



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

MIRELLY DE OLIVEIRA FARIAS

**ARQUITETURAS DE INTEROPERABILIDADE NA ESTRUTURAÇÃO DE UM  
BANCO DE DADOS CADASTRAIS PARA O CADASTRO URBANO**

Recife  
2020

MIRELLY DE OLIVEIRA FARIAS

**ARQUITETURAS DE INTEROPERABILIDADE NA ESTRUTURAÇÃO DE UM  
BANCO DE DADOS CADASTRAIS PARA O CADASTRO URBANO**

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.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Flávia Tenório Carneiro.

Coorientador: Prof. Dr. Cezário de Oliveira Lima Junior.

Recife

2020

- F224a      Farias, Mirelly de Oliveira.  
              Arquiteturas de interoperabilidade na estruturação de um banco de dados cadastrais para o cadastro urbano / Mirelly de Oliveira Farias. - 2020.  
              77 folhas, il., gráfs., tabs.
- Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Flávia Tenório Carneiro.  
              Coorientador: Prof. Dr. Cezário de Oliveira Lima Junior.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2020.  
              Inclui Referências e Anexos.
1. Engenharia Cartográfica. 2. Cadastro territorial multifinalitário. 3. Interoperabilidade. 4. Banco de dados cadastrais. I. Carneiro, Andrea Flávia Tenório (Orientadora). II. Lima Junior, Cezário de Oliveira (Coorientador). III. Título

UFPE

526.1 CDD (22. ed.)

BCTG/2021-30

MIRELLY DE OLIVEIRA FARIAS

**ARQUITETURAS DE INTEROPERABILIDADE NA ESTRUTURAÇÃO DE UM  
BANCO DE DADOS CADASTRAIS PARA O CADASTRO URBANO**

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.

Aprovada em: 16/11/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Flávia Tenório Carneiro (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. José Luiz Portugal (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. José Almir Cirilo (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho a minha mãe e ao meu pai (***in memorian***)

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, que na sua infinita bondade guiou meus caminhos ao longo desta pesquisa, principalmente me dando forças nos momentos de saudade da minha família.

Ao meu pai (*in memoriam*), que se fez presente em todos os momentos, com seus ensinamentos enraizados em meu coração e na minha personalidade, ecoando sua voz para seguir firme, mesmo diante das dificuldades, obrigada paiinho! A minha mãe, sempre me confortando com palavras doces, serenas, acalentando meu coração. Obrigada pelas suas orações minha! Aos meus irmãos por toda demonstração de amor.

Ao meu noivo Anderson, que não consigo descrever meus agradecimentos em palavras, obrigada pelo SUPORTE em todos os momentos.

Minha maior RIQUEZA é compartilhar minha vida com todos vocês, minha família. Meus amores!

A todos da Equipe Jovem de Nossa Senhora do Silêncio, por todo apoio, mesmo com as dificuldades da distância. Obrigada pela compreensão nas ausências de algumas reuniões. Virgem do Silêncio rogai por nós!

A equipe do Laboratório de Geoprocessamento, em especial ao meu coordenador, Almir Cirilo pela demonstração de incentivo a pesquisa.

Agradeço a professora Andrea, pela orientação desta pesquisa e ainda por todos ensinamentos compartilhados durante a minha graduação, sendo minha maior referência como professora em sala de aula e pesquisadora. Reforço toda admiração que sinto, não só como profissional, mas como uma mulher forte e guerreira, exemplo a ser seguido!!

Agradeço ao professor Cezário pela atenção em todas as circunstâncias. Ao professor Schuller por todo carinho e amizade durante todo período da graduação e pós-graduação no Decart. Agradeço aos membros da banca por toda contribuição para aperfeiçoar a pesquisa. Estendo meus agradecimentos a todos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Aos meus amigos da entrada de 2018.1 e todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização desta pesquisa.

## RESUMO

Uma gestão municipal eficaz depende de uma estrutura de dados cadastrais metodicamente organizados e integrados. Em resposta, apresenta-se o conceito de Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), que fornece informações fidedignas do território por meio de dados cadastrais detalhados e individualizados, auxiliando na tomada de decisão. Os dados cadastrais são compostos por dados geoespaciais e alfanuméricos, que devem ser conectados em um banco de dados cadastrais. Um banco de dados cadastrais busca executar, manipular, trocar e compartilhar dados alfanuméricos e geoespaciais da superfície terrestre para qualquer tipo de aplicação na gestão do território. No entanto, um problema recorrente é a falta de conexão entre esses dados cadastrais contidos nos bancos de dados, principalmente devido à ausência de uniformidade de cultura e política organizacional quanto à gestão e padronização de dados cadastrais em todas as instâncias. Os principais desafios técnicos dizem respeito à definição de semântica entre dados, formato, linguagem que são alcançados a partir das arquiteturas de interoperabilidade. A interoperabilidade é um pré-requisito importante para aplicar o conceito principal do CTM, que é integrar plataformas, promover a multifinalidade, disseminação e trocas de dados. A demanda por dados interoperáveis, reutilizáveis e abertos está cada vez mais presente, o que impulsionou a pesquisa. O objetivo deste trabalho é fornecer uma abordagem de melhoria para a lacuna da interoperabilidade entre os dados cadastrais. Nesse contexto, buscou-se apresentar soluções para estruturar um banco de dados cadastrais a partir das arquiteturas de interoperabilidade, apoiado nos conceitos do cadastro. Foram aplicadas as arquiteturas de interoperabilidade técnica, estrutural, semântica e sintática, utilizando dados cadastrais do município de Caruaru-PE. Como resultado desta pesquisa, tem-se um banco de dados cadastrais estruturado e pautado nas arquiteturas de interoperabilidade, com dados cadastrais integrados para suporte das tomadas de decisões do município de Caruaru.

Palavras-chave: Cadastro territorial multifinalitário. Interoperabilidade. Banco de dados cadastrais.

## **ABSTRACT**

Effective municipal management depends on a methodically organized and integrated cadastral data structure. In response, the concept of Multipurpose Cadastre (CTM) is presented, which provides reliable information on the territory through detailed and individualized cadastral data, helping in decision making. The cadastral data are composed of geospatial and alphanumeric data, which must be connected in a cadastral database. A cadastral database seeks to execute, manipulate, exchange and share alphanumeric and geospatial data on the earth's surface for any type of application in land management. However, a recurring problem is the lack of connection between these cadastral data contained in the databases, mainly due to the lack of uniformity of culture and organizational policy regarding the management and standardization of cadastral data in all instances. The main technical challenges concern the definition of semantics between data, format, language that are achieved from interoperability architectures. Interoperability is an important prerequisite for applying the main CTM concept, which is to integrate platforms, multipurpose, data dissemination and exchange, in addition to combating data duplication. The demand for interoperable, reusable and open data is increasingly present, which boosted the research. The objective of this work is to provide an improvement approach to the interoperability gap between cadastral data. In this context, we sought to present solutions for structuring a cadastral database based on interoperability architectures, supported by the cadastral concepts. Technical, structural, semantic and syntactic interoperability architectures were applied, using cadastral data from the municipality of Caruaru-PE. As a result of this research, a cadastral database is structured and based on interoperability architectures, with integrated cadastral data to support the decision making of the municipality of Caruaru.

**Keywords:** Multipurpose cadastre. Interoperability. Cadastral database.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Interoperabilidade na estrutura dos sistemas cadastrais. ....	29
Figura 2 –	Divisão do Estado de Pernambuco em 5 blocos de mapeamento.....	35
Quadro 1 –	Formato dos Produtos disponibilizados pelo PE3D .....	36
Figura 3 –	Ortofoto do Município de Caruaru - PE.....	37
Figura 4 –	Representação do relevo do Município de Caruaru – PE .....	37
Figura 5 –	“Zoom” na área urbana do Município de Caruaru – PE .....	38
Figura 6 –	Fluxograma.....	43
Figura 7 –	Localização da área .....	44
Quadro 2 -	Banco de dados da Prefeitura de Caruaru.....	48
Quadro 3 -	Dados divergentes do banco de dados da PMC.....	50
Figura 8 –	Scripts resultantes do Boletim de Informações Cadastrais.....	53
Figura 9 –	Vetorização do Bairro Divinópolis. ....	54
Figura 10 –	Criação de um banco de dados .....	57
Figura 11-	Extensão no pgAdmin.....	57
Figura 12 –	Integração com o Postgis .....	59
Figura 13 –	Conexão do banco de dados do PostgreSQL no Software QGIS.....	59
Figura 14 -	Procedimento de união entre os dados alfanuméricos e geoespaciais.....	60
Figura 15 –	Tabela spatial_ref_sys .....	61
Figura 16–	Ligação com identificador único .....	62
Figura 17 –	Codificação do EPSG.....	63
Quadro 4 -	Estruturação do Banco de Dados.....	64
Quadro 5 -	Campo de ligação com instituições no banco de dados.....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Características técnicas dos produtos do Pernambuco	
	Tridimensional .....	35
Tabela 2–	Classificação do PEC.....	41
Tabela 3 -	Classificação do PEC-PCD.....	43
Tabela 4 -	Aerolevantamentos realizados no município de Caruaru.....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

.shp	Shapefile
ALS	<i>Airborne LASER Scanning</i>
arts.	Artigos
BCI	Boletim de Cadastro Imobiliário
BICs.	Boletins de Informações Cadastrais
BL	Boletim de Cadastro de Logradouros
CAA	Centro Acadêmico do Agreste
CIATA	Convênio para Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-Administrativo
CTG	Centro de Tecnologias e Geociências
CTM	Cadastro Territorial Multifinalitário
Decart	Departamento de Engenharia Cartográfica
DSG	Divisão de Serviço Geográfico
EP	Erro Padrão
ET-ADGV	Especificação Técnica para Aquisição de dados Geoespaciais Vetoriais
Et al.	e outro (s)
ET-CQDG	Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais
FIG	Federação Internacional de Geômetras
GEOLAB	Laboratório de Geoprocessamento
GIS	Geographic Information System (Sistema de Informação Geográfica)
GML	Geography Markup Language (Linguagem de Marcação de Geografia)
GNSS	<i>Global Navigation Satellite Systems</i> (Sistema de Navegação Global por Satélites)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INS	<i>Inertial Navegation System</i> (Sistema de Navegação Inercial)
IPTU	Imposto Predial Territorial Urbano

ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)
ITEP	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
LACAD	Laboratório de Cadastro e Gestão Territorial
LIDAR	Light Detection And Ranging
MDT	Modelo Digital do Terreno
NTC	Núcleo de Tecnologia do Centro Acadêmico do Agreste
OGC	Open Geospatial Consortium (Consórcio Geoespacial Aberto)
PCD	Produto Cartográfico Digital
PE	Pernambuco
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfico
PE3D	Programa Pernambuco Tridimensional
PMC	Prefeitura Municipal de Caruaru
PRAT	Programa de Assistência Técnica
PSHPE	Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos de Pernambuco
RDF	Resource Description Framework
RRR	Rights, Responsibilities, Restrictions
SCN	Sistema Cartográfico Nacional
SERPRO	Serviço Federal de Processamento de Dados
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SICART	Sistema de Cadastro e Registro Territorial
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SINTER	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SIT	Sistema de Informação Territorial
SRHE	Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos
SRPO	Objetos Especiais de Propriedade Real
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
W3C	World Wide Web Consortium
XML	Extensible Markup Language

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS DA PESQUISA .....	17
1.1.1	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>17</b>
1.1.2	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
2.1	CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO .....	18
2.2	O CADASTRO TÉCNICO URBANO DO PROJETO CIATA .....	19
2.3	SISTEMA DE INFORMAÇÃO TERRITORIAL (SIT) .....	21
2.4	TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) PARA O CADASTRO.....	22
<b>3</b>	<b>ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS CADASTRAIS .....</b>	<b>24</b>
3.1	DADOS ALFANUMÉRICOS .....	24
3.2	DADOS GEOESPACIAIS .....	25
3.3	CONEXÃO DE DADOS ALFANUMÉRICOS E GEOESPACIAIS .....	26
3.4	ARQUITETURAS DE INTEROPERABILIDADE DE DADOS CADASTRAIS..	28
<b>4</b>	<b>PROGRAMA PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL (PE3D) .....</b>	<b>33</b>
4.1	A TECNOLOGIA LASER SCANNER.....	33
4.2	BASE DE DADOS DO PROGRAMA PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL ....	34
4.3	QUALIDADE DOS DADOS GEOESPACIAIS DO PE3D .....	38
4.3.1	<b>Análise de completude.....</b>	<b>39</b>
4.3.2	<b>Análise de consistência .....</b>	<b>40</b>
4.3.3	<b>Acurácia posicional.....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>43</b>
5.1	ÁREA DE ESTUDO .....	44
5.2	RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	45
5.2.1	<b>Software utilizados .....</b>	<b>45</b>
5.2.2	<b>Equipamentos Computacionais .....</b>	<b>46</b>
5.3	CADASTRO DO MUNICÍPIO DE CARUARU .....	46
5.3.1	<b>Análise de interoperabilidade dos dados cadastrais .....</b>	<b>47</b>
5.3.2	<b>Dados geoespaciais de Caruaru .....</b>	<b>50</b>
5.4	LEVANTAMENTO DE DADOS CADASTRAIS .....	51
5.5	ORGANIZAÇÃO DOS DADOS CADASTRAIS .....	53
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>56</b>

6.1	CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS CADASTRAIS .....	56
6.2	IMPLEMENTAÇÃO DAS ARQUITETURAS DE INTEROPERABILIDADE NO BANCO DE DADOS CADASTRAIS .....	58
6.2.1	Interoperabilidade técnica .....	58
6.2.2	Interoperabilidade estrutural .....	60
6.2.3	Interoperabilidade sintática .....	62
6.2.4	Interoperabilidade semântica .....	64
6.2.5	Interoperabilidade intercomunitária.....	66
6.2.6	Interoperabilidade legal.....	67
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	68
	REFERÊNCIAS .....	70
	ANEXO A – BOLETIM DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS .....	75
	ANEXO B – EXTRATO CADASTRO IMOBILIÁRIO .....	77

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos problemas enfrentados pelos municípios brasileiros é a ausência de um sistema cadastral atualizado e informatizado que permita ao gestor obter subsídios técnicos fundamentais para o planejamento do município. Entre os instrumentos de planejamento e gestão do território, apresenta-se o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), que tem como objetivo principal fornecer dados cadastrais que retratem a realidade do município a partir de informações fidedignas do território.

O CTM é um instrumento de governança e uma ferramenta poderosa para promover o ordenamento e desenvolvimento do território, para auxiliar na melhoria da qualidade de vida da população.

A principal característica do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) é o suporte para o conhecimento do território, através da informatização de um banco de dados públicos sobre o território do município, permitindo a visualização de forma gráfica e organizando-os em um sistema cartográfico preciso e de qualidade, possibilitando o desenvolvimento dos diversos processos econômicos, jurídicos e técnicos envolvidos na dinâmica das cidades (PEREIRA, 2009).

No contexto brasileiro, o Ministério das Cidades apresenta, por meio da Portaria N° 511/2009, diretrizes para a criação, instituição e atualização do CTM nos municípios brasileiros. Segundo essa normativa, o CTM é o inventário territorial oficial e sistemático de um município e baseia-se no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca. A parcela cadastral é a menor unidade do cadastro, definida como uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único (BRASIL, 2009).

Amorim et al. (2018) relatam que os dados cadastrais brasileiros apresentam problemas graves de metodologia de implantação dos sistemas cadastrais, sendo que um dos fatores é falta de normatizações necessárias. Os autores acrescentam que isto implica diretamente na qualidade do sistema cadastral como um todo, prejudicando sensivelmente as atividades de rotina, que se utilizam das importantes informações contidas no sistema.

A inexistência de uma norma para a estruturação de um banco de dados cadastrais faz com que cada município implemente um sistema cadastral de acordo com as suas necessidades. Na maioria dos casos, quando uma prefeitura possui

algum tipo de banco de dados, este é voltado para o cadastro fiscal. Entretanto, um banco de dados apenas com fins fiscais, não representa em sua totalidade a função de um Cadastro Territorial Multifinalitário. O ideal seria um banco de dados estruturado com dados cadastrais conectados e pautados na interoperabilidade.

Empregar conceitos de interoperabilidade na sustentação de um banco de dados cadastrais traz o benefício de evitar as diferenças de semânticas dos dados, auxílio na ligação dos dados cadastrais e conexão com as suas representações geoespaciais e alfanuméricas, além de facilitar a disponibilização dos dados cadastrais na internet, por meio de um portal único integrado.

Um banco de dados cadastrais é constituído por dados geoespaciais e alfanuméricos e consiste em um conjunto de dados organizados de modo que o seu conteúdo possa ser facilmente acessado e manipulado. Na estruturação do banco de dados cadastrais da pesquisa foram utilizados os dados geoespaciais do Programa Pernambuco Tridimensional e dados alfanuméricos da Prefeitura Municipal de Caruaru, pelos Boletins de Informações Cadastrais (BICs), extrato imobiliário, levantamento de campo cadastral e informações descritivas.

Do exposto, para a concretização de um sistema cadastral, visando a multifinalidade em um município, é necessário estruturar um banco de dados cadastrais utilizando arquiteturas de interoperabilidade.

Uma das grandes dificuldades da implementação de um banco de dados cadastrais é a complexidade de organizar todos os dados cadastrais em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados, dando em vista que um banco de dados cadastrais possui uma componente alfanumérica e outra geoespacial. Além disso, os municípios brasileiros possuem características bastantes distintas, dificultando a proposta de uma estrutura que atenda às necessidades de todos eles.

Nesse contexto, a pesquisa direciona o caminho que os municípios devem seguir para introduzir um banco de dados cadastrais pautado nos conceitos de interoperabilidade, que é uma condição necessária para o compartilhamento de dados e princípio da multifinalidade do cadastro.



## 1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

### 1.1.1 Objetivo geral

Elaborar uma proposta de estrutura de banco de dados aplicado ao cadastro urbano brasileiro, apoiado nas arquiteturas de interoperabilidade.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- a) Investigar arquiteturas de interoperabilidade utilizadas na implementação e manutenção dos sistemas cadastrais;
- b) Analisar as possibilidades de conexão dos dados geoespaciais e alfanuméricos do cadastro urbano;
- c) Propor uma estrutura para um banco de dados cadastrais interoperável, adequado ao cadastro urbano brasileiro.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda temas fundamentais para o entendimento conceitual e prático do trabalho, apresentando a história do Cadastro Territorial Multifinalitário, a evolução do cadastro urbano no Brasil e a utilização dos Sistemas de Informações Territoriais e das Tecnologias de Informação e Comunicação no cadastro.

### 2.1 CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO

O cadastro em cada país é resultado do seu desenvolvimento histórico, suas leis e costumes (CARNEIRO, 2003). Desta forma, torna-se difícil estabelecer uma definição que englobe todas essas diferenças territoriais. Entretanto, salienta-se a existência de um conceito clássico e geral preconizado pela Federação Internacional de Geômetras (FIG), que descreve o Cadastro como um inventário público de dados metodicamente organizados, baseado no levantamento dos limites das parcelas territoriais existentes em um determinado território (FIG, 1995). A Portaria nº 511 do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009) propõe a adoção desse conceito no cadastro territorial brasileiro.

Segundo Carneiro (2003), para que o cadastro seja considerado um sistema completo, é necessário que englobe informações relacionadas a todas as parcelas existentes no ambiente, sejam elas urbanas, rurais, públicas ou privadas. No entanto, na maioria dos municípios brasileiros só são cadastradas as parcelas localizadas na área urbana do município e passíveis de cobrança do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU).

Erba e Piumetto (2013) tratam o Cadastro Territorial Multifinalitário como instrumento chave para as definições de políticas do solo urbano, já que reúne os dados econômicos, legais, físico-espaciais, sociais e ambientais do território, essenciais na gestão da cidade, permitindo monitorar e gerenciar seu crescimento, definir estratégias de financiamento urbano, e analisar o antes e depois advindos do impacto das intervenções a serem implantadas.

Para Fernandes (2010), o CTM é determinante para o desenvolvimento da federação brasileira, em especial dos municípios, pois contribui para a autonomia destes entes federativos pátrios e para a observância da função social da propriedade constitucionalmente prescrita no âmago conceitual da propriedade

urbana, visando à utilização sustentável do solo urbano e a justiça fiscal, confirmando a responsabilidade territorial dos Municípios brasileiros.

Finalmente, é importante ter claro que, ao implementar um Cadastro Territorial Multifinalitário as funções básicas de multifinalidade devem ser consolidadas e potencializadas, bem como, a integração com os diferentes setores administrativos do município.

No Brasil, em 07 de dezembro de 2009, o Ministério das Cidades publicou a Portaria de nº 511, com definições e orientações sobre os Cadastros Territoriais e, além de propor a adoção do conceito do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) da FIG, a portaria ressalta que o caráter de multifinalidade do CTM é assegurado pela integração de informações de outros sistemas ao sistema básico comum, de conteúdo mínimo, que favoreça a atualização cadastral.

Entende-se que a implantação do CTM nesses moldes corresponde à instrumentalização informacional requerida para a eficiência da gestão e planejamento, possibilitando entre outras ações: antecipar problemas e mitigar riscos; planejar e gerir o uso e ocupação do território, a oferta de serviços públicos; controle da cobrança justa e equitativa dos impostos (QUEIROZ, 2018).

## 2.2 O CADASTRO TÉCNICO URBANO DO PROJETO CIATA

A evolução do cadastro urbano no Brasil está diretamente relacionada ao processo de municipalização e de ocupação territorial do país, ampliado a partir da Constituição de 1946, que instituiu o direito aos Municípios de regulamentar e cobrar os impostos territoriais. Também a constituição de 1988, que atribuiu ao poder municipal o direito de regular o desenvolvimento urbano.

Nessa conjuntura, na década de 50, surgem as primeiras experiências de Cadastro Técnico Urbano, com o objetivo de modernização e controle do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Tais experiências se iniciaram com o Grupo Hollerith, na cidade de Curitiba, que introduziu a metodologia fotogramétrica no cadastramento de campo, com a utilização de base cartográfica para ampliar as fotografias aéreas de todas as unidades urbanas tributáveis territoriais/prediais, na escala 1:1.000 (ANOTER/FUNCATE, 1997, citado por CARNEIRO, 2003).

Outro marco importante refere-se ao Projeto CIATA - Convênio para Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-Administrativo de Municipalidades, iniciativa da

Secretaria de Economia e Finanças do Ministério da Fazenda, com recursos do Programa de Assistência Técnica (PRAT) e, por meio do Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO).

O projeto CIATA teve sucesso em várias cidades. No período de 08 (oito) anos de sua vigência (entre os anos de 1973 até 1981) alcançou 769 prefeituras, e envolveu o cadastramento de mais de 3,5 milhões de unidades imobiliárias (AFONSO et al., 1998; CUNHA et al., 2019). Como exemplo, pode-se citar o município paranaense de Piraquara, que, em um ano passou de 1.500 para 60.000 parcelas cadastradas (LOCH; ERBA, 2007).

O projeto CIATA criou uma metodologia para o Cadastro Urbano que permitia organizar e incrementar o Cadastro Imobiliário para a maioria dos municípios brasileiros. O cadastro era formado por uma Base Cartográfica (dados geoespaciais) e uma Base Alfanumérica composta por informações contidas nos Cadastro de Logradouros, registrado no Boletim de Ruas (Boletim de Cadastro de Logradouros - BL) e o de parcelas e proprietários (lançados no Boletim de Cadastro Imobiliário - BCI, que atualmente chamamos de Boletim de Informações Cadastrais - BIC).

Com o sucesso e abrangência do projeto, os Cadastros Urbanos da época começaram a seguir as orientações dos manuais, e são utilizados até hoje por algumas instituições. O Projeto CIATA publicou manuais sobre o Cadastro Imobiliário, diretrizes para elaboração de uma Base Cartográfica, Sistemas de Referência Cadastral. E ainda, estabeleceu que as plantas cadastrais devem ser representadas numa escala de 1:1.000 ou 1:2.000, e dependem da execução da Base Cartográfica e da referência cadastral.

Além disso, o projeto CIATA também definiu um código identificador (ou inscrição imobiliária) dos imóveis, e conceituou as unidades administrativas (distritos, setores fiscais e quadras), além de ter publicado orientações para o preenchimento dos BICs e concedido instruções aos técnicos e cadastradores municipais.

O código identificador é a concatenação da identificação das unidades administrativas do município e o número do imóvel relacionado na quadra. A técnica utiliza o cálculo do deslocamento métrico, no sentido dos ponteiros do relógio, do ponto inicial da quadra até o final da testada principal de cada imóvel (BRASIL, 1979). Como as unidades administrativas (distritos, setores, quadras) foram definidas pelo projeto CIATA, o código identificador do imóvel urbano foi estruturado

de acordo com um Sistema Hierárquico em consonância com o Método das Testadas Acumuladas.

### 2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO TERRITORIAL (SIT)

Um Sistema de Informação Territorial (SIT) tem a capacidade de tratar relações espaciais entre objetos geográficos através da topologia dos dados.

Os SITs tem como principal função integrar os dados geoespaciais, censitários e de cadastro, de imagens de satélite, redes de pontos e modelos numéricos do terreno, cruzando informações através de algoritmos para gerar mapeamentos temáticos, além de possibilitar consultar, recuperar, visualizar e permitir saídas gráficas.

Dentro da estrutura polivalente que caracteriza os cadastros, os Sistemas de Informação Territorial (SIT) são muito apropriados para relacionar dados provenientes de diferentes fontes, bem como gerenciá-las por meio de camadas (*layers*), facilitando, dessa forma, sua organização e distribuição. Este último ponto reforça a importância que tem o georreferenciamento das parcelas e de todos os elementos urbanos na estruturação de um cadastro multifinalitário (LOCH; ERBA, 2007).

De acordo com Erba et al. (2005), a característica básica do SIT é sua capacidade de dar sentido ao dado e permitir correlações entre eles por meio da posição e topologia das feições geoespaciais, através das parcelas territoriais.

Na literatura internacional, os SITs apoiam o gerenciamento territorial fornecendo informações sobre a terra, seus recursos e o seu uso. A operação de um SIT inclui a aquisição e reunião de dados, seu processamento, armazenamento e manutenção, além da recuperação, análise e publicidade das informações resultantes (SANTOS, 2012).

No Brasil, o termo SIT não é muito difundido, e, em outros países ele é amplamente utilizado, principalmente quando está integrado ao Registro de Imóveis (AMORIM; SOUZA; YAMASHITA, 2008).

No entanto, de acordo com a Portaria Nº 511/2009 (art. 4º e 5º), os dados do CTM podem ser relacionados aos dados do Registro de Imóveis, formando o SICART - Sistema de Cadastro e Registro Territorial, e acrescentando dados dos cadastros temáticos criando um SIT (BRASIL, 2009).

Pode-se dizer que os SITs são ferramentas para apoiar o processo de tomada de decisão, em um projeto ou em uma instituição, e que agrega os dados geoespaciais as bases de dados alfanuméricos para gerar uma visão mais completa e adequada da realidade analisada (PIUMETTO; ERBA, 2007).

O funcionamento de um SIT é relativamente simples de ser compreendido, porém, quando estas plataformas são utilizadas para administrar grandes volumes de dados e/ou para relacionar com várias camadas de informações é necessário definir estratégias e critérios para sua administração.

Atualmente, os SITs apoiam-se nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como suporte tecnológico para integrar dados cadastrais por meio das funções de *hardware* e *software*.

## 2.4 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) PARA O CADASTRO

Nas últimas décadas a rápida urbanização resultou em um desenvolvimento e uso da terra desordenado nos ambientes urbanos, sendo necessário utilizar das tecnologias existentes para auxiliar a gestão territorial. Com a evolução tecnológica, principalmente das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), foram desenvolvidos novos meios de difusão de informação para os dados cadastrais, permitindo o acesso às informações territoriais via web, por meio de computadores e aplicativos, smartphones e tablets.

Essas mudanças tecnológicas ocorrem a uma velocidade espantosa, alterando significativamente as formas de comunicação, redefinindo as relações entre as pessoas e o espaço geográfico, além da relação do Estado com as pessoas e delas com a gestão territorial (AMORIM *et al.*, 2018).

Segundo Williamson *et al.* (2010), as agências de administração de terras tornam-se dependentes de ferramentas tecnológicas fornecendo melhorias na coordenação, na comunicação, no gerenciamento e disseminação de dados.

Alves *et al.* (2018), citando Rajabifard *et al.* (2013), comentam que as informações espaciais e os avanços tecnológicos têm contribuído significativamente para melhoria dos sistemas de administração de terras em meio a um cenário gradativo pela procura das informações territoriais.

As Tecnologias da Informação e Comunicação são utilizadas das mais diversas formas. No Cadastro Territorial Multifinalitário, contribuem essencialmente para o armazenamento dos dados geoespaciais e alfanuméricos. No cadastro urbano, auxiliam na integração e troca de informações entre as secretarias, no processo de atualização e na disponibilização dos dados cadastrais via internet.

A Austrália utiliza Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), fornecendo serviços online de informações sobre terras. Suas jurisdições também possuem projetos de comunicação pela internet para realizar transações de terras online (KALANTARI et al., 2005).

Na Nova Zelândia, as TICs são utilizadas para promover um cadastro totalmente digital que incorpora dados cadastrais de uma forma inteligente de dados, e a transformação do conhecimento institucional e da expertise em regras de negócios, para produzir um sistema integrado de informações (WILLIAMSON et al., 2008).

Beardsall (2004) descreve que na Grã-Bretanha contém o sistema cadastral totalmente eletrônico com um banco de dados que combina informações do cadastro territorial com outras informações relevantes para os usuários, especialmente compradores e vendedores de imóveis, que poderão realizar buscas únicas e abrangentes de propriedades.

Na Holanda, todas as escrituras desde 1999 foram digitalizadas como um primeiro passo na utilização de TIC em processos de administração de terras. No governo Polonês, existe uma busca para implementar uma plataforma eletrônica integrada, como melhoria do cadastro fiscal (SAMBURA, 2004; WILLIAMSON et al., 2008).

Diante de algumas aplicações mencionadas é importante relatar que o uso abrangente das Tecnologias da Informação e Comunicação na gestão territorial, para ser eficaz, depende da interoperabilidade de dados cadastrais para harmonizar os dados e integrar suas diferentes camadas de informações.

### **3 ESTRUTURAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS CADASTRAIS**

Um banco de dados é definido como um conjunto de dados devidamente relacionados. Compreendem-se como dados os objetos conhecidos que podem ser armazenados, que possuem um significado implícito e são adquiridos para uma determinada finalidade com intuito de estruturar e armazenar informações (MACHADO, 2014).

No âmbito da pesquisa, a coleção lógica dos dados é referente ao território. Esta é composta por dados geoespaciais e dados alfanuméricos, que formam um banco de dados cadastral. Meyer (2004) exemplifica que os bancos de dados cadastrais devem unir dados alfanuméricos com dados geoespaciais e apresentar ambos em um portal integrado, já que os atributos são tão importantes quanto as informações geoespaciais para suporte à decisão.

Um banco de dados cadastrais ideal deve fornecer dados estruturados, tanto alfanuméricos quanto geoespaciais, para todas as parcelas territoriais, públicas e privadas, urbanas e rurais. Vranić e Matijević (2015) comentam sobre essa complexidade dos dados cadastrais possuírem uma componente alfanumérica e geoespacial.

Para compatibilizar os dados cadastrais e permitir a interoperabilidade, disseminação e atualização dos dados alfanuméricos e geoespaciais, é necessário analisar o formato dos dados cadastrais utilizados, e organiza-los metodicamente, buscando atender às necessidades de todos usuários e do município.

#### **3.1 DADOS ALFANUMÉRICOS**

No banco de dados cadastrais, os dados alfanuméricos (ou descritivos para alguns autores) são informações referentes aos logradouros da cidade, aos terrenos e edificações, e identificação do imóvel e da pessoa ou pessoas que tem relação com esse imóvel (podendo ser proprietário ou não). Comumente esses dados são obtidos a partir de Boletins de Informações Cadastrais (BIC's) e Boletins de Logradouros.

Segundo Pelegrina (2009), os dados cadastrais presentes nos Boletins de Informações Cadastrais fornecem informações que auxiliam na determinação dos



tributos, das contribuições e taxas incidentes sobre os imóveis urbanos, de acordo com o código tributário de cada município.

Na época dos sistemas analógicos (manuais) os dados alfanuméricos eram armazenados em arquivos organizados em pastas ou fichas, e a geração e distribuição das informações geradas eram a partir dessa base (LOCH; ERBA, 2007). No entanto, à medida em que o armazenamento dos arquivos aumenta, aumenta a complexidade de organizar os dados, e as ferramentas tradicionais para analisar tais informações, como registros escritos ou planilhas de computador, podem ser insuficientes.

Com surgimento dos sistemas digitais (computadorizados), os dados alfanuméricos são armazenados por meios magneto-ópticos e eletrônicos, facilitando a alta longevidade e capacidade de armazenamento desses dados no ambiente de um banco de dados cadastrais. É importante frisar que em algumas prefeituras (principalmente de pequeno porte) os dados alfanuméricos ainda se encontram em meio analógico.

A implementação dos dados alfanuméricos nos sistemas computadorizados traz a vantagem da agilidade para recuperação, atualização e a possibilidade de compartilhar dados com várias plataformas e usuários simultaneamente, evitando redundância e ocupando menos espaço físico.

Diante disso, recomenda-se a criação de metadados que descrevam como os elementos em um modelo de banco de dados devem ter seus nomes estruturados, assim os dados alfanuméricos serão mais facilmente interligados com as componentes geoespaciais possibilitando, desta forma, gerar um sistema de controle, manipulação e conexão de dados cadastrais.

### 3.2 DADOS GEOESPACIAIS

Os dados geoespaciais descrevem qualquer tipo de fenômeno que esteja associado a uma componente espacial. As componentes espaciais buscam representar o posicionamento na superfície terrestre.

Para Sampaio e Brandalize (2018), os dados geoespaciais relacionam a cada entidade ou fenômeno uma localização na Terra, por um Sistema Geodésico de Referência (SGR), no determinado instante, através das tecnologias de

levantamento, inclusive as associadas a sistemas globais de posicionamento apoiados por satélites, bem como de mapeamento ou de sensoriamento remoto.

Assim sendo, cada entidade geoespacial, em meio digital, pode ser representada no formato vetorial ou matricial (ou *raster*). No formato vetorial, os dados geoespaciais possuem localização e os atributos gráficos de cada objeto representadas por pelo menos um par de coordenadas. A representação em formato vetorial utiliza pontos, linhas e polígonos para representar a geometria das entidades geográficas (BORGES, 2002).

O formato *raster*, é composto por uma estrutura matricial organizada em linhas e colunas onde seu cruzamento resulta em células, chamadas de pixels, as quais armazenam as feições observadas (BOSSLE, 2016).

Logo, os dados geoespaciais dos bancos de dados cadastrais podem estar tanto no formato vetorial quanto matricial. Já que a coleta ocorre de diversas formas, seja através de sensores a bordo de satélites orbitais, seja através da obtenção de registros fotográficos da superfície terrestre ou mesmo pelo trabalho de campo (JENSEN, 2009).

Desse modo, em função da diversidade de formato dos dados representados, deve-se atentar para interoperabilidade. Ou seja, buscar uma forma de disponibilizar, interagir e intercambiar os dados geoespaciais.

### 3.3 CONEXÃO DE DADOS ALFANUMÉRICOS E GEOESPACIAIS

A conexão de dados de uma forma geral, visa dar ao usuário uma visão unificada dos dados, mesmo que estes estejam em diferentes bases, permitindo consultas e análises desses dados.

A conexão de dados cadastrais busca solucionar problemas específicos no âmbito do Cadastro, como integração de dados em diferentes formatos e a ligação de dados alfanuméricos e geoespaciais dentro de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Com uma conexão de dados estruturada, as informações poderão ser obtidas de forma mais rápida e fidedigna.

A falta de conexão se dá, muitas vezes, pela grande variedade de dados cadastrais disponíveis na internet e espalhadas em plataformas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), e distribuídas entre diferentes sistemas operacionais e de *hardware*, tornando os sistemas inoperantes e sem integração.

Essa enorme quantidade de troca de dados entre os subsistemas (etapa de um sistema operante) aumenta as dificuldades de obter uma conexão entre esses dados cadastrais. Na literatura, alguns pesquisadores estudaram a conexão dos dados cadastrais.

Bagnicki e Mika (2013) realizaram um estudo que demonstrou a falta de conexão de dados alfanuméricos sobre imóveis na Polônia cadastrados nos órgãos de Registros Fundiários e Hipotecários (KW) e no Registro de Terras e Edifícios (EGiB).

Kitsakis et al. (2016) buscaram conectar a unidade geoespacial correspondente a unidade dos dados alfanuméricos, através da aplicação SRPOs (Objetos Especiais de Propriedade Real), criada para atender às peculiaridades das disposições legais e características dos dados geoespaciais das parcelas.

Uma das dificuldades para obter a consistência e conexão de um banco de dados cadastrais são os diferentes formatos dos dados geoespaciais dentro do ambiente cadastral. As diferentes formas e complexidade da geometria dos dados geoespaciais no Cadastro Territorial foram investigadas pelos autores (RENOLEN, 2000; SPERY et al., 2001; ZHOU et al., 2008; FAN et al., 2010).

Nesse contexto, foram desenvolvidos alguns modelos de dados cadastrais com intuito de tornar as informações cadastrais um conjunto ajustável, capaz de suportar suas variedades de dados dentro de um sistema de banco de dados.

A citar tem-se, o Modelo de Dados Cadastrais Principais (HENSSEN, 1995), Modelo de Dados de Parcelas do ArcGIS (MEYER, 2001), Objeto de Propriedade Legal (KALANTARI et al., 2008), Padrão de Conteúdo de Dados Cadastrais dos EUA (FGDC, 2008), Modelo ePlan (ICSM, 2010) e ISO 19152-LADM (ISO, 2012b).

As diferenças na estrutura desses modelos de dados cadastrais derivam principalmente do fato de que cada jurisdição tem seus próprios requisitos e expectativas para gerenciar informações sobre os direitos, restrições e responsabilidades e, portanto, implementam esses modelos de forma variável.

Essas diferenças de dados cadastrais dificultam a conexão dos bancos de dados cadastrais, sendo ideal antes de estruturá-lo analisar as suas arquiteturas de interoperabilidades.

### 3.4 ARQUITETURAS DE INTEROPERABILIDADE DE DADOS CADASTRAIS

Interoperabilidade é definida como uma característica de um produto ou sistema, cujas interfaces são completamente compreendidas, para trabalhar com outros produtos ou sistemas, presentes ou futuros, na implementação ou no acesso, sem quaisquer restrições (MIKA, 2017). Para a referida autora, o principal objetivo da interoperabilidade é fornecer aos usuários a capacidade de obter os dados certos no formato certo, no momento certo, ao mesmo tempo, tentando excluir os resíduos na recriação, edição e conversão de dados durante todo o processo.

O termo interoperabilidade é usado em vários contextos diferentes nesta pesquisa, trata-se da capacidade dos sistemas cadastrais executar, manipular, trocar e compartilhar informações alfanuméricas e geoespaciais sobre, acima e abaixo da superfície terrestre, para auxiliar a gestão do território.

A interoperabilidade dos dados busca a uniformidade utilizando formatos, protocolos e padrões integrados para serem trocados entre diferentes plataformas. A chave para a interoperabilidade no cadastro é a modelagem de dados, que reconhece e remodela como os dados cadastrais estarão organizados e quais os relacionamentos que pretendem-se estabelecer entre eles.

De acordo com Kalantari et al. (2005) e Kalantari (2008), a interoperabilidade na estrutura dos sistemas cadastrais pode ser considerada em quatro aspectos: semântico, legal, intercomunitário ou organizacional e técnico.

Mika (2017) analisou a interoperabilidade de dados cadastrais e elementos de cada sistema e suas inter-relações usando modelos e métodos que simulavam a realidade e desenvolveu uma modelagem buscando interoperabilidade de dados derivados de diferentes bases de dados, contendo informações sobre objetos cadastrais de acordo com a legislação aplicável na Polônia. A autora reforça os quatro principais aspectos da interoperabilidade discutidos em Kalantari (2008).

Entretanto, Myllymäki e Kautto (2017) utilizando Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na Finlândia, sugeriram e aplicaram mais dois aspectos importantes para promover a interoperabilidade nos ambientes cadastrais: a interoperabilidade estrutural e a sintática. Em uma análise realizada por Mohammadi, Rajabifard e Williamson (2010), além de frisar as arquiteturas de interoperabilidade citadas, os autores apresentaram também a interoperabilidade semântica (figura 1).

Figura 1 - Interoperabilidade na estrutura dos sistemas cadastrais



Fonte: A Autora (2020).

Dados baseados de Kalantari (2005); Myllymäki e Kautto (2017).

#### **a) Interoperabilidade semântica**

É a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem informações, interpretar e usarem essas informações. Refere-se ao significado da informação originada em diferentes sistemas; envolve a adoção de soluções capazes de assegurar interpretações uniformes entre os sistemas, como por exemplo: esquemas de metadados, classificação, tesouros (indexação e classificação de documentos) e ontologias (FARINELLI, 2013).

A falta de interoperabilidade semântica e heterogeneidade ocorre quando há um desacordo sobre o significado, interpretação ou uso pretendido dos mesmos dados ou relacionados em vários domínios (TULADHAR et al., 2005; WILLIAMSON et al., 2008).

Segundo Sass (2013), os usuários dos dados de uma organização produtora de dados não têm dificuldades para entender seus dados, mas quando esses dados são reutilizados por outra organização, esse conhecimento prévio dos dados não

existe, surgindo assim, as dificuldades de entendimento desses dados. As diferenças de semântica das informações causam problemas na integração de dados provenientes de diversas fontes.

Na Finlândia têm-se um exemplo de estrutura de interoperabilidade semântica, impulsionado pelo Ministério das Finanças, no ambiente do Cadastro Territorial que garante que as definições compartilhadas sejam aplicadas de maneira sistemática e que a semântica seja passada para cada implementação que reutilize as descrições de interoperabilidade (REMES et al., 2016; ALONEN; REMES, 2016).

### **b) Interoperabilidade legal**

Trata da estrutura das organizações de administração de terras que possuem soluções internas de gerenciamento de processos e fluxos de trabalho, uma vez que, a administração eficaz em todas as organizações relacionadas precisa de diretrizes e políticas (WILLIAMSON et al., 2008).

Por exemplo, uma estrutura de leis territoriais é necessária para garantir o uso ideal do espaço físico, e permitir que negociações de compra e venda de terras opere de forma eficiente e efetiva (UNITED NATIONS, 2004).

Um padrão uniforme de leis dentro do domínio cadastral é necessário para uma transação transparente de sistemas de transferência de dados, e intercâmbio de dados entre as partes.

### **c) Interoperabilidade técnica**

É a capacidade de trocar informações entre redes de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), aplicativos e seus componentes e, assim, combinar os produtos e serviços de computadores de vários bancos de dados. No caso do cadastro, a maior dificuldade da interoperabilidade técnica é a heterogeneidade dos dados cadastrais, que são coletados em bases de dados distintas.

De acordo com Radwan et al. (2005), essas discrepâncias têm influência direta na estrutura de dados, restrições e linguagens de consulta dentro dos Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBDs). Os SGBDs são

ferramentas importantíssimas para implementar um banco de dados cadastrais, pois possuem em seus sistemas uma gestão e repartição de dados geoespaciais.

A interoperabilidade técnica abrange padrões de comunicação, de transporte, de armazenamento e de representação de informações, bem como, camadas de intercâmbio de dados geoespaciais (Serviços da Web baseados nos padrões ISO-, OGC, W3C-), produtos de dados, conjuntos de dados, serviços web. Sendo assim, a interoperabilidade técnica é bastante importante para o cadastro por ser responsável pela ligação dos dados cadastrais e suas representações geoespaciais e alfanuméricas (FARINELLE et al., 2013).

Segundo Ji-yi Zhang et al. (2016), a chave para integrar dados geoespaciais e sua topologia é a representação integrada da estrutura geoespacial e estrutura dimensional dos elementos que estão em diferentes dimensões.

#### **d) Interoperabilidade estrutural**

Trata dos modelos de dados que devem ser harmonizados e possuir identificadores únicos, compartilhando um sistema de referência comum. Refere-se ao formato da troca de dados, ou seja, observa os padrões que regem o formato das mensagens enviadas de um sistema para outro, de modo que a finalidade operacional seja evidente e não sofra alteração.

A interoperabilidade estrutural permite um nível básico de conversão entre um esquema e outro e os dados espaciais são estruturados de acordo com a visão do fenômeno correspondente. Existem várias diferenças entre os conjuntos de dados provenientes de organizações diferentes, uma vez que essa estrutura é muito influenciada pelas organizações.

A interoperabilidade estrutural está relacionada com incompatibilidades como nomes, especificações, nomes de atributos, granularidade e valores de domínio (MOHAMMADI, 2009). Por exemplo, no cadastro é imprescindível a compatibilização de dados pessoais seja pessoa física e jurídica, em relação aos imóveis.

#### **e) Interoperabilidade sintática**

A interoperabilidade sintática baseia-se na codificação dos dados, mediante utilização das linguagens de marcação para desenvolvimento de sistemas, modelos

de gestão de documentos e registros eletrônicos, e formatos de apresentação da informação (MUCHERONI; SILVA, 2011).

A interoperabilidade sintática auxilia na reutilização, visualização, consulta e análise dos conjuntos de dados incluídos na integração (SASS, 2013). Para Cruz (2005), citado por Santos (2011), a questão sintática diz respeito ao uso de diferentes modelos ou linguagens.

A interoperabilidade sintática executa a transferência de dados interoperáveis, esquemas e descrições baseadas em XML (como XML / GML e XML / RDF) e formato de transferência JSON, JPG, PNG e outros formatos binários, assim como, codifica os metadados digitalmente. O uso inadequado da metalinguagem XML, deve-se à falta de interoperabilidade sintática, assim como à ambiguidade entre o software de banco de dados (já definidos como SGBD).

Como sublinha Farinelli e Almeida (2014), a interoperabilidade sintática diz respeito ao uso de diferentes modelos ou linguagens, junção importante na estruturação da conexão de um banco de dados cadastrais.

#### **f) Interoperabilidade intercomunitária**

Abrange a coordenação e o alinhamento de processos de negócios e arquitetura de informações que engloba pessoas, parcerias privadas e do setor público. Na prática, a interoperabilidade intercomunitária consiste na estruturação de um portal único para executar várias tarefas e aplicações na gestão territorial.

Roux (2004), sugere que o resultado ideal para administração de terras e gestão de imóveis deve ser um portal único com interface de usuário simples.

No Brasil, não existe um portal único com informações do cadastro urbano para todos estados, apesar de alguns estados e prefeituras implementarem de forma isolada um sistema cadastral.

No estado de Pernambuco é disponibilizado através da internet um portal com dados geoespaciais para todo território pernambucano, por meio do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), e a partir desses dados brutos é possível gerir os dados e implementar um sistema cadastral.



## 4 PROGRAMA PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL (PE3D)

O Programa Pernambuco Tridimensional inicialmente tinha o objetivo de desenvolver estudos para modelagem do comportamento hidrodinâmico visando a execução de obras e o suporte à emissão de alertas de chuvas para população.

No desenrolar do programa, o governo de Pernambuco observou o seu caráter inovador e em 2014. Desta vez sob gerencia da Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos de Pernambuco (SEINFRA), o PE3D foi estendido para todo o território do estado, como incentivo ao uso e desenvolvimento de aplicações de planejamento urbano e cadastro territorial dos municípios. Atualmente o PE3D está sob gerencia da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC).

Nesse contexto, o Programa Pernambuco Tridimensional torna-se um programa pioneiro na América Latina, colocando o estado de Pernambuco em posição de destaque, por conter um conjunto de dados de enorme potencial para toda sua extensão territorial. Toda essa base de dados é gerada a partir de Tecnologia Laser Scanner.

### 4.1 A TECNOLOGIA LASER SCANNER

O processo de perfilamento a LASER é conhecido mundialmente como *Light Detection and Ranging - LiDAR* e consiste na utilização de um pulso de laser na direção do terreno para obtenção de coordenadas tridimensionais de pontos sobre uma superfície (BALTSAVIAS, 1999).

A tecnologia LiDAR permite a coleta de dados com maior velocidade e precisão, quando comparado a outras tecnologias, combinando em uma plataforma aerotransportada o Sistema de Navegação Global por Satélites (*Global Navigation Satellite Systems - GNSS*) fornecendo a localização da aeronave, enquanto o Sistema de Navegação Inercial (*Inertial Navigation System - INS*) determina os ângulos de altitude da aeronave (BASTOS; ERCOLIN FILHO, 2012).

A tecnologia LiDAR possui dois principais tipos de plataformas: o Laser Scanner Aerotransportado, em inglês *Airbone Laser Scanner - ALS* e o Laser Scanner Terrestre, *Terrestrial Laser Scanner - TLS*. O laser aerotransportado é o indicado para estudos de planejamento urbano, devido a sua grande capacidade de captação de nuvens de pontos, combinada com uma alta precisão.

Fisicamente, o sistema Laser Scanner Aerotransportado é constituído por um sensor laser, uma câmara fotográfica métrica digital, um receptor GPS geodésico L1/L2 (a bordo da aeronave), dois receptores GPS geodésicos L1/L2 (em solo), 01 notebook para controle do sistema aerotransportado e processamento dos dados, além de softwares específicos de controle e tratamento de dados.

Na tecnologia do perfilhamento a LASER é realizada uma varredura de pontos na superfície do terreno abaixo da aeronave, obtendo com rapidez e qualidade dados geoespaciais. Os levantamentos realizados através de perfilhamento a LASER possibilitam a elaboração de mapas tridimensionais acurados e atualizados, otimizando projetos. Assim, devido à grande quantidade de informações tridimensionais, através de uma nuvem de pontos, é gerado o Modelo Digital do Terreno e Modelo Digital de Superfície, de forma rápida com elevada precisão e nível de detalhes, gerando uma base de dados geoespaciais.

## 4.2 BASE DE DADOS DO PROGRAMA PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL

O conjunto de dados geoespaciais do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D) é apresentado exclusivamente em meio digital e todo o conteúdo aos poucos está sendo disponibilizado integralmente para *download*, e sem custos aos usuários.

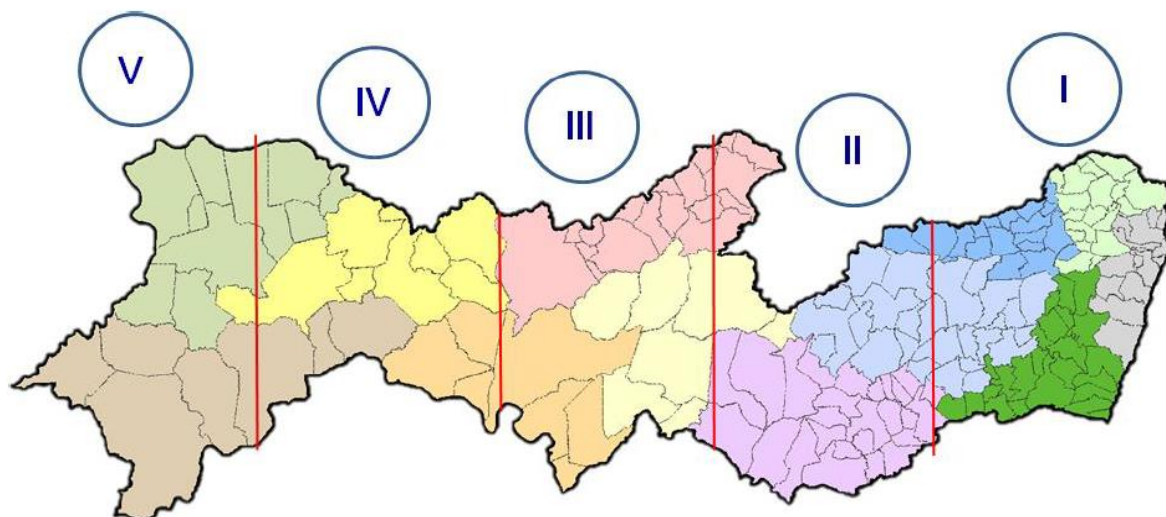
O acesso aos dados disponibilizados pelo PE3D pode ser feito através do endereço eletrônico [www.pe3d.pe.gov.br](http://www.pe3d.pe.gov.br), por meio de um cadastro e, logo após, o usuário seleciona o tipo de arquivo que deseja realizar o *download*.

De acordo com PE3D (2020), no total, são disponibilizados cerca de 75 bilhões de pontos (com coordenadas planimétricas e altimétricas), ou seja, um ponto a cada 1,3m<sup>2</sup> de todo o território pernambucano. É uma notável base de dados geoespaciais para suporte de muitas iniciativas para o Cadastro Territorial do estado de Pernambuco.

Desta maneira, os 98.149km<sup>2</sup> correspondentes ao território pernambucano foram subdivididos em 12.962 folhas articuladas, em escalas de 1:5.000 para todo território e 1:1.000 para 26 municípios. Somando-se ao trabalho na mesma escala desenvolvido pela COMPESA, têm-se hoje 41 sedes municipais com levantamento compatível com a escala 1:1.000. Essas, por sua vez, foram agrupadas em cinco blocos, e para cada uma das articulações foi elaborado um conjunto de produtos

gerados por meio de recobrimento aerofotogramétrico, como exemplificado na figura 2.

Figura 2 - Divisão do Estado de Pernambuco em 5 blocos de mapeamento



Fonte: Cirilo *et al.* (2015).

Segundo Cirilo *et al.* (2015), os produtos gerados pelo PE3D são: a) Recobrimento aerofotogramétrico e geração de ortoimagens (1:5.000); b) Recobrimento aerofotogramétrico e geração de ortoimagens (1:1.000); c) Perfilamento LASER e geração de modelos digitais de terreno (1:5.000); d) Perfilamento LASER e geração de modelos digitais de terreno (1:1.000); e) Implantação de 40 marcos geodésicos.

Algumas especificações dos produtos na escala 1:5.000 e 1:1.000 podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características técnicas dos produtos do Pernambuco Tridimensional

PRODUTOS	Escala 1:5.000		Escala 1:1.000	
	Ortofoto	Perfilamento Laser	Ortofoto	Perfilamento Laser
Extensão dos arquivos	tif .tfw e .dwg	.xyz .xyzi e .tif	tif .tfw e .dwg	.xyz .xyzi e .tif
Densidade de pontos	-	~ 1 ponto/m <sup>2</sup>	-	~ 4 pontos/m <sup>2</sup>
Resolução espacial	50 cm	1 m	12 cm	50 cm
Resolução radiométrica	8 bits	32 bits	8 bits	32 bits
Precisão planimétrica	~ 1 m	-	~ 25 cm	-
Precisão altimétrica	-	25 cm	-	10 cm
Altura média de voo	4.800 m	2.800 m	700 m	700 m

Fonte: Adaptada de PE3D (2020).

Todos os produtos do PE3D estão referenciados no sistema de coordenadas projetadas SIRGAS 2000, nos fusos 24S ou 25S. Para cada uma das folhas do Pernambuco Tridimensional são disponibilizados conjuntos de seis produtos (quadro 1).

Quadro 1 - Formato dos produtos disponibilizados do PE3D

PRODUTOS	FORMATO
ORTOFOTOS	Em GeoTIFF, com arquivo em formato CAD configurado para impressão em tamanho A1.
MDE (ASCII)	Em XYZI, com as coordenadas de todos os pontos coletados pelo laser, incluindo áreas com elevações.
MDE (RASTER)	Obtido pelo MDE (ASCII), em formato GeoTIFF e arquivo auxiliar TFW, com resolução espacial de 1m.
MDT (ASCII)	Em XYZI, com as coordenadas de todos os pontos coletados pelo laser, excluindo áreas com elevações.
MDT (RASTER)	Obtido pelo MDT (ASCII), em formato GeoTIFF e arquivo auxiliar TFW, com resolução espacial de 1m.
MDE COMPOSIÇÃO	Em GeoTIFF, arquivo auxiliar TFW e escala hipsométrica em formato PNG.

Fonte: Adaptada PE3D (2020).

No site, basta escolher as quadrículas que compõem a área de interesse, verificar a lista de produtos disponíveis e realizar o *download* dos dados. O nível de detalhamento das ortofotos disponíveis pelo programa podem ser visualizados nas figuras a seguir.

Na figura 3, tem-se uma visão geral da ortofoto disponível pelo PE3D, na figura 4 o Modelo Digital de Elevação e na figura 5, uma aproximação na ortofoto da parte urbana, todos os produtos são referentes a área de estudo da pesquisa, localizada no município de Caruaru, no Agreste Pernambucano.

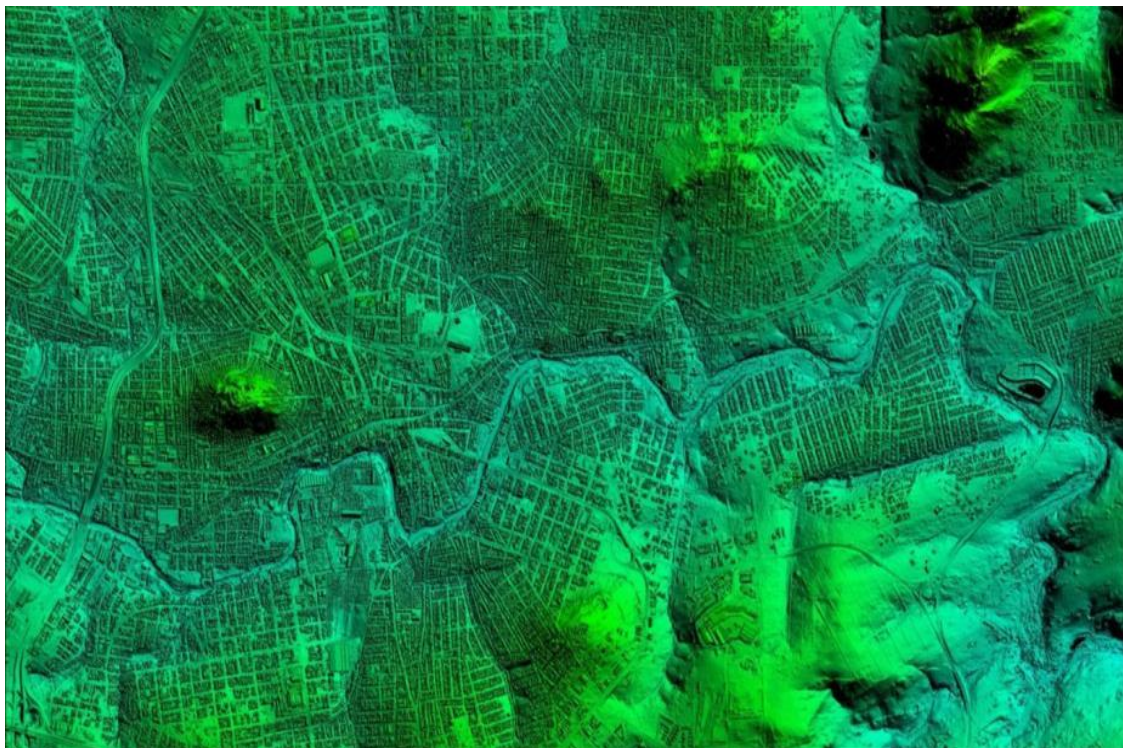


Figura 3 - Ortofoto geral do Município de Caruaru –PE



Fonte: PE3D (2020).

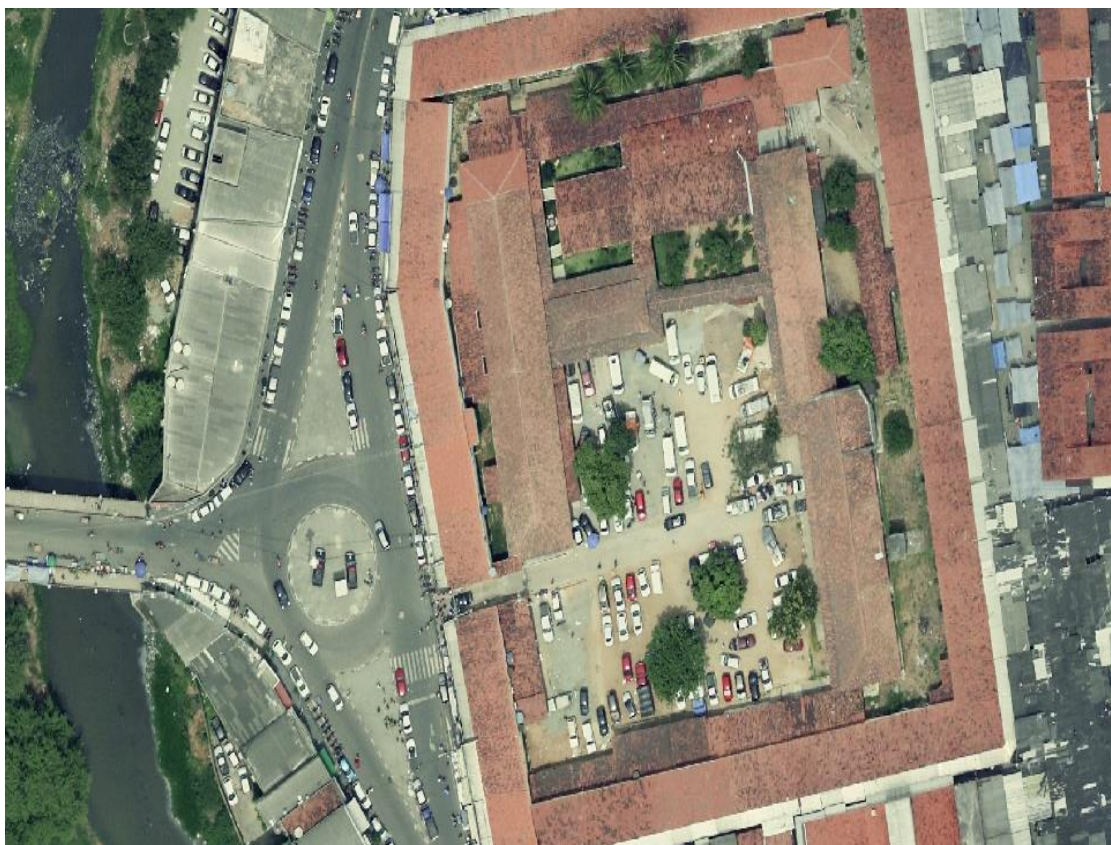
Figura 4 - Representação do relevo do Município de Caruaru –PE



Fonte: PE3D (2020).



Figura 5 - Aproximação na ortofoto da área urbana no Município de Caruaru –PE



Fonte: PE3D (2020).

É importante citar que os dados referentes aos MDTs em formato *raster* e sua ortomagem oriundas do programa, ainda não estão em sua totalidade disponíveis no site, pois ainda estão em processo de validação. A validação dos dados do PE3D foi realizada através da parceria com o Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), e os dados são disponibilizados para *download* após análise do controle de qualidade dos dados. Atualmente está sob responsabilidade da APAC em disponibilizar os dados do programa.

#### 4.3 QUALIDADE DOS DADOS GEOESPACIAIS DO PE3D

De forma simples, pode-se afirmar que o controle de qualidade consiste em um processo de avaliação de um determinado produto, com referência em um ou mais padrões estabelecidos.

No contexto brasileiro, existem normas que estabelecem métodos de análise para avaliar os produtos cartográficos, verificando a qualidade dos dados geoespaciais. A citar, tem-se o Decreto de nº 89.817/84 (BRASIL, 1984),

complementada pelas especificações técnicas elaboradas pela Divisão do Serviço Geográfico (DSG) em conformidade com a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). O Decreto 89.817, define três classes de produtos cartográficos (classe A, B e C) que são estabelecidas de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC).

Entretanto, o decreto não define, claramente, uma metodologia de validação. Apenas com a criação da INDE em 2008, surgem especificações técnicas com o papel de regulamentar e padronizar os inúmeros processos relacionados à produção cartográfica. Dentre as especificações técnicas elaboradas a de maior relevância para presente pesquisa é a ET-CQDG (Especificação Técnica de Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais), criada em 2016, com o objetivo de fornecer uma forma padronizada para avaliar a qualidade dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais integrantes do Sistema Cartográfico Nacional (SCN).

A ET-CQDG define uma metodologia para se avaliar a acurácia posicional em produtos cartográficos, e cria uma classe para produtos digitais com tolerâncias mais restritivas que o Decreto nº 89.817. O principal objetivo desta especificação técnica é fornecer uma forma padronizada para avaliar a qualidade dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais. O controle de qualidade definido na ET-CQDG está alinhada aos critérios estabelecidos na ISO 19.157.

De acordo com a ISO 19157 (2013), para realizar um controle de qualidade dos dados geoespaciais é necessário realizar procedimentos para 6 (seis) elementos de qualidade que descrevem os dados. Que são, completude; acurácia posicional; acurácia temática; acurácia temporal; consistência lógica; usabilidade. Tais avaliações dependem da tipologia do produto avaliado.

Para os produtos oriundos do Vão Aerofotogramétrico e Perfilamento a Laser do PE3D foram analisados Completude, Consistência lógica e Exatidão posicional.

#### **4.3.1 Análise de completude**

A completude descreve a presença e/ou ausência de instâncias de feições, relacionamentos e seus atributos, numa relação entre os objetos representados no conjunto de dados geoespaciais e os que combinam com o modelo cartográfico da realidade.

É a relação entre os objetos representados no conjunto de dados geoespaciais e os que conformam o modelo cartográfico da realidade (terreno nominal) (ARIZA LÓPEZ, 2002; IBGE, 2017).

A análise de Completude realizada dos produtos oriundos da PE3D, por meio da Cobertura Aerofotogramétrica, foram as Imagens Nativas, Imagens, Fotoíndice, Ortofotos e Metadados.

#### **4.3.2 Análise de consistência**

A consistência lógica é o elemento de qualidade que busca avaliar a integridade estrutural de um conjunto de dados, através do grau de aderência deste conjunto de dados às regras lógicas do modelo de dados espacial utilizado.

De acordo com a ET-CQDG (DSG, 2016), a consistência lógica diz respeito ao cumprimento das regras lógicas da estrutura dos dados, dos atributos e das relações, e, pode ser classificada através da avaliação das consistências conceitual, de domínio, de formato e topológica.

Foram analisados a Consistência Lógica da Cobertura Aerofotogramétrica das Ortofotos e Metadados. Dos produtos oriundos do Perfilhamento a LASER foram analisados os, MDEs ASCII, MDEs RASTER, MDTs ASCII, MDTs RASTER, MDEs Composição e os Metadados.

#### **4.3.3 Acurácia posicional**

Segundo Mozas e Ariza (2014), um dos principais elementos da qualidade cartográfica é a acurácia posicional, já que verifica o quão próximo de uma referência posicional, um objeto está.

Com o advento dos produtos digitais, visando expor os conceitos relacionados com a acurácia posicional desejada para Produtos Cartográficos Digitais (PCD) os dados geoespaciais passam a ser classificados a partir de quatro classes do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC), tendo como norteador o Decreto Nº 89.817/84, e a Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais ET – ADGV.

Assim, a acurácia posicional dos dados geoespaciais é mensurada a partir do PEC conforme Decreto 89.817 ou do Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos



da Cartografia Digital (PEC-PCD), segundo a ET-ADGV (DSG, 2016) e o Erro Padrão (EP).

Na Classificação da PEC-PCD planimétrico, altimétrico e erros padrões, as classes B, C e D, correspondem, respectivamente, as classes A, B e C da PEC prevista no Decreto Nº 89.817 (Art. 9, exatidão dos produtos analógicos). Já a classe A da PEC-PCD, a planimetria tem limite de 0,28 a escala do produto, enquanto para altimetria a classe A apresenta limite de 0,27 equidistância das curvas de nível, como exemplificado na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação do PEC-PCD

Carta	Planimétrica		Altimétrica	
	PEC	Erro Padrão	PEC Altimétrico	Erro Padrão
Classe A	0,28 mm x Escala da carta	0,17 mm x Escala da carta	0,27 equidistância das curvas de nível	1/6 da equidistância das curvas de nível
Classe B	0,50 mm x Escala da carta	0,30 mm x Escala da carta	1/2 equidistância das curvas de nível	1/3 da equidistância das curvas de nível
Classe C	0,80 mm x Escala da carta	0,50 mm x Escala da carta	3/5 equidistância das curvas de nível	2/5 da equidistância das curvas de nível
Classe D	1,00 mm x Escala da carta	0,60 mm x Escala da carta	3/4 equidistância das curvas de nível	1/2 da equidistância das curvas de nível

Fonte: Adaptado de Brasil (2015).

A acurácia posicional planimétrica dos produtos do Pernambuco Tridimensional foram feitas nas ortofotos. Já nos MDEs ASCII, MDEs RASTER, MDTs ASCII, MDTs RASTER, foi realizado a exatidão posicional altimétrica

Os 3 (três) elementos de qualidade de dados geoespaciais citados estão

sendo aplicados no controle de qualidade dos dados do PE3D, e os dados geoespaciais são inseridos no site do PE3D na medida que o ITEP realiza as validações.

Em relação qualidade dos dados geoespaciais advindos do Pernambuco Tridimensional, Rodrigues (2019) analisou a acurácia posicional verificando o Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) nos trechos que cortam o rio Ipojuca, na zona urbana das cidades de São Caitano, Caruaru e Escada, e constatou que naquela área os produtos atendem aos pressupostos da PEC-PDC classe A, apresentando erro máximo planimétrico de 0,28 m.

Lins (2018) demonstrou a qualidade de dados geoespaciais do PE3D, para área urbana do Cabo de Santo Agostinho –PE, analisando o Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) e Especificações Técnicas de Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), concluindo que os dados oriundos do PE3D estão de acordo com as especificações do projeto. O autor recomenda um controle de qualidade para outras áreas.

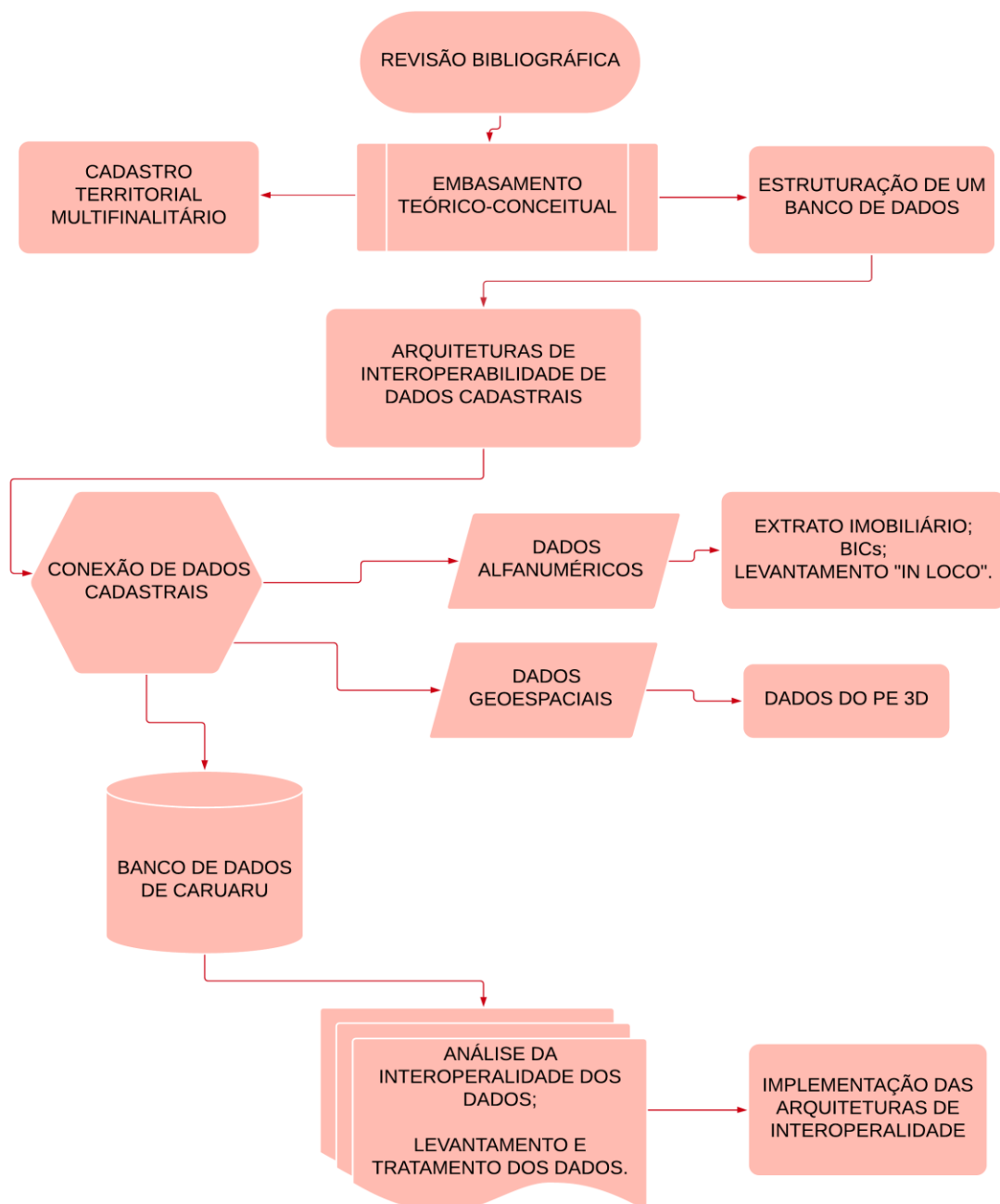
Apesar da relevância dos estudos citados, encontram-se pouquíssimos trabalhos científicos que utilizam dados provenientes do PE3D, e os trabalhos encontrados na literatura são referentes a estudos hidrológicos e hidrodinâmicos.

Esta pesquisa utiliza os dados geoespaciais com aplicabilidade para o Cadastro Territorial e valida os dados com checagem de levantamento de campo, sendo assim pioneira neste tipo de estudo.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Apresenta-se neste capítulo a área de estudo, os programas computacionais e métodos utilizados no desenvolvimento da pesquisa. E, uma proposta de estruturação de um Banco de Dados Cadastrais no ambiente urbano, apoiando-se na análise da interoperabilidade dos dados cadastrais. Na figura 6, tem-se o fluxograma da pesquisa.

Figura 6 - Fluxograma

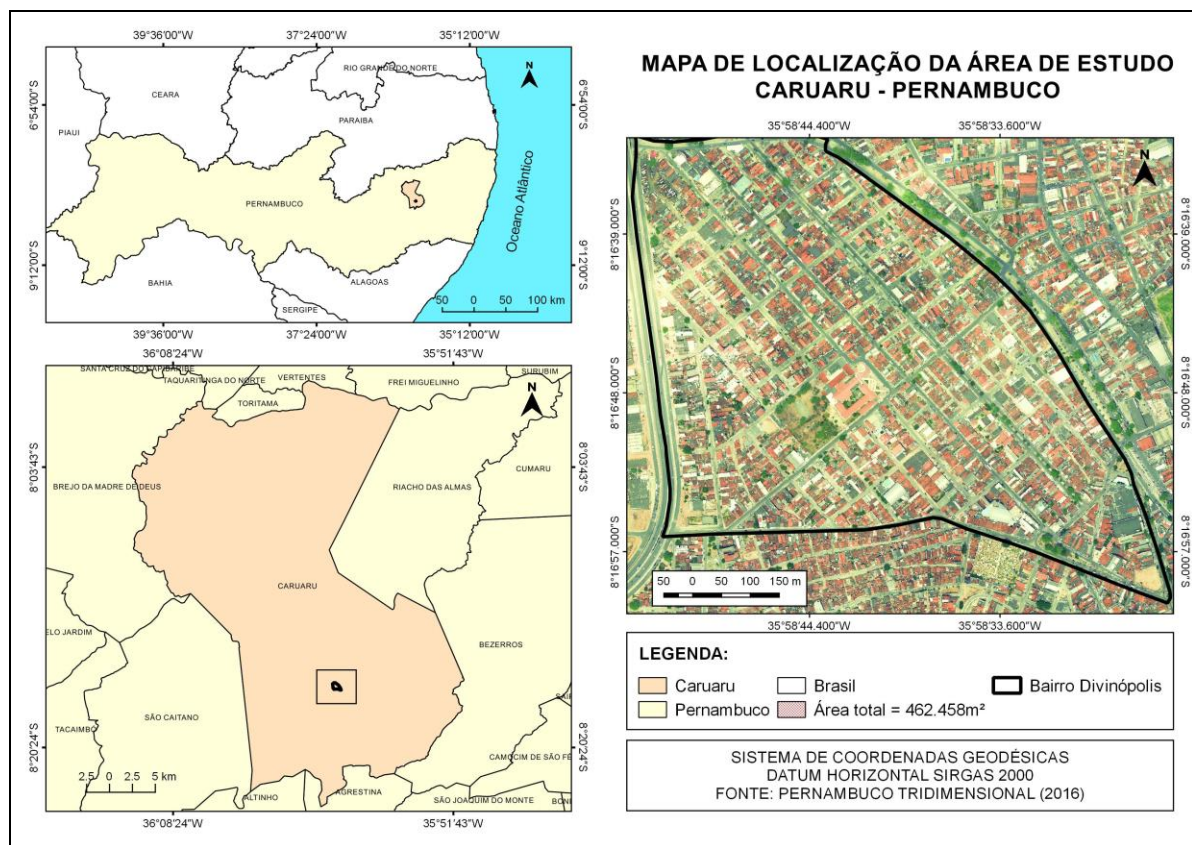


Fonte: A Autora (2020).

## 5.1 ÁREA DE ESTUDO

A área utilizada como estudo de caso é o município de Caruaru, localizado no Agreste do estado de Pernambuco (figura 7). A população do município segundo as estimativas do IBGE em 2020 é de 361.118 habitantes, compondo a mais populosa cidade do interior pernambucano e a terceira mais populosa do interior nordestino. Caruaru localiza-se a oeste da capital do estado, distando desta cerca de 130 km. Ocupando uma área de 920,611 km<sup>2</sup>, com 80,561 km<sup>2</sup> no perímetro urbano e os 840,050 km<sup>2</sup> restantes formando a zona rural.

Figura 7 - Localização da área de estudo



Fonte: A Autora (2020).

O município de Caruaru foi escolhido por estar aplicando o Cadastro Territorial Multifinalitário de acordo com as normativas da Portaria nº 511/2009. Através do Convênio firmado em janeiro de 2019 entre a Prefeitura Municipal de Caruaru (PMC) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mediante o projeto de pesquisa de Gestão Territorial do Município de Caruaru: Base de Dados Cadastrais no Meio Urbano como Instrumento de Planejamento Territorial. Os

convenientes responsáveis pela parte técnica são o Núcleo de Tecnologia do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) e o Departamento de Engenharia Cartográfica do Centro de Tecnologia e Geociências (Decart).

Dando em vista a área total do município, a pesquisa concentrou-se no Bairro de Divinópolis, que contém uma diversidade de características cadastrais que podem auxiliar no estudo de um Cadastro Territorial Multifinalitário e onde foi possível levantar um maior número de Informações Cadastrais para implementar e estruturar o Banco de Dados.

## 5.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS

Nesta seção são apresentados os recursos computacionais e *softwares* que podem auxiliar à integração de dados.

### 5.2.1 Software utilizados

Os programas computacionais utilizados na pesquisa foram:

- a) PostgreSQL 9.5.9;
- b) QGIS 2.18.13;
- c) PostGIS 2.0;
- d) Editor de texto Notepad++.

O PostgreSQL foi utilizado como um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), permitindo a criação, edição e consulta dentro do banco de dados, além de ser utilizado para guardar os dados Georreferenciados.

A vantagem do PostgreSQL é a permissão do uso de objetos GIS (Sistemas de Informação Geográfica) para ser armazenado em banco de dados. Por meio da extensão do PostGIS foi possível trabalhar com dados geoespaciais e de conectá-los dentro do PostgreSQL, juntamente com o Software Qgis, permitindo o armazenamento dos dados alfanuméricos e geoespaciais em uma única plataforma.

Como relata Anjos (2017), o PostgreSQL relacionado com o PostGIS propicia consultas em software GIS, diretamente nas camadas de aplicação, como por exemplo, camadas trabalhadas no QGIS. Permite consultas espaciais, além de armazenamento de dados vetoriais e suas topologias, bem como camadas *raster*.

Também é possível adicionar novos tipos de dados; funções; operadores; funções de agregação; etc. Por possuir licença livre o *software* pode ser utilizado, modificado e distribuído por qualquer pessoa para qualquer finalidade, principalmente em municípios com pouca estrutura financeira.

Portanto, o *software* livre Qgis foi utilizado como SIG de código aberto. E, o *Notepad++* – editor foi utilizado para sintaxes de programação para o ambiente *Windows*.

### 5.2.2 Equipamentos Computacionais

a) Notebook Core i3 2.2 GHz, disco rígido de 1 TB, 8 GB de memória RAM e placa de vídeo de 2 GB.

## 5.3 CADASTRO DO MUNICÍPIO DE CARUARU

Atualmente, a Prefeitura Municipal de Caruaru (PMC) não possui um cadastro que contenha os dados alfanuméricos e geoespaciais conectados e um banco de dados integrado. Em 2007 foi realizado um voo fotogramétrico no município que gerou como produto plantas cadastrais na escala de 1:2.000. Apesar da cobertura fotogramétrica realizada que proporcionou um levantamento aerofotogramétrico da cidade, a base de dados encontra-se inconsistente e com informações desatualizadas, fazendo-se necessária a sua atualização.

No ano de 2010, uma nova empresa foi contratada para auxiliar no levantamento cadastral e realizar um novo aerolevanteamento, gerando produtos cadastrais numa escala de 1:1.000. No entanto, por problemas contratuais, a empresa deixou o projeto em meio a sua execução, e parte do trabalho já executado não foi entregue para prefeitura. No site da Defesa Civil é possível confirmar os aerolevanteamentos realizados no município de Caruaru, indicando seu período, comprovando a desatualização dos dados cadastrais (tabela 3).

Tabela 3 - Aerolevantamentos realizados no município de Caruaru

<b>AEROLEVANTAMENTOS AUTORIZADOS DO MUNICÍPIO DE CARUARU</b>				
<b>ESCALA DO VOO</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>Nº AUT/ANO</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>PROJETO</b>
1:35.000	Aerofotogrametria	152/2004	ENGEFOTO	744/2004
1:8.000/1:20.000	Aerofotogrametria	018/2005	ENGEFOTO	745/2004
1:8.000	Aerofotogrametria	045/2007	TOPOCART	004/2007
R. Espacial (30 cm)	Perfilamento a LASER	207/2010	FIDUCIAL	007/2010

Fonte: Adaptada do Ministério da defesa (2020).

### 5.3.1 Análise de interoperabilidade dos dados cadastrais

A criação de ambientes que permitam um compartilhamento controlado e troca de informações de dados cadastrais é umas das chaves para uma gestão cadastral eficiente em um município. Uma análise das arquiteturas de interoperabilidade foi realizada no cadastro de Caruaru identificando óbices que necessitam de melhorias para promover a interoperabilidade dos dados cadastrais e tornar os sistemas cadastrais operantes.

No cadastro de Caruaru as informações cadastrais são disponibilizadas no portal do contribuinte. Disponibilizar informações cadastrais por meio da internet é o campo da interoperabilidade intercomunitária, porém, o portal do contribuinte ainda não atingiu o significado completo da interoperabilidade intercomunitária, já que disponibiliza apenas informações fiscais e não informações completas do cadastro territorial.

O acesso ao portal do contribuinte é realizado através da inscrição imobiliária reduzida ou número do cadastro (nomenclatura utilizada no banco de dados da prefeitura).

A inscrição imobiliária reduzida é o localizador do imóvel e foi estabelecida sem uma metodologia própria, além de ter sido alterada por três vezes a quantidade de seus algarismos numéricos, devido às mudanças de empresas de informáticas que assumiam o sistema sem a precaução em aplicar conceitos da interoperabilidade estrutural, que recomenda a utilização de identificadores únicos para os dados serem inseridos em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados, sem risco de haver confusão na identificação dos imóveis.

Outra análise que merece atenção refere-se a falta da interoperabilidade semântica, pois os dados do portal do contribuinte e do banco de dados da

prefeitura apresentam desacordo entre seus metadados.

No quadro 2, apresenta-se o banco de dados atual, que não possui uma harmonização de informações com portal do contribuinte. No quadro 3, são detalhadas as informações cadastrais que não estão disponíveis no portal, entretanto, integra o banco de dados, sendo estes divergentes com portal do contribuinte.

Essa incompatibilidade é justificada pelo fato que a programação do banco de dados não está implementada de acordo com os dados do portal do contribuinte. Outro fator relevante desse desacordo dos dados do portal do contribuinte com os dados do banco de dados, é explicado pelo fato que os dados resultantes do portal advém de levantamento de campo, exclusivamente com o preenchimento dos Boletins de Informações Cadastrais (anexo 1) que não contém todos os campos existentes no banco de dados (quadro 2), portanto, *in loco* não são coletados dados fundamentais para implementação do banco de dados.

Quadro 2 - Banco de dados da Prefeitura de Caruaru

<b>BANCO DE DADOS</b>	
<b>Identificação do imóvel</b>	inscricao_imobiliaria inscricao_anterior ref_loteamento loteamento endereco_imovel numero_imovel complemento_imovel bairro_imovel cep_imovel numero_secao
<b>Cálculos das medidas relativas ao terreno e edificação</b>	area_terreno testada_principal testada_ficticia fracao_ideal profundidade_principal ano_construcao area_total_construida area_coberta area_unidade area_comum
<b>Informações sobre o terreno</b>	situacao_quadra topografia patrimonio ocupacao_terreno pedologia limitacao



<b>Informações sobre a edificação</b>	situacao_rua uso_imovel numero_pavimento situacao_lote padrao_construtivo tipo_construcao estado_conservacao patrimonio_edificacao estrutura
<b>Informações sobre a edificação</b>	regime_ocupacao revestimento_superior revestimento_interno cobertura vidros esquadria instalacao_sanitaria nivelamento condominio
<b>Dados de Tributos</b>	iptu validade_ipitu taxas validade_taxa zona_fiscal numero_processo data_intervencao
<b>Identificação do proprietário</b>	nome_proprietario tipo_pessoa cnpj_cpf identidade orgao_expedidor uf_expedidor fone_residencial fone_comercial fone_celular fone_fax cnh categoria_cnh data_validade_cnh
<b>Identificação do imóvel</b>	data_nascimento e-mail endereco_correspondencia numero_correspondencia complemento_correspondencia bairro_correspondencia cidade_correspondencia estado_correpondencia cep_correspondencia
<b>Informações gerais</b>	numero_cadastro codigo_cgm data_inclusao descricao_natureza tipo_terreno

Fonte: Prefeitura Municipal de Caruaru (2020)

Quadro 3 - Dados divergentes do banco de dados da PMC

<b>Dados do BD da PMC</b>
area_comum
validade_ipu
validade_taxa
numero_processo
data_intervencao
cnh
categoria_cnh
data_validade_cnh
cep_correspondencia
numero_cadastro
codigo_cgm
descricao_natureza

Fonte: Prefeitura Municipal de Caruaru (2020).

### 5.3.2 Dados geoespaciais de Caruaru

Em relação aos dados geoespaciais, a prefeitura do município possui uma planta no formato .dwg, relativos a sede do município, setores, o sistema viário, e o perímetro urbano. Entretanto, além da planta não estar georreferenciada, não existe uma plataforma digital que conecte as componentes geoespaciais com seus respectivos dados alfanuméricos. Isso acontece porque o portal do contribuinte, que não possui uma interoperabilidade técnica para representar camadas de intercâmbio de dados geoespaciais.

Além disso, a Prefeitura Municipal de Caruaru não dispõe de computadores que suportem arquivos no formato CAD. Sendo assim, não é possível utilizar a planta em formato .dwg de forma instantânea, a solução encontrada pelos técnicos da prefeitura foi imprimir a planta e utiliza-la em formato analógico.

Diante desse cenário, desde janeiro de 2019 está sendo realizado um levantamento cadastral através do Projeto de Desenvolvimento e Inovação, que tem o objetivo de estruturar uma Base de Dados Cadastrais no Meio Urbano como instrumento de Planejamento Territorial do município de Caruaru – PE.

O projeto tem a parceria no âmbito público-público, entre a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a Prefeitura Municipal de Caruaru (PMC). Tal projeto busca oferecer à PMC uma ampla plataforma de planejamento territorial, ao mesmo tempo que dará suporte ao desenvolvimento de pesquisas nas áreas de Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Engenharia Cartográfica.

Os proponentes-executores do projeto são o Núcleo de Tecnologia do Centro Acadêmico do Agreste (NTC/CAA) e o Departamento de Engenharia Cartográfica do Centro de Tecnologia e Geociências (DECART/CTG-UFPE). Uma equipe composta de 10 discentes de Engenharia Civil é responsável pelo Levantamento Cadastral em campo, realizando um diagnóstico preciso de informações sobre os imóveis urbanos. Todo processamento dos dados é executado no Laboratório de Geoprocessamento (GEOLAB), localizado no Campus Agreste (CAA/UFPE).

Os dados levantados em campo passam por uma etapa de validação topológica. Essa etapa é responsável pela garantia da consistência lógica dos dados e busca eliminar erros de integridade topológica dos dados vetoriais que foram produzidos. A validação topológica é realizada por uma equipe de 05 estudantes de Engenharia Cartográfica e Agrimensura no Laboratório de Cadastro e Gestão Territorial (LACAD), localizado no Centro de Tecnologia e Geociências do Campus Recife (CTG/UFPE). Os dados são integrados na Base Cadastral após a correção e validação.

#### 5.4 LEVANTAMENTO DE DADOS CADASTRAIS

Antes da estruturação do Banco de Dados Cadastrais é necessário realizar a coleta e tratamento dos dados alfanuméricos e geoespaciais que serão inseridos no Sistema Gerenciador do Banco de Dados. O levantamento dos dados alfanuméricos aconteceu a partir do extrato do cadastro imobiliário da prefeitura, confrontando com dados de levantamento cadastral em campo, por meio do Boletim de Informações Cadastrais (BICs).

Os BICs resultam de formulários preenchidos em campo com dados alfanuméricos relevantes para compor um banco de dados cadastrais. São dados como: O número do cadastro, cód. de operação, natureza do imóvel, identificação do imóvel (Localização cartográfica anterior e atual, referência do loteamento, código e nome do logradouro), identificação do proprietário (dados do CPF ou CNPJ e nome

do detentor), endereço para correspondência, informações sobre o terreno (situação da quadra, patrimônio, limites, ocupação, pedologia, topografia), informações sobre a edificação (situação relativo a rua, situação relativo ao imóvel, estrutura, tipo de construção, cobertura, esquadras, revestimento superior (teto) vidros, instalação sanitária, revestimento interno, estado de conservação, regime de ocupação, uso do imóvel), infraestrutura e serviços, cálculo das medidas relativas ao terreno e edificação (como, testada principal, profundidade principal, testada fictícia, área do terreno, área da unidade, área total edificada, área cobertura, fração ideal).

Os campos dos BICs da Prefeitura Municipal de Caruaru encontram-se detalhados no anexo 1.

Além desses dados que já eram coletados nos Boletins de Informações Cadastrais, foram levantados em campo dados complementares, a exemplo tem-se a numeração do hidrômetro da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e número da conta contrato da Companhia Energética de Pernambuco (CELPE).

A inclusão dessas novas informações promovem a identificação dos responsáveis pelo imóvel, pois em algumas situações torna-se difícil obter informações sobre o detentor. Com os dados da CELPE e COMPESA é possível detectar quem está residindo na determinada propriedade, no determinado período. Um novo benefício do uso de informações da CELPE e COMPESA, é a possibilidade de uma fiscalização e atualização dos dados mais rápida e eficiente, em comparação com as prefeituras. Aplicando essa análise foram identificados mudanças de proprietários em 37 imóveis.

Assim, através de observações no campo e por meio do preenchimento dos Boletins de Informações Cadastrais foram realizadas 1.677 atualizações, onde 67 delas foram inclusões de novos lotes que não continham no sistema dos extratos imobiliários da prefeitura. Essas informações são referentes à área de estudo, localizadas no Bairro Divinópolis.

Dessa maneira, a junção do levantamento cadastral *in loco*, informações do boletim cadastral e extrato imobiliário da prefeitura compõem os dados alfanuméricos do Banco de Dados Cadastral estruturado.

Os dados geoespaciais foram originados do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), extraídos das ortofotos disponíveis para a área de estudo,

que compreende ao bairro Divinópolis. A partir das ortofotos e checagem em campo, foram analisados 2.424 imóveis da área de estudo.

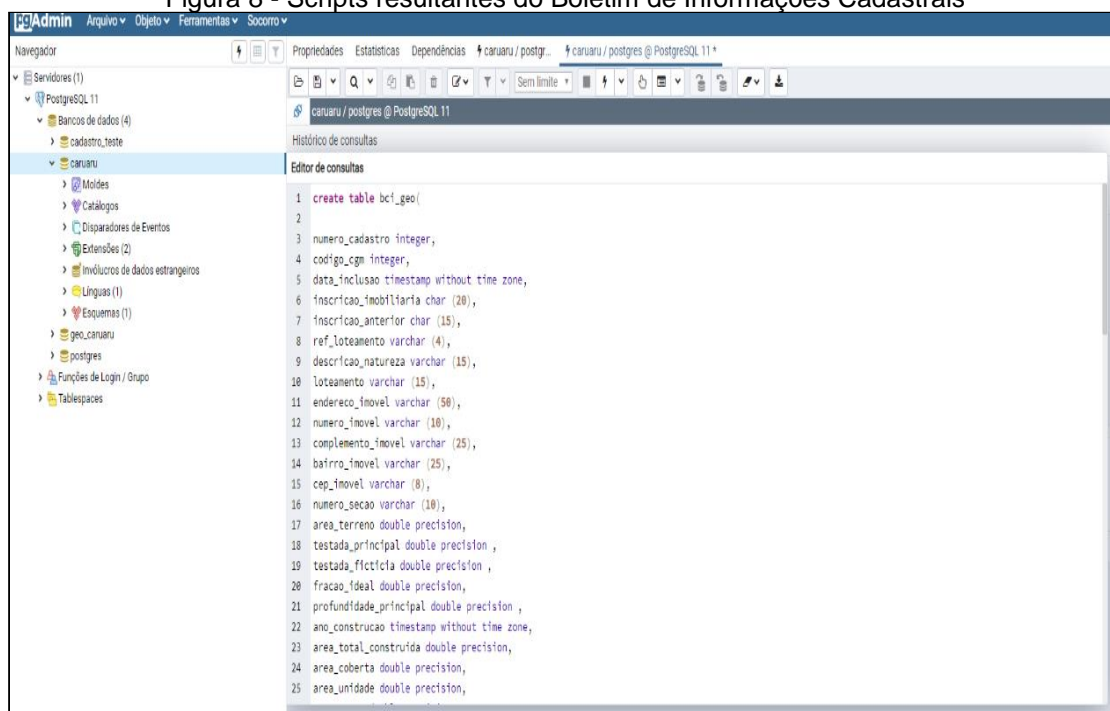
## 5.5 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS CADASTRAIS

Para estruturar um banco de dados cadastrais é necessário preparar o ambiente para que ele possa receber, gerenciar e conectar dados alfanuméricos e geoespaciais que estão em formatos distintos.

Primeiro, realizou-se um tratamento dos dados alfanuméricos que se encontravam-se em formato analógico e foram transformados para o meio digital. Assim, utilizou-se um editor de planilha para organização dos dados que foram salvos no formato .csv, aceito pelo Sistema Gerenciador de Banco de Dados, para posteriormente serem inseridos no Banco de Dados Cadastral.

Os dados alfanuméricos do cadastro foram inseridos no programa PostgreSQL gerando o Scripts da figura 8.

Figura 8 - Scripts resultantes do Boletim de Informações Cadastrais



Fonte: A Autora (2020).

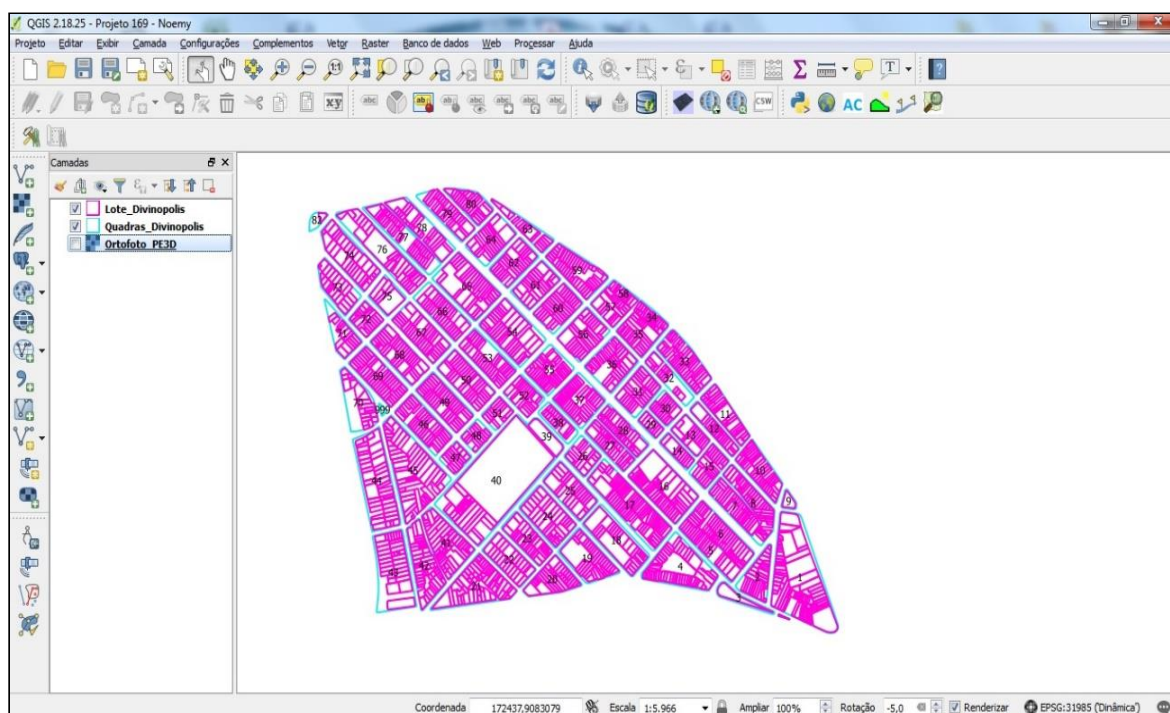
A partir dos Scripts resultantes realizou-se a implementação, dando início ao armazenamento dos dados no SGBD PostgreSQL, para posteriormente realizar a conexão com os dados geoespaciais.

A próxima etapa foi tratar os dados geoespaciais que advém do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), e estão referenciados no Sistema de Referência SIRGAS 2000, adotado atualmente no Brasil.

Inicialmente foi criado um mosaico com as ortofotos que abrangem a área de estudo, que compreendendo o Bairro de Divinópolis. Posteriormente, através da técnica de vetorização, sobre o mosaico, foram extraídos as seguintes feições, quadras, lotes, área construída, que servirão como os dados de entrada para estruturação do banco de dados.

A técnica de vetorização utilizada foi o método manual de vetorização (*heads-up*) criando um arquivo em formato *shapefile* dos logradouros, áreas e limites das parcelas territoriais (figura 9).

Figura 9 - Vetorização do Bairro Divinópolis



Fonte: Prefeitura Municipal de Caruaru (2020).

Após a vetorização, foi realizada uma checagem de campo para confrontar os dados, tendo em vista que as ortofotos correspondem ao ano de 2015. Assim, todas as incompatibilidades de dados que surgiram foram solucionadas, dando prioridade às informações checadas em campo.

Posteriormente, foi realizada a validação topológica para garantir a consistência lógica dos dados produzidos. A validação topológica buscou eliminar erros de integridade topológica nos dados vetoriais que foram produzidos.

Foram realizados alguns procedimentos de correção topológica antes dos dados geoespaciais serem integrados com os dados alfanuméricos, como:

a) Correção de sobreposição, excluindo o nó coincidente com os dois polígonos.

b) Erros de geometria duplicada, onde para corrigir tal erro, habilita-se o comando “alternar edição” no software Qgis, para editar o arquivo, corrigir e/ou excluir a feição duplicada.

c) Erro de geometria regular, erro topológico originado ou por parte do usuário ou por parte do próprio software, quando o verificador de topologia não reconhece o polígono como sendo regular. A forma de correção consiste na alteração de direção do nó, ou seja, deve-se habilitar a “ferramenta vértice” (comando no software Qgis) para que o nó seja transladado e devidamente unido ao nó de outro polígono.

d) Erro de lacuna entre polígonos, quando existe um polígono com uma área fechada, sem informações vetoriais ocasionado pela junção errônea de nós. Para corrigi-lo, cria-se um nó, indicado pelo próprio software Qgis (cruz vermelha no vértice), e une-se o mesmo ao nó do outro polígono em questão. Caso o erro de lacuna seja identificado e haja um ou mais nós desnecessários (aqueles que não estão na extremidade do vértice), basta excluí-los.

A validação da Acurácia Posicional não foi realizada no trabalho, pois as pesquisas citadas na sessão 4.1.3, demonstraram que os dados geoespaciais do PE3D atendem ao padrão PEC classe A para os produtos gerados. Foi realizada uma validação em campo, onde a consistência de dados foi comprovada.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A interoperabilidade dos dados cadastrais não se dá apenas transformando arquivos de armazenamento de dados de um formato para outro, ou conectando informações em tabelas, como visto comumente nos bancos de dados municipais. Uma gestão municipal não deve buscar apenas “modernizar” o banco de dados da prefeitura, e sim, manusear a tecnologia em sincronia com conceitos do cadastro territorial.

Não é comum preocupar-se com a interoperabilidade dos dados cadastrais nos bancos de dados municipais, pois, geralmente os municípios não tem dificuldades para gerir os dados de seus interesses, discrepâncias ocorrem quando esses dados são reutilizados por outra repartição administrativa, posto que, não existe uma estrutura voltada para interoperabilidade de dados.

Nas subseções seguintes será apresentado a criação de um banco de dados cadastrais, as arquiteturas de interoperabilidade que serão utilizadas na estruturação do banco de dados cadastrais, as arquiteturas que não foram implementadas e uma aplicação de estudo de caso.

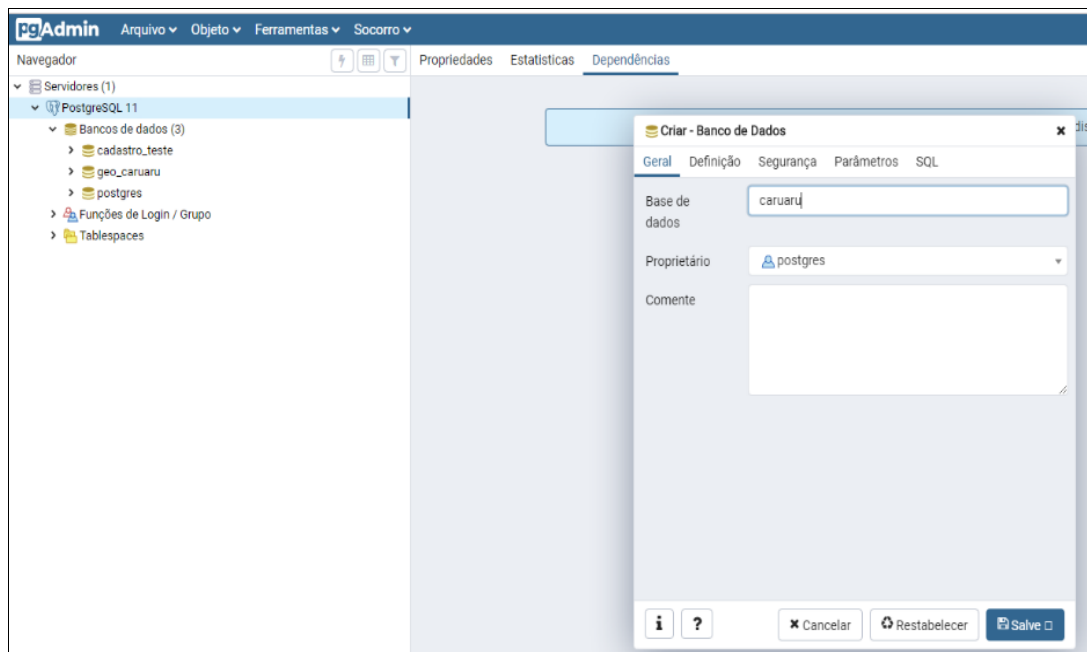
### 6.1 CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS CADASTRAIS

A partir de auditoria realizada no banco de dados existente na Prefeitura Municipal de Caruaru optou-se por criar um novo e estruturá-lo a partir dos principais fundamentos teóricos de um cadastro territorial.

Inicialmente criou-se um banco de dados (figura 10), utilizando o software PostgreSQL como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), sendo este o primeiro passo para implementar as arquiteturas de interoperabilidade. Pois, o Postgres comporta dados no formato tanto alfanuméricos quanto geoespacial, formato de arquivo de dados que caracteriza os Banco de Dados Cadastrais.



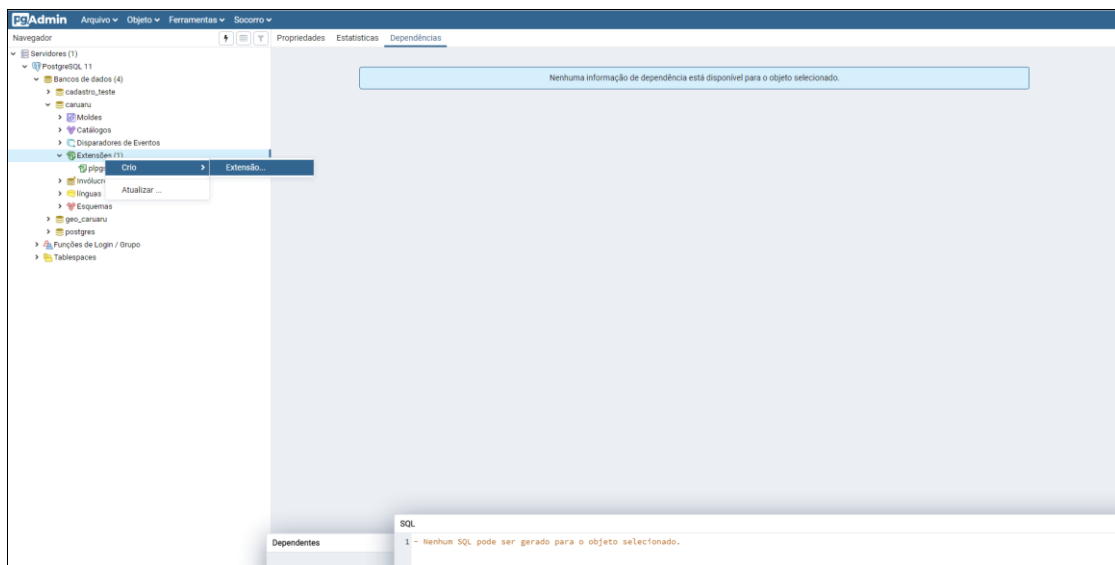
Figura 10 - Criação de um banco de dados



Fonte: A Autora (2020).

Subsequente a criação do banco de dados, foi necessário criar a extensão para o pgAdmin (figura 11), para interligar ao PostgreenSQL, que fará a função do SGBD.

Figura 11 - Extensão no pgAdmin



Fonte: A Autora (2020).

Logo após a criação do banco de dados, faz-se necessário implementar todas arquiteturas de interoperabilidade elencadas na literatura para estruturar um banco de dados cadastrais, que seja operante e eficaz.

## 6.2 IMPLEMENTAÇÃO DAS ARQUITETURAS DE INTEROPERABILIDADE NO BANCO DE DADOS CADASTRAIS

A estruturação do banco de dados cadastrais apoiou-se nas interoperabilidades técnica, estrutural, sintática e semântica. As interoperabilidades intercomunitária e legal não foram aplicadas na pesquisa. Para aplicar a interoperabilidade legal seria necessário garantir uma estrutura de leis territoriais para todos os casos cadastrais e conectá-las aos padrões tecnológicos e assim após essa sincronização, também permitir que os dados cadastrais possam ser disponibilizados em um portal único, pela interoperabilidade intercomunitária.

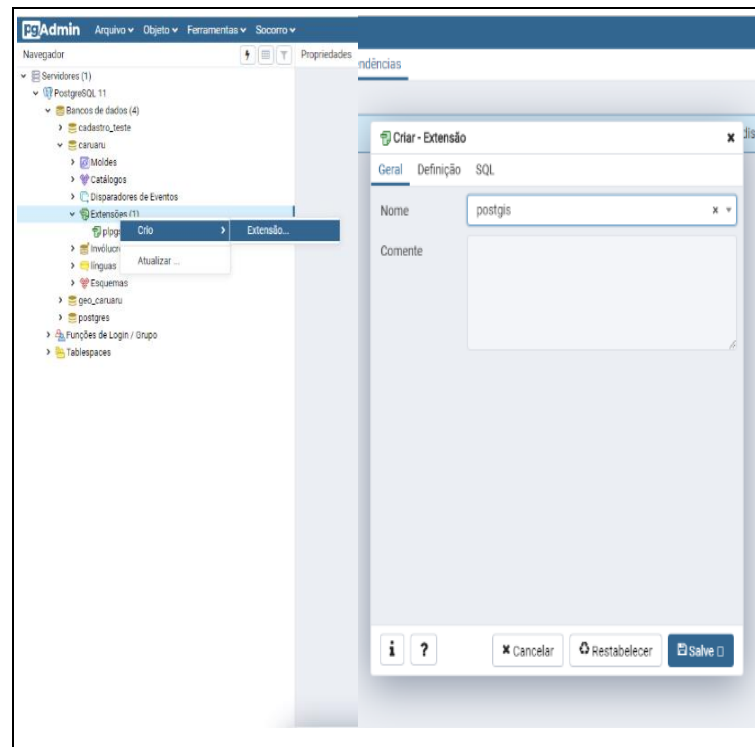
Nesse contexto, após a criação do banco de dados na sessão 6.1, é necessário introduzir neste as arquiteturas de interoperabilidade para torná-lo um banco de dados cadastrais operante. Seguidamente a criação do banco de dados houve a conexão dos dados alfanuméricos e geoespaciais. Essa conexão é realizada por meio da interoperabilidade técnica. Pela interoperabilidade estrutural harmonizou-se os dados dentro do SGBD. A interoperabilidade sintática buscou definir o formato dos dados e por meio da interoperabilidade semântica os dados de entrada foram reorganizados.

### 6.2.1 Interoperabilidade técnica

A interoperabilidade técnica encarregou-se de compatibilizar os dados alfanuméricos e geoespaciais. Utilizando o PostgreSQL como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), o módulo geográfico PostGIS para geoprocessamento dos dados geoespaciais e o QGIS como software de união dos dados alfanuméricos e geoespaciais (figura 12).

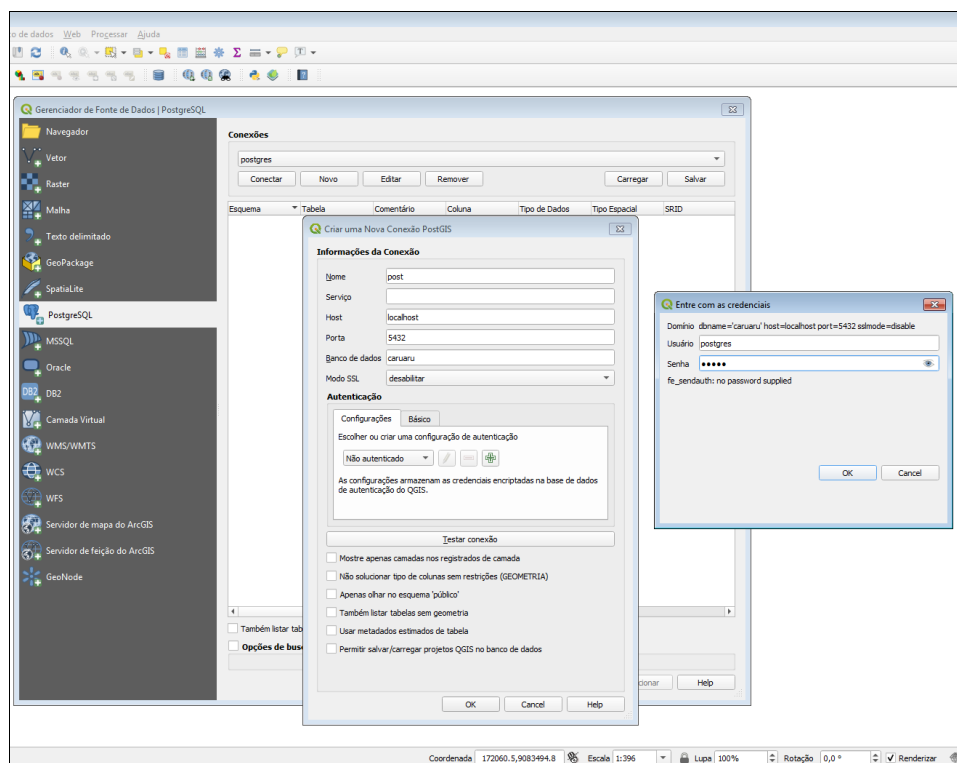
Posteriormente, realizou-se a correspondência dos dados alfanuméricos com as informações geoespaciais dentro do software Quantum Gis. Primeiro foram inseridas as tabelas do banco de dados, por meio da ferramenta *PostGIS*, e em seguida adicionado os dados contidos na interface do programa. Assim, uniu-se a tabela adicionada com a camada referente através da opção União, contida no ícone Propriedade da feição (figura 13).

Figura 12 - Integração com o Postgis



Fonte: A Autora (2020).

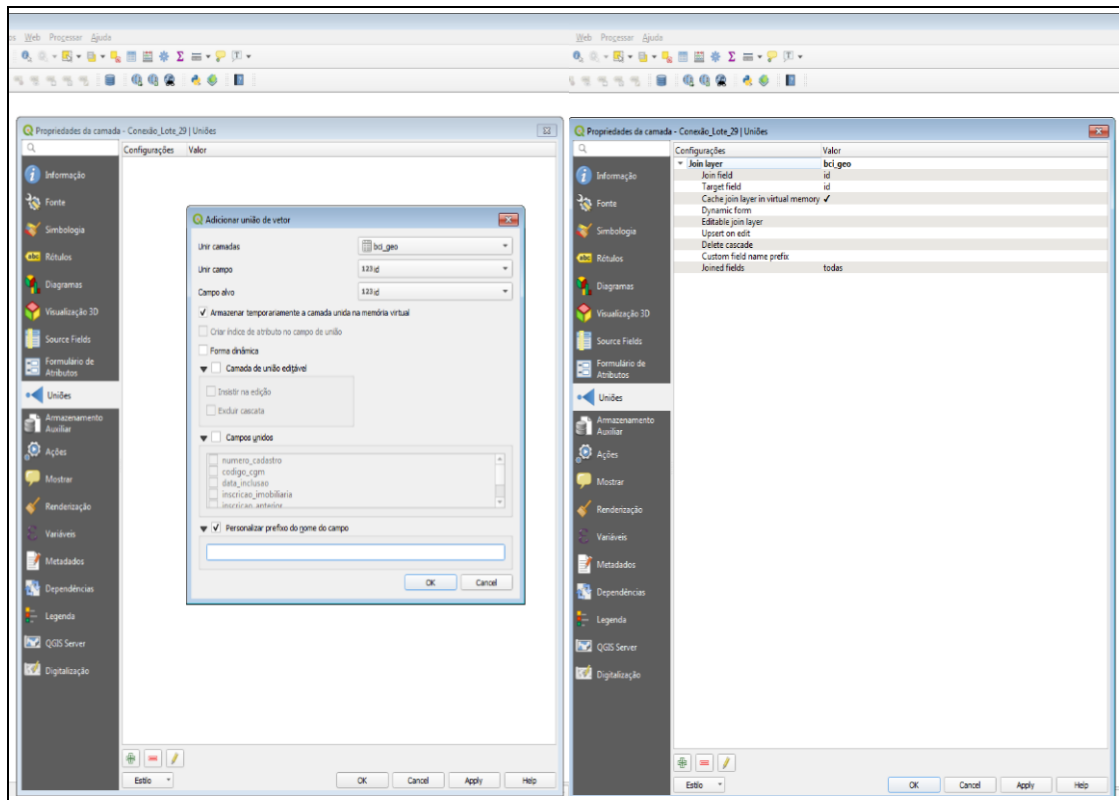
Figura 13 - Conexão do banco de dados do PostgreSQL no Software QGIS



Fonte: A Autora (2020).

O software Qgis serviu como Tecnologia de Informação e Comunicação para promover a interoperabilidade técnica dos dados, armazenando e ligando os dados geoespaciais com os alfanuméricos (figura 14).

Figura 14 - Procedimento de união entre os dados alfanuméricos e geoespaciais



Fonte: A Autora (2020).

### 6.2.2 Interoperabilidade estrutural

Uma vez que os dados cadastrais (dados alfanuméricos e os dados geoespaciais), foram unidos pela interoperabilidade técnica, os dados estão prontos para serem estruturados através de códigos de ligações entre as tabelas.

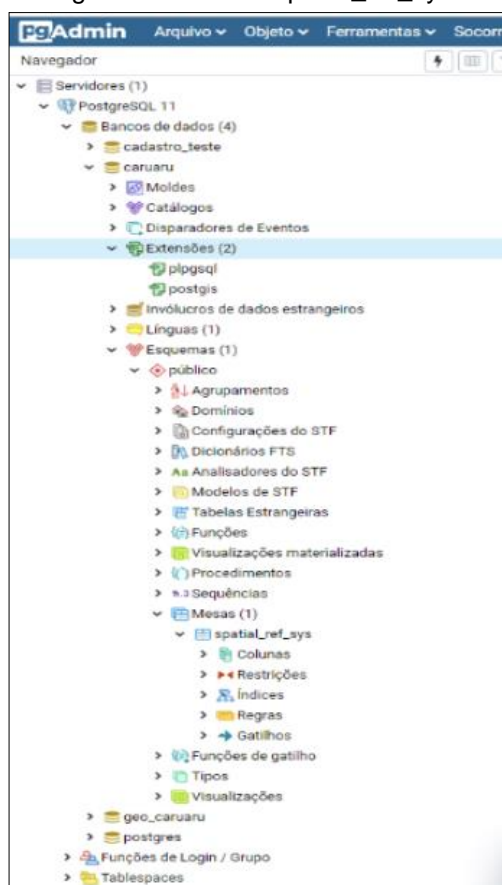
Os códigos utilizados foram uma sequência de caracteres únicos e não nulos, dadas pelo número do cadastro (inscrição imobiliária reduzida), contido no extrato imobiliário (anexo 2). Dessa forma, garantindo a interoperabilidade estrutural do banco de dados cadastrais proposto.

Aplicando a interoperabilidade estrutural os dados poderão ser migrados para outros SGBD e ainda sim, terão um nível básico de conversão de metadados, evitando incompatibilidades em relação a identificação do proprietário e sua

respectiva propriedade, já que estão interligados com identificadores únicos e foram estruturados de forma harmônica dentro do SGBD.

Para isso foi criado a tabela *spatial\_ref\_sys* para armazenar os dados geoespaciais guardar e relacionar os IDs numéricos e descrições textuais dos sistemas de coordenadas geográficas usadas no banco de dados. Para criar a tabela *spatial\_ref\_sys*, clica-se no painel de navegador de objetos em *Extensions* (figura 15), logo após basta clicar no campo *Name*, procura-se pela extensão. Após esse passo, verifica-se a tabela *spatial\_ref\_sys* no caminho, *Schema > public > Table* no banco de dados gerado.

Figura 15 - Tabela *spatial\_ref\_sys*



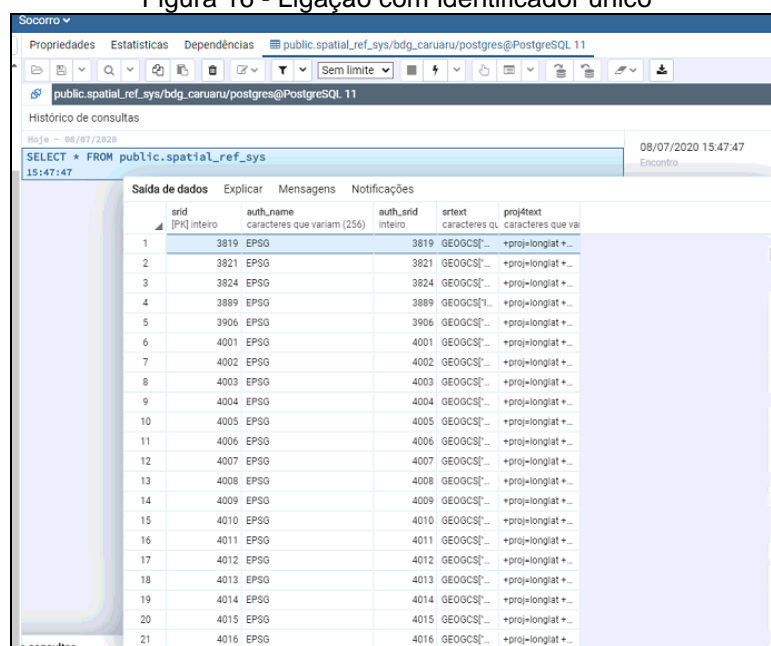
Fonte: A Autora (2020).

A partir da ativação das tabelas *spatial\_ref\_sys* cada identificador estará relacionando a representação geoespacial de todas inscrições imobiliárias registradas com os demais dados alfanuméricos.

A ativação desta tabela é essencial para o armazenamento das feições geométricas, pois ela é responsável por guardar e relacionar os Identificadores de

Sistema de Referência Espacial (SRID) e descrições textuais dos sistemas de coordenadas usados no banco de dados espacial. Todo objeto no banco de dados deve ter um SRID para fazer referência a um registro na tabela que fornece detalhes abrangentes sobre as propriedades do sistema de coordenadas atribuídas aos dados geoespaciais. Assim, cada identificador estará relacionando a posição geoespacial de todas inscrições imobiliárias registradas com os demais dados alfanuméricos (figura 16).

Figura 16 - Ligação com identificador único



	sruid	auth_name	auth_srid	srid	proj4text	proj4text
	[PK] inteiro	caracteres que variam (256)	inteiro	caracteres que variam (256)	caracteres que variam (256)	caracteres que variam (256)
1	3819	EPSG		3819	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
2	3821	EPSG		3821	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
3	3824	EPSG		3824	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
4	3889	EPSG		3889	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
5	3906	EPSG		3906	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
6	4001	EPSG		4001	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
7	4002	EPSG		4002	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
8	4003	EPSG		4003	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
9	4004	EPSG		4004	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
10	4005	EPSG		4005	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
11	4006	EPSG		4006	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
12	4007	EPSG		4007	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
13	4008	EPSG		4008	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
14	4009	EPSG		4009	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
15	4010	EPSG		4010	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
16	4011	EPSG		4011	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
17	4012	EPSG		4012	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
18	4013	EPSG		4013	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
19	4014	EPSG		4014	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
20	4015	EPSG		4015	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...
21	4016	EPSG		4016	GEOGCS[...]	+proj=longlat +...

Fonte: A Autora (2020).

Com esse procedimento evita-se as incompatibilidades entre feições e sistemas de referências. Com isso é possível realizar a correspondência dos dados alfanuméricos com os dados geoespaciais, e em seguida inserir para o software Quantum Gis. A inserção é feita através da exportação dos dados alfanuméricos com os referentes geoespaciais já editadas no QGIS para o banco de dados, pelo caminho *PostGIS >Shapefile Import/Export Manager*.

### 6.2.3 Interoperabilidade sintática

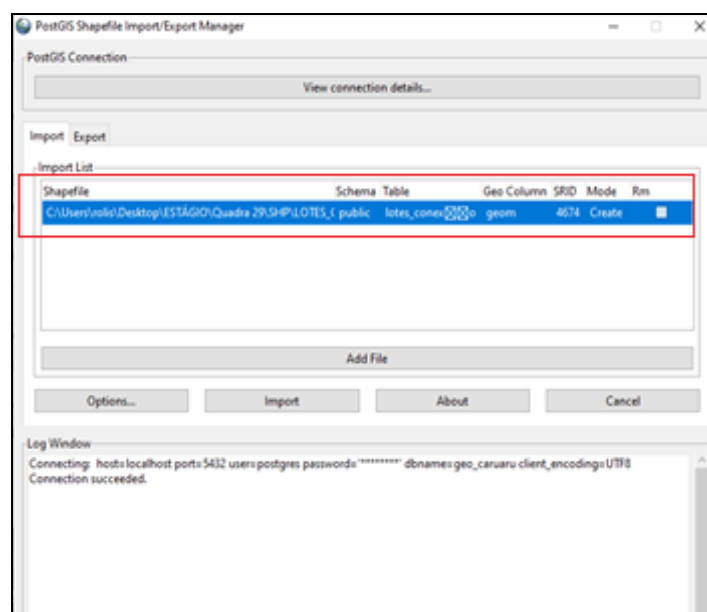
A interoperabilidade sintática é um pré-requisito para estabelecer as codificações dos dados no Sistema Gerenciador de Banco de Dados, fundamental para implementação de um banco de dados cadastrais.

Neste banco de dados cadastrais a opção selecionada foi o UTF-8 para codificação de arquivo, já que é uma codificação binária utilizada para representar qualquer *carácter* universal padrão, além de que o SGBD utilizado é o PostgreSQL.

Por padrão, os servidores PostgreSQL trabalham com a codificação UTF-8 que faz com que o banco de dados converta as informações para a codificação da aplicação desejada na leitura e escrita dos dados.

A codificação que merece relevância é codificação do EPSG (figura 17) que indica a padronização do Sistema Geodésico de Referência (SGR), que do ponto de vista prático, permite que se faça a localização geoespacial de qualquer feição sobre a superfície terrestre. No banco de dados gerado pela codificação EPSG, uma projeção de qualquer parte do globo pode ser identificada através desse padrão. A opção utilizada para banco de dados no Brasil é o EPSG 4674, que indica o uso do Datum SIRGAS 2000.

Figura 17 - Codificação do EPSG



Fonte: A Autora (2020).

Outra utilização da interoperabilidade sintática foi a padronização da linguagem XML (para definição da sintaxe), WSDL, SOAP (para padrões de troca de mensagens). O Postgres utiliza a linguagem XML como formato dos campos das bases de dados, desempenhando a interoperabilidade sintática.

Além disso, a interoperabilidade sintática padroniza os dados geoespaciais para publicação, como dados vinculados as ferramentas de transformação. À exemplo, foram definidos os: a) formatos de entrada de dados geoespaciais: arquivo

de forma ESRI, GML, DBMS espacial; b) formato de saída suportado: apenas RDF / XML; c) atributos espaciais; d) vocabulário suportado: NeoGeo; e, e) conversão do sistema de referência de coordenadas: suportado.

#### 6.2.4 Interoperabilidade semântica

A importância de estabelecer a interoperabilidade semântica parte do fato que os softwares precisam se comunicar entre si, da forma que informações transmitidas sejam utilizadas adequadamente por um sistema de computador que está a receber.

A interoperabilidade semântica exige que quaisquer dos sistemas derivem as mesmas inferências para a mesma informação. Portanto, para os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) trocarem e interpretarem os dados cadastrais, os dados de entradas foram reorganizados a partir dos seus significados, descrições e do tipo de dado, evitando desacordo semântico (quadro 4).

Quadro 4 - Nova semântica proposta para banco de dados

Novo Banco de Dados		
<b>Cálculo das medidas relativas ao terreno e edificação</b>	area_terreno testada_principal testada_ficticia fracao_ideal profundidade_principal area_comum area_total_construida area_coberta area_unidade ano_construcao	double precision double precision double precision double precision double precision double precision double precision double precision double precision double precision timestamp without time zone
<b>Informações sobre o terreno</b>	situacao_quadra topografia patrimônio ocupacao_terreno pedologia Limitação	varchar (25) varchar (25) varchar (25) varchar (25) varchar (25) varchar (25)
<b>Identificação do imóvel</b>	inscricao_imobiliaria inscricao_anterior ref_loteamento loteamento endereco_imovel numero_imovel complemento_imovel bairro_imovel cep_imovel numero_secao	char (20) char (15) varchar (4) varchar (15) varchar (50) varchar (10) varchar (25) varchar (25) varchar (8) varchar (10)
	situacao_rua uso_imovel	varchar (25) varchar (25)



<b>Informações sobre a edificação</b>	situacao_lote	varchar (25)
	padrao_construtivo	varchar (25)
<b>Informações sobre a edificação</b>	tipo_construcao	varchar (25)
	estado_conservacao	varchar (25)
	patrimonio_edificacao	varchar (25)
	estrutura	varchar (25)
	regime_ocupacao	varchar (25)
	revestimento_superior	varchar (25)
	revestimento_interno	varchar (25)
	cobertura	varchar (25)
	vidros	varchar (25)
	esquadria	varchar (25)
	instalacao_sanitaria	varchar (25)
	nivelamento	varchar (25)
	condominio	varchar (25)
<b>Dados para Tributação</b>	iptu	varchar (25)
	validade_ipu	varchar (25)
	taxas	varchar (25)
	validade_taxa	varchar (25)
	zona_fiscal	varchar (25)
	numero_processo	varchar (25)
	data_intervencao	timestamp without time zone
<b>Identificação do proprietário</b>	nome_proprietario	varchar (25)
	tipo_pessoa	varchar (25)
	cnpj_cpf	varchar (25)
	identidade	varchar (25)
	orgao_expedidor	varchar (10)
	uf_expedidor	varchar (2)
	fone_residencial	varchar (11)
	fone_comercial	varchar (11)
	fone_celular	varchar (11)
	fone_fax	varchar (11)
	cnh	varchar (25)
	categoria_cnh	varchar (5)
	data_validade_cnh	timestamp without time zone
	data_nascimento	timestamp without time zone
	e-mail	varchar (25)
	endereço_correspondencia	varchar (100)
	numero_correspondencia	varchar (5)
	complemento_correspondencia	varchar (25)
	bairro_correspondencia	varchar (25)
	cidade_correspondencia	varchar (25)
	estado_correspondencia	varchar (25)
	cep_correspondencia	varchar (9)
<b>Infraestrutura/serviços</b>	tipo_terreno	varchar (20)
	servicos	varchar (25)
<b>Conexão com outras instituições</b>	anotacoes	varchar (200)
	cod_celpe	varchar(30)
	hidr_compesa	varchar(30)
	LINK	varchar(200)
	ID	ID integer
	descricao_natureza	varchar (15)
	numero_cadastro	Integer
	codigo_cgm	Integer
	data_inclusao	timestamp without time zone

Fonte: A Autora (2020).

No quadro 5 têm-se uma comparação de atributos do banco de dados vigente da Prefeitura Municipal de Caruaru, com o novo banco de dados sugerido. Com a inserção de campos para ligação com dados da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) da Companhia Energética de Pernambuco (CELPE).

Quadro 5 - Campo de ligação com instituições no banco de dados

Serviços	varchar (25),
Anotações	varchar (200),
cod_celpe	varchar(30),
hidr_compesa	varchar(30),
LINK	varchar(200),
ID	ID integer

Fonte: A Autora (2020).

Ao implementar a interoperabilidade semântica é possível estabelecer a conexão de aplicativos e interpretação nas trocas dos dados de maneira consistente, implicando estruturas explícitas e formais.

Por meio da interoperabilidade semântica o banco de dados cadastrais é estruturado a partir das definições dos conceitos, terminologia, operações e suposições necessárias para construir os esquemas de aplicativos para a interoperabilidade técnica e posteriormente ser colocada na web, pela intercomunitária.

### 6.2.5 Interoperabilidade intercomunitária

A interoperabilidade intercomunitária não foi aplicada nesta pesquisa, pois a mesma consiste na estruturação de um portal único para execução de inúmeras aplicações cadastrais.

No entanto, o banco de dados cadastrais estruturado a partir das interoperabilidades técnica, estrutural, sintática e semântica, possui condições técnicas suficientes para os dados serem publicados em um geoportal.

Uma vez que foram aplicadas as arquiteturas de interoperabilidade citadas, os dados cadastrais encontram-se prontos em relação à visualização geoespacial das

principais feições do município (Informações sobre a quadra, lote, edificação), possibilitando a ligação direta com as secretarias do município. Para apenas realizar a publicação via web caso seja necessário, além de disponibilizar todas as informações cadastrais para a sociedade e assim empregar a interoperabilidade intercomunitária.

#### **6.2.6 Interoperabilidade legal**

A interoperabilidade legal trata da estrutura das organizações da gestão territorial relacionando as diretrizes e políticas administrativas à tecnologia.

No entanto, para aplicá-la é necessário um padrão uniforme de leis dentro do domínio cadastral para realizar a interoperabilidade dos dados cadastrais com as leis e efetivar o intercâmbio de dados entre as partes. Por esse motivo, a pesquisa não abordou a interoperabilidade legal. Outro fator é a falta de um órgão centralizador que oriente as leis sobre o cadastro territorial no âmbito do governo federal.

A alternativa para aplicar a interoperabilidade legal neste trabalho seria relacionar os dados geoespaciais e alfanuméricos junto as leis cadastrais do município de Caruaru. Entretanto, seria um teste custoso e que não seria possível ser seguido para a maioria dos casos, já que cada município pratica sua gestão cadastral de forma distinta.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A integração de dados cadastrais é um assunto de grande relevância para o cadastro e cada vez mais busca-se alternativas para melhorar esse cenário, seja por meio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e dos Sistemas de Informações Territoriais (SIG) ou de forma mais inovadora, a partir das arquiteturas de interoperabilidade.

Como demonstrado na pesquisa, a integração dos dados cadastrais não se dá apenas transformando o formato do arquivo de armazenamento de dados de um sistema para outro. É preciso levar em consideração a conexão dos dados alfanuméricos e geoespaciais e a estruturação de um banco de dados cadastrais apoiado nas arquiteturas de interoperabilidade.

A falta de integração se dá, muitas vezes, pela grande variedade de dados geoespaciais e alfanuméricos disponíveis na internet, espalhados em plataformas de SIG e/ou distribuídas entre diferentes sistemas operacionais e de *hardware*, além de serem captados através de técnicas distintas. Outro principal motivo é a falta de metodologia de implantação dos bancos de dados cadastrais, que visem à interoperabilidade.

À vista disso, foram aplicadas as arquiteturas de interoperabilidade em um banco de dados teste, a partir de dados oriundos da Prefeitura Municipal de Caruaru. Portanto, através da interoperabilidade técnica realizou-se a conexão dos dados geoespaciais e alfanuméricos utilizando o PostgreSQL como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), o módulo geográfico PostGIS para geoprocessamento dos dados geoespaciais e o QGIS como software de união dos dados cadastrais (dados alfanuméricos e os dados geoespaciais).

Uma vez que, os dados cadastrais foram unidos pela interoperabilidade técnica, os mesmos foram estruturados através de códigos de ligações entre as tabelas, pela interoperabilidade estrutural.

Os dados cadastrais foram reorganizados a partir dos seus significados, descrições e do tipo de dado, evitando desacordo semântico, utilizando a interoperabilidade semântica, criando assim uma padronização de banco de dados cadastrais por meio da interoperabilidade sintática.

A implementação das arquiteturas de interoperabilidade nos bancos de dados cadastrais diminui para o município os custos do ciclo de vida dos sistemas

cadastrais, melhora a flexibilidade e escalabilidade, e contribui com a capacidade de compartilhar, trocar e integrar informações relacionadas à administração da terra.

Como resultado desta pesquisa, tem-se um banco de dados cadastrais estruturado e pautado nas arquiteturas de interoperabilidade, com dados cadastrais integrados com intuito de auxiliar as tomadas de decisões do município de Caruaru.

Desse modo, o trabalho desenvolvido possui grande relevância ao mostrar que o procedimento implementado no processo de estruturação do banco de dados cadastrais por meio das arquiteturas de interoperabilidade, foi exitosa; relacionando conceitos teóricos do cadastro territorial à tecnologia, podendo auxiliar o setor de cadastro territorial das prefeituras.

Durante a realização da pesquisa foram identificadas algumas questões que merecem um estudo mais aprofundado. Estas são apresentadas a seguir como recomendações para dar continuidade do trabalho desenvolvido.

a) Para continuação da pesquisa:

- a) Sistematização da interoperabilidade intercomunitária visando estruturar um portal único que suporte o maior número de tarefas e aplicações da gestão territorial;
- b) Modelagem que garanta uma estrutura de leis territoriais para maioria dos casos cadastrais, pautados nos padrões tecnológicos, promovendo a interoperabilidade legal;
- c) Validação da Acurácia Posicional dos dados do Programa Pernambuco Tridimensional para fins de cadastro territorial urbano.

b) Para Prefeitura de Caruaru:

- a) Transformação de todos os dados que encontram-se em formato analógico para dados em formato digital;
- b) Inclusão da numeração do hidrômetro da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e número da conta contrato da Companhia Energética de Pernambuco (CELPE) nos Boletins de Informações Cadastrais da Prefeitura;
- c) Utilização dos dados geoespaciais do Programa Pernambuco Tridimensional para suporte nas tomadas de decisões do município;
- d) Estruturação de um ambiente organizacional para gerenciar a integridade do banco de dados criado.

## REFERÊNCIAS

- AIEN, A. et al. Integrating legal and physical dimensions of urban environments. **ISPRS Int. J. Geo-Inf.**, 4, p. 1442–1479. 2015.
- ALONEN M., REMES S. **Interoperability Workbench** -- Collaborative Tool for Publishing Core Vocabularies and Application Profiles, DC-2016: International Conference on Dublin Core and Metadata Applications, Copenhagen, Denmark, 2016. Disponível em: <http://dcevents.dublincore.org/IntConf/dc-2016/paper/view/418>.
- AMORIM, A.; DE SOUZA, G. H. B.; YAMASHITA, M. C. Cadastro técnico multifinalitário via internet: um importante instrumento de apoio ao planejamento municipal. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 60, n. 2, 24 set. 2009.
- AMORIM, A.; PELEGRINA, A. M.; 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, 2018.
- ATAZADEH, B. et al. Comparing three types of BIM-based models for managing 3D ownership interests in multi-level buildings. *In*: INTERNATIONAL FIG 3D CADASTRE WORKSHOP, 5., 2016, Athens. **Proceedings** [...]. Athens, Greece: International Federation of Surveyors (FIG), 2016. p. 183–198.
- BORGES, K. A. V. **Curso de especialização em geoprocessamento**. Belo Horizonte, UFMG, 2002. Disponível em: [http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/ALEXANDRE %20DE% 20CARVALHO.PDF](http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/ALEXANDRE%20DE%20CARVALHO.PDF). Acesso em: 15 nov. 2019.
- BRASIL. **Decreto nº 8764, de 10 de maio de 2016**. Institui o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER) e regulamenta o disposto no art. 41 da Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria 511, de 07 de dezembro de 2009**. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros. Publicada no Diário. Oficial da União em 08 de dezembro de 2009.
- CARNEIRO, A. F. T. **Cadastro imobiliário e registro de imóveis: a Lei 10.267/2001, Decreto 4.449/2002 e atos normativos do INCRA**. Porto Alegre: Instituto de Registro Imobiliário do Brasil, 2003. p. 272.
- CIRILO, J. A.; Alves, F. H. B.; SILVA, B. M.; CAMPOS, P. H. A. L. Pernambuco tridimensional: base de dados espaciais para planejamento urbano e gestão territorial. *In*: SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 12., 2015, Brasília. **Anais** [...]. Lisboa, PT: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 2015. v. 1, p. 81- 100.
- CUNHA, E. et al. O cadastro urbano no Brasil: histórico e evolução. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território** (GOT), Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 55-74, n. 17, jun. 2019. Disponível em: [dx.doi.org/10.17127/got/2019.17.003](https://doi.org/10.17127/got/2019.17.003)

ERBA, D. A.; PIUMETTO, M. **Cadastro territorial multifinalitário**. Lincoln Institute of Land Policy, 31 p. 2013.

ERBA, S. A. *et al.* **Cadastro Multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana**. Rio de Janeiro: Organizador, 2005.

FAN, Y. T. *et al.* A event-based change detection method of cadastral database incremental updating. **Mathematical and Computer Modelling** p. 1343-1350. 2010

FARINELLI, F. Conceito básicos de programação orientada a objetos. *In: Fundamentos da programação orientada a objetos*. 2007. p. 4. Disponível em: <https://sites.google.com/site/wagnerkc/POO.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

FARINELLI, F. *et al.* **O papel das ontologias na interoperabilidade de sistemas de informação**: reflexões na esfera governamental. XVI ENANCIB, Florianópolis, SC, 2013.

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE NATIONAL. **Vegetation Classification**. FGDC-STD-005-2008 (Version 2). Reston, Virginia: FGDCN; US Geological Survey, 2008. Disponível em: <http://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDCstandardsprojects/vegetation/standards/projects/vegetation>.

GILBERT M, PULLANO G, PINOTTI F, VALDANO E, POLETTO C, BOËLLE P-Y. Preparedness and vulnerability of African countries against importations of COVID-19: a modelling study. **Lancet** 2020;395(10227):871–7. 10.1016/S0140-6736(20)30411-6.

HENSSEN, J. Basic principles of the main cadastral systems in the world. Delft, The Netherlands. *In: SEMINAR MODERN CADASTRES AND CADASTRAL INNOVATIONS. Proceedings* [...]. The International Federation of Surveyors (FIG). , p. 5–12, may. 1995

INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE MAINTENANCE (ICSM 2010), September 12-18, 2010, Timisoara, Romania. **Proceedings** [...]. Timisoara: IEEE Computer Society, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19152: 2012**. Padrão Internacional, Informação Geográfica - Modelo de Domínio de Administração de Terras (LADM); ISO: Genebra, Suíça, 2012.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução J. C. N. Epiphany et. al. 3. ed. São José dos Campos: Editora Parêntese, 2009. 604 p.

KALANTARI, M., RAJABIFARD, A., WALLACE, J. & WILLIAMSON, I. **Toward e-Land Administration: Australian Online Land Information Services**. Proceedings of SSC 2005 Spatial Intelligence, Innovation and Praxis: The national biennial Conference of the Spatial Sciences Institute. Melbourne: Spatial Science Institute, September 2005.

KALOGIANNI, E.; DIMOPOULOU, E.; QUAK, W.; VAN OOSTEROM, P. LADM and INTERLIS as a perfect match for 3D cadastre. **The International Archives of**

**Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences** , v. 42 , n. 23, 2017.

KITSAKIS, D., & DIMOPOULOU, E. **Possibilities of integrating public law restrictions to 3D Cadastre**. In: Proceedings of 5th International FIG 3D Cadastre Workshop, 2016. p. 18-20.

LOCH, C., ERBA, D. A. **Cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano**. Cambridge, MA, USA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. Disponível em: <https://www.lincolninst.edu>. Acesso em: 15 de Novembro de 2019.

MIKA, Monica. Interoperability cadastral data in the system approach. **Journal of Ecological Engineering**, v.18, n. 2, p. 150–156 . 2017. Disponível em: DOI: 10.12911/22998993/68303,

MOHAMMADI, H. et al. Development of na interoperable tool to facilitate spatial data integration in the context of SDI. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 24, n. 4. p. 487-505, 2010.

MOHAMMADI, H. **The Integration of multi-source spatial datasets in the context of SDI initiatives**. 2009. 237 f. Pfd (thesis) - Departament of Geomatics, The University of Melbourne, 2009.

MOLLALO A, VAHEDI B, RIVERA KM. GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. **Sci Total Environ**, 2020;728:138884. 10.1016/j.scitotenv.2020.138884.

MUCHERONI, M. L.; SILVA, J. F. M. A interoperabilidade dos Sistemas de Informação sob o enfoque da análise sintática e semântica de dados na web. **Ponto de Acesso**, Salvador, v. 5, n. 1, p. 3-18, abr. 2011. Disponível em: [www.pontodeacesso.ici.ufba.br](http://www.pontodeacesso.ici.ufba.br)

NASORUDIN, N. N.; HASSAN, M. I.; ZULKIFLI, N. A.; RAHMAN, A. A. **Geospatial Database for Strata Object s Based on Land Administration Domain model (LADM)**. 2016. Disponível em: <https://www.int arch photogrammremote sens spatial inf sci.net/XLII 4W1/329/2016/isprs archives XLII 4 W1 329 2016.pdf>.

NETO, J. A. S. **Análise da estruturação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) com vistas a sua integração à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)**. 2010. Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

PAIVA, C. A. **Proposta de integração entre os dados do cadastro imobiliário urbano e do registro de imóveis**. 2017. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

PELEGRINA, M. A. **Diagnóstico para gestão do imposto predial e territorial urbano**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.



PEREIRA, C. C. **A importância do cadastro técnico multifinalitário para elaboração de planos diretores**. 2009. 206 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PSOMADAKI, S.; DIMOPOULOU, E.; VAN OOSTEROM, P. **Model driven architecture engineered land administration in conformance with international standards**—illustrated with the Hellenic Cadastre. Open geospatial data, software and standards. 2016.

RAJABIFARD, A.; KALANTARI, M.; WILLIAMSON, I. **Spatially Enabled Land Administration**; Paradigm Shift In Land Information Management . 2013. Disponível em: [http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/conferences/2013/Rajabifard480\\_paper.pdf](http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/conferences/2013/Rajabifard480_paper.pdf).

REMES S., ALONEN M., MALTUSCH P., HÄLLSTRÖM M., WESTMAN S. **Say, “S” (as) = Semantics — And Mean It!** Path To Semantically Interoperable Digital Research Services, CRIS2016: International Conference on Current Research Information Systems Conference, St Andrews, Scotland, 2016. Disponível em: UK,<http://hdl.handle.net/11366/510>.

RENOLLEN, A. Modelling the real world: conceptual modelling in spatiotemporal information system design. **Transactions in GIS**, 4 (1), 23-42, 2000.

ROUX, P. L. Extensible models and templates for sustainable land information management intent and purpose. *In*: JOINT FIG COMMISSION, 7.; COST ACTION G9 Workshop on Standardisation in the Cadsatral Domain, Bamberg, Germany. 09-10 December, 2004. **Proceedings** [...].Bamberg, 2004.

SAMBURA, A. e-Land administration in ex-accession countries - experience in Poland. *In*: **FIG Seminar on e-Land Administration**. Innsbruck, 2004.

SANTOS, J. C. **Análise da aplicação do modelo de domínio de conhecimento em administração territorial (LADM) ao cadastro territorial urbano brasileiro** – estudo de caso para o município de Arapiraca. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SASS, G. G.; AMORIM, A. Análise temporal a partir do Cadastro Territorial Multifinalitário. **Revista Brasileira de Cartografia**, Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, n. 65/2, p. 383-291, 2013.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. 6. ed. Rio de Janeiro: CAMPUS, 2012. cap. 1, p. 1-19.

SILVA, M. B.; NEVES, D. A. B. **Prototipagem de banco de dados**: o uso da teoria da classificação facetada na modelagem de dados. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/article/download/45986> >.

SILVA, P. A.; LIMA JUNIOR, C. O.; CARNEIRO, A. F. T. Estruturação de um banco de dado espacial para o município de Macaparana-PE. *In*: COBRAC, 2018, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 2018. 20p.

SOUZA, G. H. B. **Método de modelagem da parcela espacial para o cadastro tridimensional**. 2011. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências Cartográficas) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, 2011.

STOCK, K.; GUESGEN, H. Geospatial Reasoning With Open Data. *In: Automating open source intelligence*. Syngress: Elsevier, 2016. p. 171-204.

TULADHAR, A. Innovative use of remote sensing images for pro poor land management. *In: FIG 2005: Secure land tenure: new legal frameworks and tools in Asia and the Pacific: proceedings of an expert group meeting held by FIG commission 7, December 8-9, 2005*, ISBN: 87-90907-50-7. pp. 145-155 (pp. 145-155). International Federation of Surveyors (FIG), 2006.

WILLIAMSIN, I.; ENEMARK, S., WALLACE, J.; RAJABIFARD, A. Land Administration for Sustainable Development. *In: SDIs and technology* . 1. Ed. Califórnia: Esri Press . Cap.9, p. 225-261.

ZHANG, JI-YI. *et al.* 3D cadastral data model based on conformal geometry algebra. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, 5.2, 2016.

ZHOU, X., CHEN J. AND MADDEN, M. Classification and identification of cadastral structure change. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. XXXVII (B4), 1437, 2008.

# ANEXO A – BOLETIM DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS



## DEPARTAMENTO DE CADASTRO IMOBILIÁRIO FISCAL BOLETIM DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS - BIC

<b>Nº DO CADASTRO</b>										<b>CÓD.DE OPERAÇÃO</b>										<b>NATUREZA</b>									
										1 - INCLUIR 2 - ALTERAR 3 - EXCLUIR										1 - PREDIAL 2 - TERRITORIAL									

3 - IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL																			
LOCALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA ATUAL										LOCALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA ANTERIOR									
DIST	SETOR	QUADRA	FACE	LOTE	VILA	UNIDADE	SETOR	QUADRA	FACE	LOTE	UNIDADE								
REFERÊNCIA DO LOTEAMENTO					CÓD. LOGRADOURO					NOME DO LOGRADOURO									
PLANTA	QUADRA	LOTE																	
NÚMERO		BLOCO		1AP / 2LO / 3SA / 4CV / 5QD / 6BX / 7GAL						BAIRRO									

4 - IDENTIFICAÇÃO DO PROPRIETÁRIO																													
C.N.P.J. - PESSOA JURÍDICA										C.P.F. - PESSOA FÍSICA										R.G. - REGISTRO GERAL					UF				
NOME DO PROPRIETÁRIO / DETENTOR																													

5 - ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA																					
ENDEREÇO		CÓD. LOGRADOURO					NOME DO LOGRADOURO														
1-O MESMO	2-OUTRO																				
NÚMERO		BLOCO		1AP / 2LO / 3SA / 4CV / 5QD / 6BX / 7GAL						BAIRRO					CIDADE						

6 - INFORMAÇÕES SOBRE O TERRENO																								
SITUAÇÃO DA QUADRA										PATRIMÔNIO										LIMITES				
01 - NORMAL	04 - FUNDOS/ENCRAVADA	07 - GLEBA	01 - PARTICULAR	04 - PÚBLICO ESTADUAL	01 - MURADO	02 - ESQUINA	05 - CONDOMÍNIO FECHADO	02 - RELIGIOSO	05 - PÚBLICO FEDERAL	02 - NÃO MURADO	03 - VILA/GALERIA	06 - QUADRA	03 - PÚBLICO MUNICIPAL	06 - ENTIDADE SEM FINS LUCRATIVOS										
OCUPAÇÃO DO TERRENO										PEDOLOGIA										TOPOGRAFIA				
01 - EDIFICADO	04 - CONSTRUÇÃO PARALIZADA	07 - ESPORTES	01 - ARGILOSO	04 - INUNDÁVEL	01 - PLANO	02 - EM CONSTRUÇÃO	05 - RUÍNAS/DEMOLIDO	08 - VAGO	02 - ARENOSO	05 - PARTE INUNDÁVEL	02 - ACLIVE	03 - EM REFORMA	06 - ESTACIONAMENTO	09 - OUTROS	03 - ROCHOSO	06 - PANTANOSO	03 - DECLIVE	04 - IRREGULAR						

7 - INFORMAÇÕES SOBRE A EDIFICAÇÃO																						
SITUAÇÃO RELATIVO A RUA					SITUAÇÃO RELATIVO AO IMÓVEL										ESTRUTURA							
01 - FRENTE	04 - GALERIA	01 - ISOLADA RECUADA	04 - CONJUGADA ALINHADA	01 - ALVENARIA	02 - FUNDOS	05 - SUB-SOLO	02 - ISOLADA ALINHADA	05 - ALINHADA ISOLADA 1 LADO	02 - CONCRETO	03 - VILA	03 - CONJUGADA RECUADA	06 - RECUADA ISOLADA 1 LADO	03 - MADEIRA	05 - TAIPA	06 - OUTROS							
TIPO DE CONSTRUÇÃO																						
01 - CASA	04 - SALA/CONJUNTO	07 - GALPÃO	10 - HOTEL/MOTEL	13 - HOSPITAL	16 - EDIF. SERVIÇO PÚBLICO	19 - CLÍNICA	22 - OUTROS	02 - APARTAMENTO	05 - LOJA	08 - TELHEIRO	11 - ESCOLA	14 - TEMPLO	17 - POSTO DE GASOLINA	20 - BAR	03 - MOCAMBO	06 - EDIF. ESPECIAL	09 - INDÚSTRIA	12 - GARAGEM	15 - DEPÓSITO	18 - INST. FINANCEIRA	21 - MERCEARIA	
COBERTURA					ESQUADRIAS					REVEST. SUPERIOR (TETO)					VIDROS							
01 - PALHA	05 - TELHA METÁLICA	01 - SEM	05 - ALUMÍNIO	01 - SEM	04 - LAJE	01 - SEM	04 - FUMÊ	02 - TELHA DE BARRO	06 - LAJE	02 - APARENTE SIMPLES	06 - METAIS	02 - GESSO	05 - LAMBRI	02 - COMUM	05 - ESPELHADO	03 - TELHA AMIANTO	07 - OUTROS	03 - MADEIRA PADRÃO	07 - ESPECIAL	03 - VITRAIS	06 - BUNDEX	
04 - TELHA CERÂMICA	07 - OUTROS	04 - FERRO	08 - OUTROS	03 - PVC	06 - OUTROS																	
INSTALAÇÃO SANITÁRIA					REVESTIMENTO INTERNO					ESTADO DE CONSERVAÇÃO					PV/UNID							
01 - SEM	05 - (3) INTERNA	01 - SEM	05 - LUXO	09 - GRANITO	01 - ALTO	02 - MÉDIO	03 - POPULAR	04 - BAIXA RENDA	01 - SEM	05 - (3) INTERNA	02 - EXTERNA	06 - (+3) INTERNA	03 - (1) INTERNA	04 - (2) INTERNA	02 - CAL	06 - CERÂMICA	07 - PASTILHA	10 - OUTROS	04 - ÓLEO	08 - MÁRMORE	Nº TOTAL DE PAVIMENTOS	Nº UNID. LOTE
REGIME DE OCUPAÇÃO					USO DO IMÓVEL																	
01 - PRÓPRIA	04 - INVADIDO	01 - RESIDENCIAL	04 - PRES. DE SERVIÇO	07 - LAZER	10 - TERRENO SEM USO	13 - MISTO	02 - ALUGADO	05 - ABANDONADO	02 - COMÉRCIO	05 - EDUCAÇÃO	08 - SERV. PÚBLICO	11 - TERRENO COM USO	14 - ÁREA TOMBADA	03 - CEDIDO	06 - PARTE ALUGADA	03 - INDÚSTRIA	06 - SAÚDE	09 - RELIGIOSO	12 - IMÓVEL DESATIVADO	15 - OUTRO NÃO ESPECIFICADO		

8 - INFRA-ESTRUTURA / SERVIÇOS																			
TIPO DO TERRENO		ÁGUA		LIMPEZA URBANA		GALERIAS PLUVIAIS		GUIAS E SARJETAS		REDE TELEFÔNICA									
01 - REGULAR	02 - IRREGULAR	ESGOTO	PAVIMENTAÇÃO	REDE ELÉTRICA	ILUMINAÇÃO PÚBLICA	COLETA DE LIXO													

9 - CÁLCULO DAS MEDIDAS RELATIVAS AO TERRENO E EDIFICAÇÃO																			
TERRENO										EDIFICAÇÃO									
TESTADA PRINCIPAL					PROFUNDIDADE PRINCIPAL					TESTADA FICTÍCIA					ÁREA DO TERRENO				
ÁREA DA UNIDADE					ÁREA TOTAL EDIFICADA					ÁREA COBERTURA					FRAÇÃO IDEAL				

## 10 - CRÓQUIS DO IMÓVEL

A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines forming small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

## 11 - OBSERVAÇÕES


## 12 - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

DATA DO PROCESSO	NÚMERO DO PROCESSO	ASSUNTO	VISTO DE LIBERAÇÃO
// //			

### 13 - CONTROLE DE ATIVIDADE

DATA DO CADASTRAMENTO	CADASTRADOR	DESENHO CROQUI'S	CÁLCULO	REVISÃO

## ANEXO B – EXTRATO CADASTRO IMOBILIÁRIO

 <b>PREFEITURA MUNICIPAL DE CARUARU</b> <b>SECRETARIA DA FAZENDA</b> Centro Administrativo Municipal Endereço: AVENIDA RIO BRANCO, 315 Telefone: (81)3701-1156 CNPJ: 10.091.536/0001-13			
<b>EXTRATO CADASTRO IMOBILIÁRIO</b>			
Data Inclusão:		Nº Cad. CGM:	Data Intervenção:
Nº do Cadastro:		Nº Cad. Anterior:	Último Usuário:
<b>Identificação do Imóvel</b>			
Natureza:		Contribuição IPTU:	
Situação:		Contribuição TAXAS:	
<b>Localização do Imóvel</b>			
Inscrição:	Face:	Referência Loteamento:	Cod.Lote:
Seção:		Quadra:	
Logradouro:	Complemento:		CEP:
Número:			
Bairro:		Insc.Ant.:	
Loteamento:			
<b>Identificação do Contribuinte</b>			
Nome:		CPF/CNPJ:	
Identidade:		Tipo Pessoa:	
<b>Endereço para Correspondência</b>			
Logradouro:			
Número:	Complemento:		
Bairro:		Cidade:	
UF:		Reside:	
CEP:			
<b>Medidas da Unidade</b>			
Testada Princ.:	Testada Fictícia:	Nº de Pavimentos:	
Prof. Principal:	Fração Ideal:	Ano Construção:	
Área Terreno:	Área total de Construção:	Zona Fiscal:	
Área Unidade:	Área Comum da Unidade:	Área Coberta:	
<b>Informações Sobre o Terreno</b>			
Situação da Quadra:	Pedologia:	Nivelamento:	
Patrimônio:	Topografia:	Tipo Terreno:	
Ocupação Terreno:	Limitação:		
<b>Identificação da Edificação</b>			
Situação Rua:	Uso do Imóvel:		
Situação do Lote:	Padrão Construção:		
Tipo de Construção:	Estado Conservação:		
Patrimônio Edificação:	Estrutura:		
Regime Ocupação:	Revestimento Superior:		
Cobertura:	Revestimento Interno:		
Esquadria:	Vidros:		
Instalação Sanitária:	Condomínio:		