dos Guararapes','Pernambuco',26816),(2,'115','CS B ','MARCOS FREIRE','54360-010','Lot
```

```

PARQUE RES. MARCOS FREIRE Quadra 00006 Lote 00003,'Jaboatao dos
Guararapes','Pernambuco',26816),(3,'115','CS C ','MARCOS FREIRE','54360-010','Lot
PARQUE RES. MARCOS FREIRE Quadra 00006 Lote 00003,'Jaboatao dos
Guararapes','Pernambuco',26816),(4,'115','CS D ','MARCOS FREIRE','54360-010','Lot
PARQUE RES. MARCOS FREIRE Quadra 00006 Lote 00003,'Jaboatao dos
Guararapes','Pernambuco',26816),(5,'115','CS E ','MARCOS FREIRE','54360-010','Lot
PARQUE RES. MARCOS FREIRE Quadra 00006 Lote 00003,'Jaboatao dos
Guararapes','Pernambuco',26816),(6,'58','','DOIS CARNEIROS','54280-770','AREA NÃO
LOTEADA','Jaboatao dos Guararapes','Pernambuco',6769),(7,'43','',' Jardim Jordão',' 54000 -
000','Lote 01 Quadra 1A','Jaboatao dos Guararapes','Pernambuco',0),(8,'42','',' Jardim Jordão','
54315 - 630','Lote 02 Quadra 1A','Jaboatao dos Guararapes','Pernambuco',0),(9,'41','',' Jardim
Jordão',' 54315 - 630','Lote 03 Quadra 1A','Jaboatao dos
Guararapes','Pernambuco',0),(10,'39','',' Jardim Jordão',' 54315 - 630','Lote 04 Quadra
1A','Jaboatao dos Guararapes','Pernambuco',0),(11,'258','',' Jardim Jordão',' 54000 - 000','Lote
05 Quadra 1A','Jaboatao dos Guararapes','Pernambuco',0);

```

```

/*!40000 ALTER TABLE `endereco_imovel` ENABLE KEYS */;

```

```

UNLOCK TABLES;

```

```

--

```

```

-- Table structure for table `imovel`

```

```

--

```

```

DROP TABLE IF EXISTS `imovel`;

```

```

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

```

```

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

```

```

CREATE TABLE `imovel` (

```

```

  `IDINSCRI_IMOBILIARIA` varchar(55) DEFAULT NULL,

```

```

  `ESTADO_CONSERVACAO` varchar(30) DEFAULT NULL,

```

```

  `PADRAO_QUALIDADE` varchar(14) DEFAULT NULL,

```

```

  `UTILIZACAO` varchar(45) DEFAULT NULL,

```

```

  `VALOR_VENAL` decimal(10,2) DEFAULT NULL,

```

```

  `lote_IDLOTE` int NOT NULL,

```

```

  `endereco_imovel_IDENDERECO` int NOT NULL,

```

```

  `debitos_IDDEBITOS` int NOT NULL,

```

```

  `proprietario_CPF/CNPJ` varchar(30) NOT NULL,

```

```

`dsqflu_ID_DSQFLU` varchar(100) NOT NULL,
PRIMARY KEY (`dsqflu_ID_DSQFLU`),
UNIQUE KEY `debitos_IDDEBITOS_UNIQUE` (`debitos_IDDEBITOS`),
UNIQUE KEY `endereco_imovel_IDENDERECO_UNIQUE`
(`endereco_imovel_IDENDERECO`),
KEY `fk_imovel_lote1_idx` (`lote_IDLOTE`),
KEY `fk_imovel_endereco_imovel1_idx` (`endereco_imovel_IDENDERECO`),
KEY `fk_imovel_debitos1_idx` (`debitos_IDDEBITOS`),
KEY `fk_imovel_proprietario1_idx` (`proprietario_CPF/CNPJ`),
KEY `fk_imovel_dsqflu1_idx` (`dsqflu_ID_DSQFLU`),
CONSTRAINT `fk_imovel_debitos1` FOREIGN KEY (`debitos_IDDEBITOS`)
REFERENCES `debitos` (`IDDEBITOS`),
CONSTRAINT `fk_imovel_endereco_imovel1` FOREIGN KEY
(`endereco_imovel_IDENDERECO`) REFERENCES `endereco_imovel` (`IDENDERECO`),
CONSTRAINT `fk_imovel_lote1` FOREIGN KEY (`lote_IDLOTE`) REFERENCES `lote`
(`IDLOTE`),
CONSTRAINT `fk_imovel_proprietario1` FOREIGN KEY (`proprietario_CPF/CNPJ`)
REFERENCES `proprietario_principal` (`CPF_CNPJ`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--
-- Dumping data for table `imovel`
--

LOCK TABLES `imovel` WRITE;
/*!40000 ALTER TABLE `imovel` DISABLE KEYS */;
INSERT INTO `imovel` VALUES ('0.0000.000.00.0000.0000.0','','Residencial',0.00,7,7,7,'
394.135.434 -
53','10001011060101'),('0.0000.000.00.0000.0000.0','','Residencial',0.00,8,8,8,' 800.763.604
- 82','10001011060201'),('0.0000.000.00.0000.0000.0','','Residencial',0.00,9,9,9,'
025.984.074 -
23','10001011060301'),('0.0000.000.00.0000.0000.0','','Residencial',0.00,10,10,10,'05524352
4-40','10001011060401'),('0.0000.000.00.0000.0000.0','','Residencial',0.00,11,11,11,'
492.977.594 - 91','10001011060501'),('1.3000.019.01.0182.0014.4','REGULAR','MEDIO-

```

```

BAIXO','RESIDENCIA',45317.39,1,1,1,' 836.171.244 -
53','13000019010301'),('1.3000.019.01.0182.0015.2','REGULAR','MEDIO-
BAIXO','RESIDENCIA',50251.52,2,2,2,' 099.848.914 -
02','13000019010302'),('1.3000.019.01.0182.0016.0','REGULAR','MEDIO-
BAIXO','RESIDENCIA',30505.23,3,3,3,' 061.528.064 -
10','13000019010303'),('1.3000.019.01.0182.0017.9','REGULAR','MEDIO-
BAIXO','RESIDENCIA',21667.49,4,4,4,' 086.408.704 -
70','13000019010304'),('1.3000.019.01.0182.0018.7','REGULAR','MEDIO-
BAIXO','RESIDENCIA',21413.01,5,5,5,' 906.964.764 - 87','13000019010305'),('
3.2460.128.01.0070.0001.0 ', 'REGULAR','MEDIO-
BAIXO','RESIDENCIA',22772.42,6,6,6,'5255221507','32460128010001');

/*!40000 ALTER TABLE `imovel` ENABLE KEYS */;

UNLOCK TABLES;

--
-- Table structure for table `logradouro`
--

DROP TABLE IF EXISTS `logradouro`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `logradouro` (
  `CodLogradouro` int NOT NULL,
  `Logradouro` varchar(155) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`CodLogradouro`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--
-- Dumping data for table `logradouro`
--

LOCK TABLES `logradouro` WRITE;
/*!40000 ALTER TABLE `logradouro` DISABLE KEYS */;

```

```
INSERT INTO `logradouro` VALUES (0,'Rua Córrego do Balaio'),(6769,'RUA MARIA JOSÉ CORDEIRO'),(26816,'RUA DOMINGOS FERNANDES');
```

```
/*!40000 ALTER TABLE `logradouro` ENABLE KEYS */;
```

```
UNLOCK TABLES;
```

```
--
```

```
-- Table structure for table `lote`
```

```
--
```

```
DROP TABLE IF EXISTS `lote`;
```

```
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
```

```
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
```

```
CREATE TABLE `lote` (
```

```
  `IDLOTE` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
```

```
  `AREA_TERRENO` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
```

```
  `AREA_CONSTRUIDA_UN` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
```

```
  `AREA_TOTAL_CONSTRUIDA` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
```

```
  `LATITUDE` varchar(25) DEFAULT NULL,
```

```
  `LONGITUDE` varchar(25) DEFAULT NULL,
```

```
  `TESTADA` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
```

```
  `PROFUNDIDADE` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
```

```
  `VALOR_TERRENO` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
```

```
  `VALOR_EDIFICACAO` decimal(10,2) DEFAULT NULL,
```

```
  PRIMARY KEY (`IDLOTE`)
```

```
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=12 DEFAULT CHARSET=utf8mb4  
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
```

```
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
```

```
--
```

```
-- Dumping data for table `lote`
```

```
--
```

```
LOCK TABLES `lote` WRITE;
```

```
/*!40000 ALTER TABLE `lote` DISABLE KEYS */;
```

```
INSERT INTO `lote` VALUES (1,1740.00,107.43,1266.27,-8,140613365,'-
34,96916393',30.00,56.00,NULL,NULL),(2,1740.00,119.14,1266.27,-8,140613365,'-
34,96916393',30.00,56.00,NULL,NULL),(3,1740.00,72.33,1266.27,-8,140613365,'-
34,96916393',30.00,16.00,NULL,NULL),(4,1740.00,51.37,1266.27,-8,140613365,'-
34,96916393',30.00,56.00,NULL,NULL),(5,1740.00,50.77,1266.27,-8,140613365,'-
34,96916393',30.00,56.00,NULL,NULL),(6,80.00,53.57,53.57,-8,114089063,'-
34,96806219',8.00,10.00,NULL,NULL),(7,126.64,92.52,92.52,-8°09`07.45544`\"";'-
34°55`50.72117`\"";9.44,14.00,NULL,NULL),(8,129.67,71.58,71.58,-8°09`07.72676`\"";'-
34°55`50.85470`\"";8.69,13.80,NULL,NULL),(9,141.05,63.58,63.58,-8°09`08.01465`\"";'-
34°55`50.98881`\"";10.65,13.96,NULL,NULL),(10,145.03,68.37,68.37,-
8°09`08.31990`\"";'-
34°55`51.13453`\"";10.47,13.38,NULL,NULL),(11,136.58,62.75,62.75,-
8°09`08.61810`\"";'-34°55`51.28278`\"";10.46,14.42,NULL,NULL);
```

```
/*!40000 ALTER TABLE `lote` ENABLE KEYS */;
```

```
UNLOCK TABLES;
```

```
--
```

```
-- Table structure for table `proprietario_principal`
```

```
--
```

```
DROP TABLE IF EXISTS `proprietario_principal`;
```

```
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
```

```
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
```

```
CREATE TABLE `proprietario_principal` (
  `CPF_CNPJ` varchar(35) NOT NULL,
  `NOME` varchar(500) DEFAULT NULL,
  `ENDERECO` varchar(500) DEFAULT NULL,
  `EMAIL` varchar(45) DEFAULT NULL,
  `TELEFONE` varchar(30) DEFAULT NULL,
  `ESTADO CIVIL` varchar(45) DEFAULT NULL,
  `REGIME BENS` varchar(45) DEFAULT NULL,
  `conjugue_CPF_CNPJ` varchar(35) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`CPF_CNPJ`),
```

```

KEY `fk_proprietario_principal_conjuge1_idx` (`conjuge_CPF_CNPJ`),
CONSTRAINT `fk_proprietario_principal_conjuge1` FOREIGN KEY
(`conjuge_CPF_CNPJ`) REFERENCES `conjuge` (`CPF_CNPJ`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--
-- Dumping data for table `proprietario_principal`
--

LOCK TABLES `proprietario_principal` WRITE;

/*!40000 ALTER TABLE `proprietario_principal` DISABLE KEYS */;

INSERT INTO `proprietario_principal` VALUES ('025.984.074 - 23','Ana Glécia Lins da
Silva','ANAM@HOTMAIL.COM','(81) 987579188','solteira','***','***'),('061.528.064 -
10','ELIAS ELI DANTAS','RUA NATIVIDADE. N 44. CS B. CEP 52280-560 -
RECIFE','ELIASED@YAHOO.COM','(81) 9948 - 2717','CASADO','Comunhão Parcial de
Bens','5255221606'),('086.408.704 - 70','ELIAS ELI DANTAS','RUA NATIVIDADE. N 44.
CS B. CEP 52280-560 - RECIFE','ELIASED@YAHOO.COM','(81) 8773 -
6538','CASADO','Comunhão Parcial de Bens','5255221606'),('099.848.914 - 02','ELIAS ELI
DANTAS','RUA NATIVIDADE. N 44. CS B. CEP 52280-560 -
RECIFE','ELIASED@YAHOO.COM','(81) 8841 - 4732','CASADO','Comunhão Parcial de
Bens','5255221606'),('394.135.434 - 53','Eliane Maria
Quaresma','ELIANEM@HOTMAIL.COM','(81) 3377 - 0210','solteira','***','***'),('
492.977.594 - 91','Heraldo Xavier da Rocha','HERALDOM@HOTMAIL.COM','(81)
33770310','casado','Comunhão Parcial de Bens','382118314-49'),('800.763.604 -
82','Marinalva da Silva Lima','MARINALVAM@HOTMAIL.COM','(81) 8587 -
7367','casada','Comunhão Parcial de Bens','698795244-20'),('836.171.244 - 53','ELIAS ELI
DANTAS','RUA NATIVIDADE. N 44. CS B. CEP 52280-560 -
RECIFE','ELIASED@YAHOO.COM','(81) 8868 - 5194','CASADO','Comunhão Parcial de
Bens','5255221606'),('906.964.764 - 87','ELIAS ELI DANTAS','RUA NATIVIDADE. N 44.
CS B. CEP 52280-560 - RECIFE','ELIASED@YAHOO.COM','(81) 8640 -
9512','CASADO','***','5255221606'),('055243524-40','Maria Vaniclea dos Santos
Silva','MARIAM@HOTMAIL.COM','(81) 9946 - 9900','casado','Comunhão Parcial de
Bens','822.639.224-15'),('5255221507','MARIA DO CARMO AMARAL DAS CHAGAS
','ESTRADA DO ARRAIAL, 2385 AP 304 - TAMARINEIRA - RECIFE/PE - Cep: 52051-
380','juridico.albuquerque@gmail.com','(81) 34593824','SOLTEIRA','***','');

/*!40000 ALTER TABLE `proprietario_principal` ENABLE KEYS */;

UNLOCK TABLES;

```

```
--  
-- Dumping events for database 'cadastro'  
--  
--  
-- Dumping routines for database 'cadastro'  
--  
/*!40103 SET TIME_ZONE=@OLD_TIME_ZONE */;  
  
/*!40101 SET SQL_MODE=@OLD_SQL_MODE */;  
/*!40014 SET FOREIGN_KEY_CHECKS=@OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS */;  
/*!40014 SET UNIQUE_CHECKS=@OLD_UNIQUE_CHECKS */;  
/*!40101 SET CHARACTER_SET_CLIENT=@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT */;  
/*!40101 SET CHARACTER_SET_RESULTS=@OLD_CHARACTER_SET_RESULTS */;  
/*!40101 SET COLLATION_CONNECTION=@OLD_COLLATION_CONNECTION */;  
/*!40111 SET SQL_NOTES=@OLD_SQL_NOTES */;  
  
-- Dump completed on 2023-02-24 12:49:35
```