



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

DÉBORA ARAÚJO CARVALHO

**TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO COMO APOIO A IMPLANTAÇÃO DAS
ZONAS ESPECIAIS DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE TERESINA – PI.**

Recife

2020

DÉBORA ARAÚJO CARVALHO

**TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO COMO APOIO A IMPLANTAÇÃO DAS
ZONAS ESPECIAIS DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE TERESINA – PI.**

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

Área de concentração: Ciência Geodésica e Tecnologias da Geoinformação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá.

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

- C331t Carvalho, Débora Araújo.
Tecnologias da geoinformação como apoio a implantação das zonas especiais de interesse social na cidade de Teresina - PI / Débora Araújo Carvalho. 2020.
74 f.: figs., quads., tabs., siglas.
- Orientadora: Profa. Dra. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, 2020.
Inclui referências.
1. Ciências Geodésicas. 2. PPSIG. 3. ZEIS. 4. Participação popular. 5. I. Sá, Lucilene Antunes Correia Marques de (Orientadora). II. Título.
- UFPE
- 526.1 CDD (22. ed.) BCTG / 2022 - 04

DÉBORA ARAÚJO CARVALHO

**TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO COMO APOIO A IMPLANTAÇÃO DAS
ZONAS ESPECIAIS DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE TERESINA – PI.**

Defesa do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Aprovada em: 30 /11 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

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

Prof^a. Dr^a. Andrea Flávia Tenório Carneiro (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Sergio Monthezuma Santoianni Guerra (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Aos meus amados pais, Amparo e Francisco, maiores apoiadores.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu coragem, força e condições para concluir essa jornada mesmo com todas os percalços. Obrigada meu Deus.

Agradeço aos meus pais Amparo e Francisco, por todo incentivo e amor dedicado. Vocês são meus maiores exemplos de vida.

A minha Madrinha Gorete, por me acolher verdadeiramente como uma filha na sua casa. Conviver com você os primeiros meses foi um aprendizado constante. Obrigada de coração.

Aos meus irmãos Luciana, Davi, Leticia e Demétrio por estarem sempre por perto nos melhores e piores momentos. Sei que posso sempre contar com vocês.

A todos da minha família que sempre torceram por minhas conquistas. Em especial aos meus sobrinhos Mariana, Felipe, Franciele, Maria Luisa, Enzo e Joaquim e aos meus tios e tias.

As minhas amigas Aline, Carla e Grenda que dividiram durante um ano as alegrias, dificuldades e ansiedades de mestrandas. Obrigada Garotas pelo incentivo e encorajamento de sempre.

A meu amigo Rômulo, por dividir as angustias, ansiedades e alegrias na finalização do mestrado. Seu apoio foi fundamental para conclusão do trabalho.

Aos meus professores e mestres, agradeço por todo os ensinamentos e apoio durante a caminhada do mestrado.

Agradeço de forma especial a minha orientadora Dra. Lucilene Antunes, por todo esforço em continuar com a orientação mesmo com todas as adversidades que a vida nos apresentou. Obrigada de coração.

Ao Professor Dr. Luiz Portugal, por todo apoio na finalização do trabalho, a Professora Dra. Andrea Carneiro por sua contribuição ao longo da pesquisa e ao Professor Dr. Sergio Guerra por suas considerações para melhorar o trabalho.

Agradeço a todos que contribuíram para realização da pesquisa de alguma forma. Meu muito obrigada.

“A grande glória da vida não está em nunca cair, mas em se levantar a cada vez que caímos”.

(Nelson Mandela)

RESUMO

As Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS são instrumentos de políticas urbanas instituídas através da Lei 10.257/2001, que surgiram a partir de ações populares que ocorreram inicialmente nas cidades de Belo Horizonte e Recife, com um intuito de regularização dos núcleos urbanos informais. Uma das premissas consideradas para a implantação das ZEIS foi participação popular. Nesse sentido, essa pesquisa examina as Tecnologias da Geoinformação como instrumento para auxiliar as tradicionais formas da dita participação pública definidas na legislação brasileira. Assim, é proposta uma Modelagem de Dados Espaciais no padrão OMT-G, com a finalidade de integrar os elementos físicos existentes na área de intervenção e as infraestruturas propostas pelo Poder Público, bem como, proporcionar a coleta da percepção da população, relacionadas as intervenções projetadas para região. Para a coleta desta percepção sugere-se o uso da Participação Pública em Sistema de Informações Geográfica - PPSIG, que tem como foco envolver a população através de aplicações de SIG e como objetivo incorporar mais pessoas nos processos decisórios, relativos ao planejamento público. Para implementação do modelo físico utilizou-se o *software* PostgreSQL/PostGIS, onde foi criado o BDG – Banco de Dados Geográficos, com suas classes, atributos e restrições. A espacialização das classes foi realizada através da conexão entre o BDG no PostgreSQL/PostGIS e o *software* QGIS. Para possibilitar a compreensão da interface de participação do usuário, utilizou-se o programa Leaflet. A área de estudo foi a Vila da Paz, localizada na cidade de Teresina, estado do Piauí. Os resultados da pesquisa demonstraram a possibilidade do emprego da modelagem de dados espaciais aliados a softwares livres como suporte à implantação de ZEIS, na caracterização e visualização das informações geoespacializadas. Da mesma forma verifica-se que, a PPSIG é uma alternativa viável para inclusão da comunidade em projetos de implantação de ZEIS.

Palavras-chave: PPSIG; ZEIS; participação popular.

ABSTRACT

Special Zones of Social Interest - ZEIS are instruments of urban policies instituted through Law 10.257 / 2001, which it originated from popular actions that occurred initially in Belo Horizonte and Recife cities, with the aim of legitimizing informal urban centers. One of the premises considered for the ZEIS' implementation was popular participation. In that sense, this research examines Geoinformation Technologies as an instrument for help traditional forms of public participation defined in Brazilian legislation. Thus, it is proposed a Spatial Data Modeling in the OMT-G standard, with the purpose of integrating the physical elements which it exists in the intervention area and the infrastructures proposed by the Government, as well as, it provides the collection of the population's perception, they are related to the interventions designed for the region. For collecting this perception, it is suggested the use of Public Participation in Geographic Information System - PPSIG, which focuses on involving the population through GIS applications and with the aim of incorporating more people in decision-making processes, they are related to public planning. For implementation of physical model was used PostgreSQL / PostGIS software, where the BDG - Geographical Database was created, with its classes, attributes and restrictions. The spatialization of classes was performed through the connection between BDG in PostgreSQL / PostGIS and software QGIS. It enables to understanding of the user participation interface, the Leaflet program was used. The study area was Vila da Paz, it is situated in the Teresina city, state of Piauí. The research results demonstrated the possibility of using spatial data modeling combined with free software to support the deployment of ZEIS, in the characterization and visualization of geospatialized information. In the same way, it appears that, PPSIG is a viable alternative for the inclusion of the community in ZEIS implementation projects.

Keywords: PPGIS; ZEIS; popular participation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conflitos entre o Planejamento e a Reivindicação da Comunidade	19
Figura 2 - Interface do Aplicativo GeoPanelen	26
Figura 3 - Interface do Protótipo Canela.....	27
Figura 4 - Estrutura de Modelagem de Dados.....	29
Figura 5 - Diagrama das Percepções do Mundo Real	30
Figura 6 - Definição das classes	32
Figura 7 - Espacialização das Classes Georreferenciadas	33
Figura 8 - Associação Simples	34
Figura 9 - Relacionamento Espacial.....	34
Figura 10 - Generalização/Especialização	36
Figura 11 - Tipos de Agregação	37
Figura 12 - Fluxograma da Metodologia de Pesquisa	39
Figura 13 - Mapa de Localização da Cidade de Teresina	40
Figura 14 - Localização da Vila da Paz	41
Figura 15 - Diagrama Conceitual da Modelagem de Dados Espaciais para implantação da ZEIS	45
Figura 16 - Primeiro Nível do Diagrama Conceitual (Mapa Base)	47
Figura 17 - Atributos da classe Lote	48
Figura 18 - Segundo Nível do Diagrama Conceitual (Intervenção).....	49
Figura 19 - Terceiro Nível do Diagrama Conceitual (Participação)	51
Figura 20 - Criação do Modelo Físico	60
Figura 21 - Visualização das Classes no QGIS conectado ao PostgisSQL/PostGIS	61
Figura 22 - Estrutura do Sistema PPSIG Vila da Paz.....	62
Figura 23 - Interface PPSIG Vila da Paz	63
Figura 24 - Coleta da Opinião do Usuário	65
Figura 25 - Localização dos Imóveis Cadastrados	67
Figura 26 - Localização dos imóveis que serão desapropriados	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relações Espaciais do modelo OMT-G.....	35
Quadro 2 - Análises dos critérios X restrições para modelagem.....	42
Quadro 3 - Classes e atributos da Modelagem Proposta	43
Quadro 4 - Ícones de identificação das infraestruturas.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução da Aplicação do SIG no planejamento.....	23
Tabela 2 - Principais requisitos para implantação do SGBD.....	37

LISTA DE SIGLAS

BDG	Banco de Dados Geográficos
COHAB-PI	Companhia de habitação do Piauí.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
OMT-G	Object Modeling Technique for Geograph.
PLHIS	Planos Habitacionais de Interesse Social.
PPSIG	Participação Pública em Sistemas de Informações Geográficas.
PSIG	Participação em Sistemas de Informações Geográficas.
PREZEIS	Plano de Regularização das Zonas Especiais de Interesse Sociais.
PROVAFELA	Programa Municipal de Regularização de Favela
SIG	Sistema de Informações Geográficas.
SQL	<i>Structured Query Language.</i>
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL DA PESQUISA.....	16
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2	IMPLANTAÇÃO DA ZEIS NO CONTEXTO DO PLANEJAMENTO URBANO PARTICIPATIVO	17
2.1	MÉTODOS DE PARTICIPAÇÃO PÚBLICA.....	18
2.2	TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO E O PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO	21
2.4	PARTICIPAÇÃO PÚBLICA EM SIG (PPSIG)	24
3	MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS	28
3.1	ABSTRAÇÃO DO MUNDO REAL	29
3.2	MODELO CONCEITUAL	30
3.2.1	Modelo OMT-G.....	31
3.3	MODELO FÍSICO	37
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	39
4.1	REVISÃO DA LITERATURA	39
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	40
4.3	MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS	42
4.3.1	Abstração do Mundo Real	42
4.3.2	Modelagem Conceitual	44
4.3.3	Implementação do Modelo	60
4.4	DESENVOLVIMENTO DO PPSIG.....	61
4.4.1	Estruturação do Sistema	61
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	68
	REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

No processo de planejamento do espaço urbano, o envolvimento do cidadão deve ser considerado como um dos pilares para o sucesso do projeto. A participação popular na formulação, acompanhamento e execução de políticas públicas urbanas é um fato inerente ao atendimento das demandas reais das comunidades. A administração pública mais eficiente deve ser focada no atendimento das necessidades da população, a partir do conhecimento dos aspectos particulares e característicos de cada região.

No Brasil, o Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/2001), traz no seu Capítulo II, os instrumentos da política urbana, que tem como objetivo uma gestão mais justa e sustentável. A Lei evidencia a importância da realização do planejamento de forma democrática, através de mecanismos participativos. Entre os instrumentos enumerados na legislação está a Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), que tem historicamente, a mobilização popular e o apoio de organizações não governamentais como fundamentos da sua concepção.

As ZEIS surgiram antes da instituição do Estatuto das Cidades, na década de 80, em um momento de acelerado e desordenado crescimento urbano no qual o País passava, em decorrência, principalmente, do desenvolvimento industrial após Segunda Guerra Mundial. Entre os anos de 1960 e 1991 a população urbana brasileira aumentou de 32 milhões para 111 milhões habitantes (CENSO, 1960, 1991). Um total de 26% desta população ocupava áreas consideradas núcleos informais. Consequentemente, o espaço urbano passou a ser um palco de conflitos e disputas por melhores condições de moradia.

As primeiras experiências tinham como intuito a implantação das ZEIS, e a partir deste instrumento regularizar núcleos informais. As cidades pioneiras foram Belo Horizonte com o Programa Municipal de Regularização de Favela – PROFAVELA e em Recife com o Plano de Regularização das Zonas Especiais de Interesse Social - PREZEIS. As experiências foram positivas e incorporadas ao Estatuto das Cidades, que estabeleceu a ZEIS como um dos instrumentos de política urbana brasileira.

A primeira etapa para a implantação das ZEIS é a abertura de canais de comunicação entre a comunidade e o governo municipal, proporcionando um processo participativo para a elaboração do projeto, bem como na execução das fases

da regularização urbana e fundiária (BRASIL, 2007). A participação popular é fundamental para a implementação efetiva e sustentável da ZEIS, o poder público ou a própria comunidade pode definir estratégias para um envolvimento maior da população.

Esta pesquisa é focada na necessidade da criação de novos canais que contribuam para um maior engajamento dos cidadãos, além dos já propostos na legislação brasileira, para o planejamento e gestão das cidades, em especial nas áreas de implantação das ZEIS.

Os conceitos e funcionalidades empregados envolvem Modelagem de Dados Espaciais, Cartografia e Sistema de Informações Geográficas aplicadas a participação popular. O objetivo é possibilitar a apresentação e a avaliação do projeto proposto pelo Poder Público, na implantação das ZEIS em comunidades beneficiadas, a partir de informações contidas no banco de dados espaciais.

A Modelagem de Dados Espaciais viabiliza a definição de um conjunto de elementos que possibilita o entendimento e a criação de um banco de dados (ELMASRI e NAVACHE, 2011). O modelo representa através de suas classes, relacionamentos e restrições, um fenômeno do mundo real em um ambiente digital. Na pesquisa é considerado o OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*) para elaboração do modelo, pois permite a abstração de situações complexas do mundo real diretamente no modelo conceitual.

Vale ressaltar que a Modelagem de Dados Espaciais integrada ao SIG permite a representação de feições e análise de uma grande quantidade de dados espaciais ou não espaciais. Também permite a incorporação de funções ao SIG como a possibilidade de registrar informações de forma participativa de um determinado público, através de sistemas conhecidos como PPSIG - Participação Pública com Sistemas de Informações Geográficas.

O PPSIG surge como uma alternativa para ampliar o envolvimento da população no planejamento urbano, facilitando a interação entre os planejadores e a população, viabilizando assim, uma administração mais eficiente e sustentável.

Nessa lógica, a presente pesquisa tem como proposta o desenvolvimento de uma Modelagem de Dados Espaciais no padrão OMT-G e a avaliação desta modelagem em um sistema PPSIG.

1.1 OBJETIVO GERAL DA PESQUISA

Propor uma metodologia que envolva a participação pública efetiva e Tecnologias da Geoinformação na implantação de ZEIS, tendo como área de estudo uma comunidade na cidade de Teresina-PI.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar as necessidades, em relação à participação popular, requeridas para a implantação da ZEIS;
- Propor um Modelo Conceitual com o engajamento da população na implantação das ZEIS na cidade de Teresina;
- Implementar o modelo através de um PPSIG.

2 IMPLANTAÇÃO DA ZEIS NO CONTEXTO DO PLANEJAMENTO URBANO PARTICIPATIVO

A ZEIS é instrumento de política urbana e habitacional definido pelo Estatuto das Cidades, que surgiu como resultado de um processo de lutas e organização social dos movimentos populares por moradia, que tiveram início na década de 80, no fim da Ditadura Militar (ANCONA, 2011). A mobilização popular reivindicava à permanência nas áreas ocupadas, o reconhecimento da posse e o direito a regularização fundiária.

Nas cidades de Belo Horizonte e Recife aconteceram as primeiras experiências de inserções dos núcleos informais consolidados nos planejamentos urbanos no Brasil. Fernandes (2003) afirma que, em Belo Horizonte a partir de 1983 foi criado o Programa Municipal de Regularização de Favelas – PROFAVELA. Esse programa urbanístico e social tinha como função a regularização de favelas e trazia como pontos principais:

- (i) a identificação e demarcação de favelas como áreas para fins de moradia social;
- (ii) a definição de normas urbanísticas específicas de edificação do solo; e
- (iii) mecanismo de gestão participativa nos programas de regularização.

Posteriormente, na cidade de Recife foi implantado o Plano de Regularização das Zonas de Especiais de Interesse Social - PREZEIS, que de forma inovadora propôs um sistema de gestão participativa, com o apoio das Comissões de Urbanização e Legalização. Os planos urbanísticos deveriam ser específicos para a realidade de cada assentamento, levando em consideração suas características e particularidades (ROLNIK e SANTORO, 2013).

Segundo Nascimento (2013), alguns mecanismos foram inseridos no PREZEIS para evitar que o propósito do plano fosse desviado, podendo ser destacado a fixação das dimensões máximas dos lotes, a proibição de remembramento de lotes e a institucionalização de canais de participação da população no processo de regularização da área beneficiada.

As experiências de sucesso, das cidades de Belo Horizonte e Recife, fizeram com que a Lei nº10.257, conhecida como Estatuto das Cidades, trouxesse em 2001 a ZEIS como um dos seus instrumentos de planejamento urbano, definida pela Lei 13.465/ 2017 como a edificação de área urbana, que deve ser instituída através do plano diretor ou lei municipal, sujeita a regras específicas de edificação, uso e ocupação do solo e destinada à população de baixa renda.

Uma das características marcantes na história da implantação das ZEIS, é a participação da população no processo de planejamento e na execução das regularizações urbanas e fundiárias. Para garantir o envolvimento da população na criação das ZEIS, as prefeituras devem realizar a inclusão de representantes das comunidades em grupos gestores e, em seguida, discutidas as sugestões apresentadas para os moradores em fóruns ou assembleias (BRASIL, 2009).

O método de participação popular em projetos de implantação de ZEIS, através de representantes é o mais utilizado, pois agiliza a determinação das metas para a realização da intervenção. A grande problemática deste método é o perigo do direcionamento das prioridades para interesses que nem sempre são o da comunidade.

Amore (2013), a partir das observações realizadas em Heliópolis, a maior favela de São Paulo, apontou a fragilidade do Conselho Gestor, na representação dos interesses da comunidade no processo de readequação urbana e fundiária. Segundo a autora, as cooptações, o fortalecimento de determinadas lideranças em detrimentos de outras, os acordos com o crime organizado, o esvaziamento dos espaços de negociações, são algumas críticas que foram apontados ao Conselho Gestor, que foi instituído com nomeações e cargos de representações definidas.

Maricato (2014) defende que, o problema da participação pública não estaria na falta de instâncias participativas, mas sim, na qualidade delas. Portanto, seria necessária uma reestruturação dos tipos e formas de participação para que o interesse da comunidade fosse efetivamente adequado aos propósitos das ZEIS.

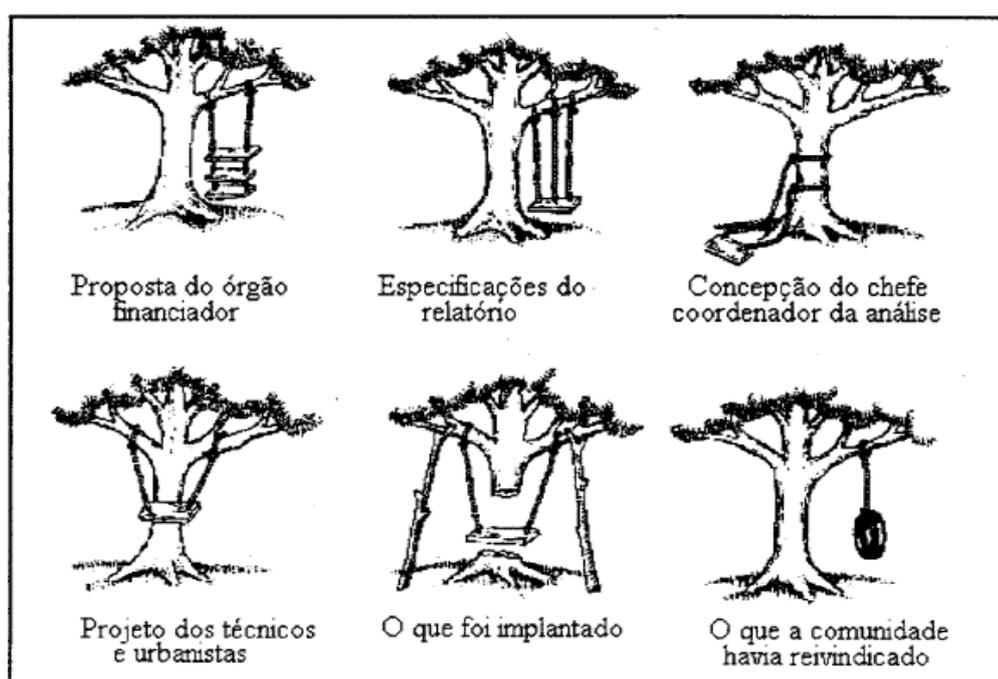
2.1 MÉTODOS DE PARTICIPAÇÃO PÚBLICA

A busca do poder público por soluções que promovam a participação do cidadão no planejamento é uma tendência crescente mundialmente. A intenção dos

governos é garantir que as instituições atuem de forma mais inclusivas, transparentes, eficazes e responsáveis (United Nations, 2016).

Del Rio (1990) explica que uma das dificuldades do planejamento é o distanciamento entre as diferentes visões dos agentes participativos deste processo, e o interesse imediato das comunidades. Na Figura 1, o autor apresenta as distintas perspectivas dos promotores do planejamento na implantação de uma infraestrutura e a verdadeira reivindicação da comunidade, expondo assim, a necessidade de uma gestão integrada e participativa.

Figura 1 - Conflitos entre o Planejamento e a Reivindicação da Comunidade



Fonte: Del Rio (1990).

No planejamento do espaço urbano, a importância da colaboração da comunidade é evidenciada, uma vez que os habitantes são os que melhor podem identificar as necessidades do local que habitam, pois conhecem de fato a realidade e os problemas ao seu redor.

Os debates referentes à necessidade de um planejamento urbano participativo no Brasil foram evidenciados a partir da aprovação da Lei 10.257/2001. Os artigos 182 e 183 da Constituição Brasileira de 1988, definem especificamente a Política Urbana. O Estatuto determina no artigo 2º inciso II, que a política urbana se desenvolva de forma democrática com a participação da população e de associações representativas nos processos de planejamento e gestão do espaço urbano (BRASIL, 2001).

A participação da população no processo de planejamento do uso do solo, como nos projetos de implantações de ZEIS, tende a influenciar o plano pretendido e determinar as diretrizes que realmente atendam às necessidades da comunidade. Os instrumentos de participação mais utilizados para o envolvimento dos cidadãos no planejamento são as assembleias, reuniões e audiências públicas. Nessas ocasiões as propostas são apresentadas e seus possíveis impactos discutidos.

Kahila-Tani et al. (2015) afirmam que estes métodos são importantes, principalmente em certas etapas do planejamento. No entanto, os encontros presenciais com local e hora marcada podem impossibilitar a presença de cidadãos que desejariam contribuir para o processo de planejamento, por terem outras obrigações no mesmo dia e hora.

Bugs e Reis (2014) avaliaram a participação popular na elaboração de planos de habitação de interesse social em nove cidades do estado do Rio Grande do Sul. A pesquisa buscou identificar fatores como: níveis de participação (informar, consultar, debater, colaborar e decidir); dificuldades encontradas; e a eficácia da metodologia aplicada. Nos municípios estudados os processos participativos para a concepção dos Planos Habitacionais de Interesse Social (PLHIS) constituíram-se da realização de duas ou três audiências públicas. Os autores utilizaram questionários aplicados a consultores, técnicos e população para coleta das informações necessárias.

Os resultados apresentados relativos aos níveis de participação divergiram entre a opinião do público, que acredita ter sido apenas informado e consultado, do ponto de vista dos consultores e técnicos que consideravam os níveis de envolvimento público satisfatórios. Em relação às dificuldades encontradas, foram apontadas a transmissão e entendimento das informações técnicas, o constrangimento dos participantes em dar opinião em público e a falta de tempo como os principais obstáculos. Na pesquisa os autores evidenciaram que a metodologia prevista na legislação brasileira, relacionada à participação popular, deve ser aprimorada e que os avanços tecnológicos trazem novas perceptivas para o envolvimento das comunidades (BUGS E REIS, 2014).

De acordo com Santos (2012), as formas tradicionais de envolvimento das comunidades no planejamento poderiam ser complementadas por instrumentos que empregam as tecnologias da informação como base. Uma das alternativas é a utilização SIG aliadas à *internet* ou mais recentemente a Web 2.0.

A Web 2.0 é a evolução da internet que tem como preocupação a participação e a interação entre usuários, foi criada por Tim O' Reilly em 2004. Desta forma, tem como característica a possibilidade da criação de mídias interativas com a função de compartilhamento das informações *online* voltada à coletividade (LIMA, 2014), ou seja, uma aliada dos SIG's para o desenvolvimento de sistemas interativos que considerem a participação e contribuição da população.

O emprego de plataformas com participação popular através da Web proporciona diversas vantagens em relação aos métodos tradicionais (CARVER, 2001). Entre estas está a falta de restrição quanto a localização e horário de acesso, permitindo que mais pessoas participem do processo. Em um sistema *online* as pessoas podem realizar suas observações sem temer represálias ou confrontações, da mesma forma que, evita que o processo seja dominado por uma minoria ativa cujas ideias nem sempre representam o desejo comum (BUGS; GONÇALVES e ISOLAN, 2006).

2.2 TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO E O PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO

As Tecnologias da Geoinformação têm desempenhado um papel significativo no apoio em diversas áreas do conhecimento, inclusive no planejamento participativo. Uma dessas tecnologias é o SIG, que possui instrumentos que auxiliam a parametrização de modelos de planejamento e possibilitam que os dados sejam observados de maneira mais ampla (ERBA ,2005).

Rosa (2009) afirma que, grande parte das atividades desenvolvidas em uma administração pública, em especial a municipal, dependem do fator localização. Em ações do planejamento urbano os SIG são capazes de identificar a diferença entre lugares, suas particularidades, estruturas, funções e dinâmicas (MENEZES e FERNANDES, 2013). Os bancos de dados são concebidos a partir do cruzamento de informações de interesse do planejador com os respectivos componentes espaciais de representação, por exemplo, a localização de uma determinada escola e os endereços dos alunos atendidos (ROSA, 2009).

Paulics (2000) enumera as seguintes possibilidades da aplicação do SIG no planejamento das cidades: (i) ordenamento e gestão territorial: criação de uma base

de dados cartográfica que reproduz a configuração da cidade e permite traçar melhores soluções para gestão e ordenamento; (ii) otimização da arrecadação: proporciona a atualização periódica da base de dados e a revisão da planta genérica de valores; (iii) localização de equipamentos e serviços públicos: viabiliza a identificação de áreas mais carentes desses serviços e melhores locais a serem implantados; (iv) sistema de monitoramento: propicia o acompanhamento constante de informações ambientais e o gerenciamento do sistema de transporte, através de um conjunto de indicadores geolocalizados; (v) comunicação com o cidadão: oportuniza o incremento da participação da comunidade nas ações públicas.

Em termos gerais, o planejamento pode ser caracterizado como atividades que envolvem a determinação e o ordenamento de inúmeras ações que visem obter determinados objetivos, o acompanhamento de intervenções propostas, a introdução das modificações necessárias e a avaliação dos resultados obtidos (FERREIRA,1992). O uso do SIG favorece uma diversidade de possibilidades que vem sendo estudadas.

Alguns autores descrevem a evolução do emprego do SIG como técnica de apoio ao planejamento e sua inserção como ferramenta de participação das comunidades nas decisões públicas. Klosterman, (1997); Malczewski (2004); Foth *et al.* (2009); Bugs (2014) afirmam que o desenvolvimento das tecnologias das ciências espaciais e a discussão por novas perspectivas para a administração das cidades, contribuíram com o crescimento do uso do SIG no planejamento. Na Tabela 1 são apresentados resumidamente a evolução da aplicação do SIG no planejamento.

Tabela 1 - Evolução da Aplicação do SIG no Planejamento

Período	Abordagem	Tecnologia	Forma de Aplicação
1950-1970	Planejamento científico	Início do desenvolvimento e aplicação dos softwares SIG.	Processo lógico uso exclusivo por especialistas.
1980	Planejamento político	Integração do SIG ao planejamento e desenvolvimento de tecnologias como o GPS e Sensoriamento Remoto.	Tecnologia usada para reforçar a estrutura política existente.
1990	Planejamento Participativo	Tecnologia SIG com o apoio da Web e desenvolvimento do WebSIG e PPSIG.	Possibilidade de integração social e deliberação popular.
2000 a dias atuais	Planejamento eletrônico	Proliferação das geotecnologias colaborativas entre elas VGI, Neogeography e Google Earth.	Colaboração dos cidadãos como sensores que incluem conhecimento local.

Fonte: Adaptada Malczewski (2004); Foth et al. (2009) e Bugs (2014).

Os avanços tecnológicos entre os anos de 1950 a 1970 permitiram o desenvolvimento dos primeiros sistemas de armazenamento, manipulação e visualizações de dados geográficos (MALCZEWSKI, 2004). Entretanto, os sistemas eram excessivamente caros e difíceis de serem operados, com necessidade de mão de obra especializada. Apenas grandes organizações governamentais ou centros universitários tinham acesso a esta tecnologia para o mapeamento (ROSA, 2009 e FOTH *et al.*, 2009).

Malczewski (2004) destaca que o acelerado desenvolvimento computacional ocorrido nas décadas de 80 possibilitou ao SIG tornasse uma tecnologia mais viável. As principais finalidades do sistema para os planejadores na época era a modelagem cartográfica e a análise de decisão multicritérios (MCDA), visando auxiliar a formulação de políticas públicas e reestruturação das existentes.

Posteriormente, nos anos 90, enfatizou-se fortemente a necessidade da participação do público no processo de tomada de decisão e no planejamento das

idades. Os SIG foram vistos como uma das tecnologias da informação facilitadoras deste processo, da qual foi beneficiada com o advento da *internet*. Os WebSIG e o PPSIG são exemplos dos sistemas geográficos de tomada de decisão participativos (MALCZEWSKI, 2004 e FOTH *et al.*, 2009).

No século XXI, houve a proliferação das geotecnologias colaborativas, graças em grande parte, ao estabelecimento da Web 2.0. O novo paradigma permitiu a aplicação por não especialistas das tecnologias capazes de criar mapas e de proporcionar uma variedade de atividades de geração de informações geográficas, nas quais o cidadão contribui com seu conhecimento local (SIEBER, 2006).

Com as Tecnologias da Geoinformação colaborativas, o cidadão tem acesso a dados geoespacializados e não geoespacializados de diferentes fontes e formas, como exemplo, mapas, imagens e textos. Estes sistemas permitem ao usuário uma infinidade de funções como acessos a serviços *delivery*, assim como, deliberar a respeito de temas propostos com base em decisões ou serviços prestados pelo governo (ZHANG, 2019).

Para implementação das recentes funções dos sistemas de informações participativos ou colaborativos no planejamento urbano é preciso que os governos definam estratégias para garantir o envolvimento dos usuários. Deve-se considerar as especificidades do grupo de pessoas envolvidas, fatores como: idade, formação e ocupação, são informações importantes para definir o perfil que deve ser atingido e orientar as aplicações que incluam o público ou uma parcela dele. Uma vez definido o público-alvo, os melhores canais para anunciar e promover a participação dos cidadãos devem ser identificados (BROVELI, MINGHINI E ZAMBONI, 2016).

2.4 PARTICIPAÇÃO PÚBLICA EM SIG (PPSIG)

As primeiras discussões a respeito do conceito da Participação Pública em SIG (PPSIG) surgiram a partir da década de 90, em reuniões do *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA). Os eventos tinham como finalidades discussões relacionadas a aplicação do SIG de forma mais abrangente na sociedade (NCGIA, 1996).

A definição de PPSIG confunde-se com outras tecnologias geoespaciais que abordam o envolvimento público, entre elas estão o PSIG (Sistema de Informações

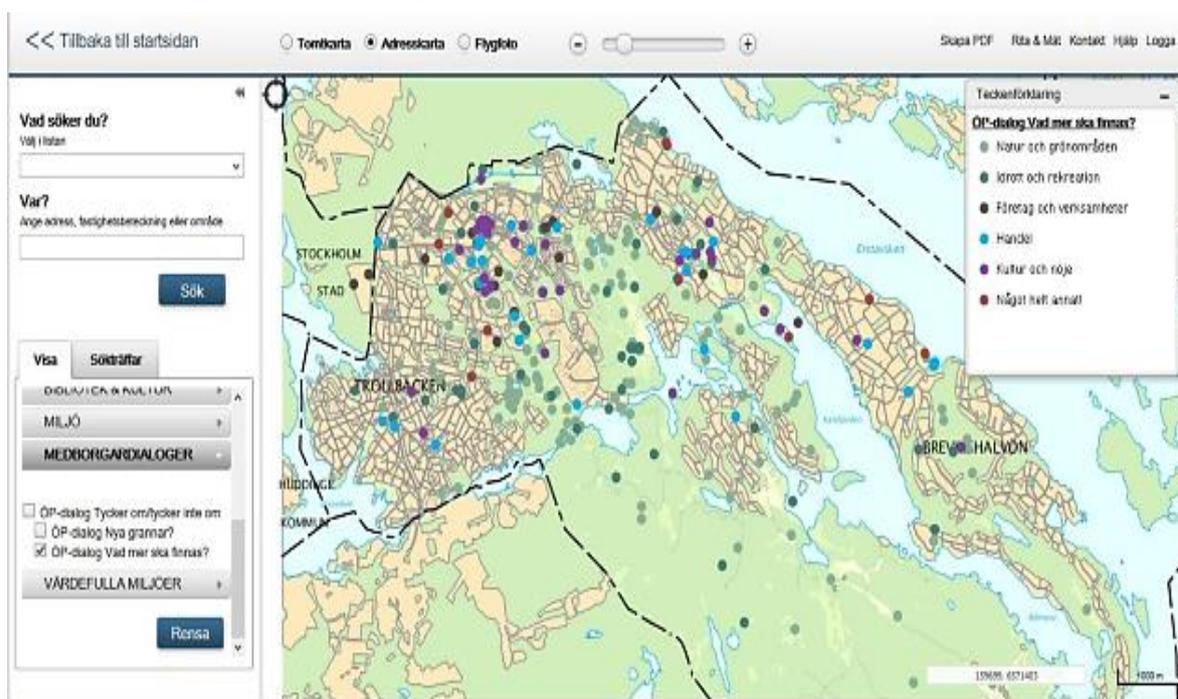
Participativa) e o VGI (Informações Geográficas Voluntárias). A distinção entre as ferramentas é realizada através de aspectos como finalidade e tecnologia de mapeamento predominante. O PSIG é utilizado para capacitação e identificação do território de comunidades tradicionais, tem como recursos mapas analógicos, nos quais a população realiza o reconhecimento geográfico da área onde vivem (BROWN e KYTTÄ, 2014). Por outro lado, o VGI é predominantemente destinado ao aumento da quantidade de dados espaciais fornecidos por cidadãos de forma voluntária, com finalidades distintas, como a localização de restaurantes em uma determinada cidade ou destinos turísticos (MCCLELLAND, 2017).

O PPSIG é definido por Brown e Kytã (2014), como uma forma participativa de mapeamento interativo, no qual a população é envolvida e fornece informações ao planejamento ambiental e urbano. A ideia é usar a participação da comunidade na elaboração de políticas públicas a partir do conhecimento dos moradores (SIEBER, 2006). A colaboração do cidadão permite que planejadores ou agentes públicos se relacionem com a população identificando e avaliando as demandas de maior relevância de uma determinada região.

A implementação de mapas interativos e a facilidade de gerar conteúdo *online*, permitiram uma abordagem mais direcional, com base nos conteúdos gerados por diferentes usuários (BUGS, 2014). Nos últimos anos, diversas aplicações de PPSIG vem sendo desenvolvidas, em várias partes do mundo. Dois exemplos do uso da tecnologia são o GeoPanelen e o Protótipo Canela PPGIS.

O GeoPanelen tem como base o SoftGIS, que é uma ferramenta de coleta da percepção do participante. O aplicativo foi desenvolvido através da SKL (Associação Sueca de autoridades locais e regionais) e passou por uma variedade de testes nos contextos de planejamento local. Consiste de mapas interativos baseados na Web, combinados com questionários de texto e com o armazenamento realizado através de nuvem de dados. No sistema os participantes são convidados a opinar ou propor alternativas a respeito de um determinado tema apontado pelo poder público (BABELON, 2015). Na Figura 2 é apresentada a interface do aplicativo GeoPanelen.

Figura 2 - Interface do Aplicativo GeoPanelen



Fonte: Babelon (2015).

O aplicativo Canela PPGIS é um protótipo que utiliza a tecnologia Web 2.0 como plano de fundo das suas aplicações. A ferramenta consiste em um serviço de mapeamento Web, onde os usuários podem comentar e explorar dados. O sistema armazena as informações fornecidas pelos participantes em um banco de dados, que podem ser consultados por técnicos e planejadores. As informações subsidiam análises espaciais que contribuirão na determinação de padrões ou tendências de acordo com o ponto de vista da comunidade (BUGS et al.,2010).

O Protótipo Canela, tecnicamente, é formado por diversos serviços Web Browser (Map viewer, HTML), Apache Web Server, Web Services (Business logic) e usa como linguagem de programação o JavaScript. O sistema de gerenciamento de banco de dados utilizado no aplicativo Canela é o MySQL, que permite armazenar e fornecer bases para camadas geoespaciais e marcadores do usuário (BUGS et al.,2010). Na Figura 3 é apresentada a interface do Canela PPGIS.

Figura 3 - Interface do Protótipo Canela

Portal de Participação Pública: opine, participe, deixe o seu comentário!



Fonte: Bugs; Gonçalves; Isolan (2006).

3 MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS

O modelo de dado pode ser definido como uma coleção de conceitos que podem ser utilizados para estabelecer as estruturas e operações de um banco de dados (ELMASRI e NAVATHE, 2011) e tem por função sistematizar o entendimento. O desenvolvimento do estudo dos fenômenos do mundo real faz com que possam ser representados de forma adequada às finalidades do sistema (QUEIROZ e FERREIRA, 2006).

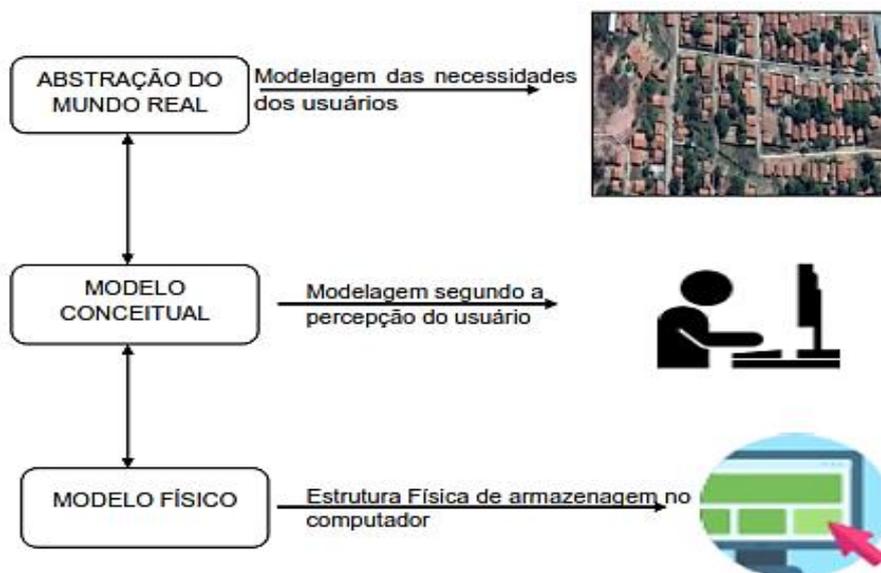
A atividade de relacionar e particionar o espaço geográfico para que possa ser simulado é uma atividade complexa. Na modelagem de dados são envolvidos diversos fatores como (BORGES, DAVIS JR e LAENDER,2005):

- Transcrição da informação geográfica em unidades lógicas de dados: consiste na representação da informação geográfica na linguagem dos computadores, realizada através de conceitos geométricos que dependem para ser implementado da formalização desses dados através de processos e operações apropriadas;
- Forma como as pessoas percebem o espaço: depende do observador, da determinação das suas necessidades e experiências, uma mesma informação geográfica pode ser percebida de diversas formas;
- Natureza diversificada dos dados geográficos: além de poderem ter geometria, localização espacial, informações e características temporais diferentes, os dados geográficos ainda podem ser adquiridos de fontes distintas;
- Existência das relações espaciais: são relações topológicas, métricas, de ordem, e Fuzzy, existentes entre objetos modeláveis que representam o mundo real.

No processo de modelagem é realizada a abstração da realidade, que pode gerar uma infinidade de soluções como resposta. Quando realizada de forma coerente, proporciona acesso, utilização e manipulação de dados de diferentes fontes, assim como, a expansão e a integração do banco de dados para aplicações distintas, mas representando a mesma realidade (COUTO et al., 2017).

Sá (2001) esclarece que a Modelagem de Dados Espaciais é realizada considerando três etapas: abstração do mundo real, modelo conceitual, modelo físico. A Figura 4 exemplifica cada uma dessas etapas.

Figura 4 - Estrutura de Modelagem de Dados



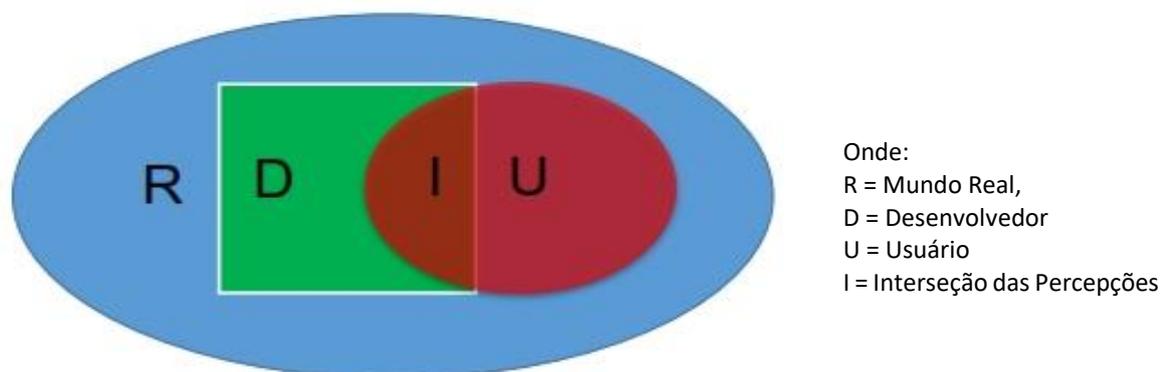
Fonte: A autora (2020).

3.1 ABSTRAÇÃO DO MUNDO REAL

A abstração do mundo real é o estudo do comportamento da aplicação (SÁ, 2001). A etapa é fundamental para a qualidade e o sucesso da implementação do SIG, depende diretamente da transposição de entidades do mundo real e suas interações com um banco de dados informatizado (BORGES, 1997).

O processo de abstração é uma fase complexa da modelagem de dados, pois envolve tentativas do modelador de capturar o máximo possível a percepção do usuário de suas necessidades. Sá (2001) exemplifica as diferenças entre as percepções do desenvolvedor e do usuário, bem como, ilustra que a qualidade do produto vai depender da interseção entre estas duas concepções, conforme Figura 5.

Figura 5 - Diagrama das Percepções do Mundo Real



Fonte: Adaptada SÁ (2001).

3.2 MODELO CONCEITUAL

O modelo conceitual é um conjunto de técnicas que fornecem uma base formal para os SIG, por intermédio do resultado da abstração é possível identificar os conteúdos dos dados, além de estruturar regras aplicáveis. A modelagem conceitual tem como resultado diagramas conceituais, apresentado por uma linguagem formal de descrição, que pode ser expressa através de uma sintaxe ou de uma notação gráfica (LISBOA FILHO e IOCHPE, 1999). A modelagem conceitual quando proposta em aplicações geográficas suas formas de representações dos objetos espaciais devem ser definidas para uma adequada interação dos relacionamentos entre esses objetos (BORGES, 2002).

Borges (2002) define critérios necessários para um modelo de dados voltados para aplicações geográficas como:

- fornecer um alto nível de abstração;
- representar e diferenciar dados geográficos, como ponto, linha, área, imagem, dentre outros;
- representar as relações espaciais e suas propriedades;
- ser capaz de especificar regras de integridade espacial;
- ser independente de implementação;
- suportar classes georreferenciadas e convencionais e suas relações;
- ser de fácil visualização e compreensão;
- representar as múltiplas visões de uma mesma entidade geográfica;
- ser capaz de expressar versões e series temporais.

Diferentes técnicas podem ser usadas para a elaboração do modelo conceitual na modelagem orientada a objetos. Na pesquisa ficou definido o OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*), como modelo, pois é o utilizado pelo CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) para a definição dos parâmetros de modelagem da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE.

3.2.1 Modelo OMT-G

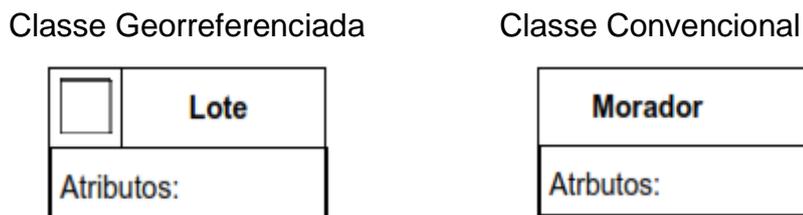
De acordo com Borges e Davis (2004), o OMT- G é um modelo de dados que foi constituído a partir das primitivas definidas para o diagrama de classes UML (*Unified Modeling Language*), introduzindo premissas geográficas. Permite maior capacidade de representação semântica do espaço, além de proporcionar uma aproximação entre o modelo mental a ser modelado e o modelo que deverá ser usualmente representado (BORGES, 1997).

Segundo Borges et al. (2005), o modelo OMT- G proporciona suporte às estruturas topológicas, estruturas de rede, múltiplas representações de objetos e relacionamentos espaciais, tendo como principais características a sua expressividade gráfica e a sua capacidade de codificação.

O OMT- G é baseado em três conceitos: classes, relacionamentos e restrições de integridade espacial. As classes e os relacionamentos são definidores das premissas básicas para a criação de esquemas estáticos de restrições. A restrição de integridade espacial, consiste na identificação de condições que devem ser garantidas para a manutenção da integridade do banco de dados (BORGE; DAVIS JUNIOR e LAENDER, 2005).

As classes no modelo OMT-G são de dois tipos: as georreferenciadas, que representam um conjunto de objetos que podem ser geolocalizados; e as convencionais, que são as que possuem relações com objetos geoespacializados, mas não detém propriedade geométrica (BORGES e DAVIS, 2004). As notações das classes georreferenciadas, distinguem-se da convencional por apresentar uma simbologia com um retângulo no canto superior esquerdo de cada classe, determinando o tipo de geometria a ser representada. Os lotes são exemplos da classe georreferenciada e os moradores dos lotes da classe convencional, como apresentados na Figura 6.

Figura 6 - Definição das classes

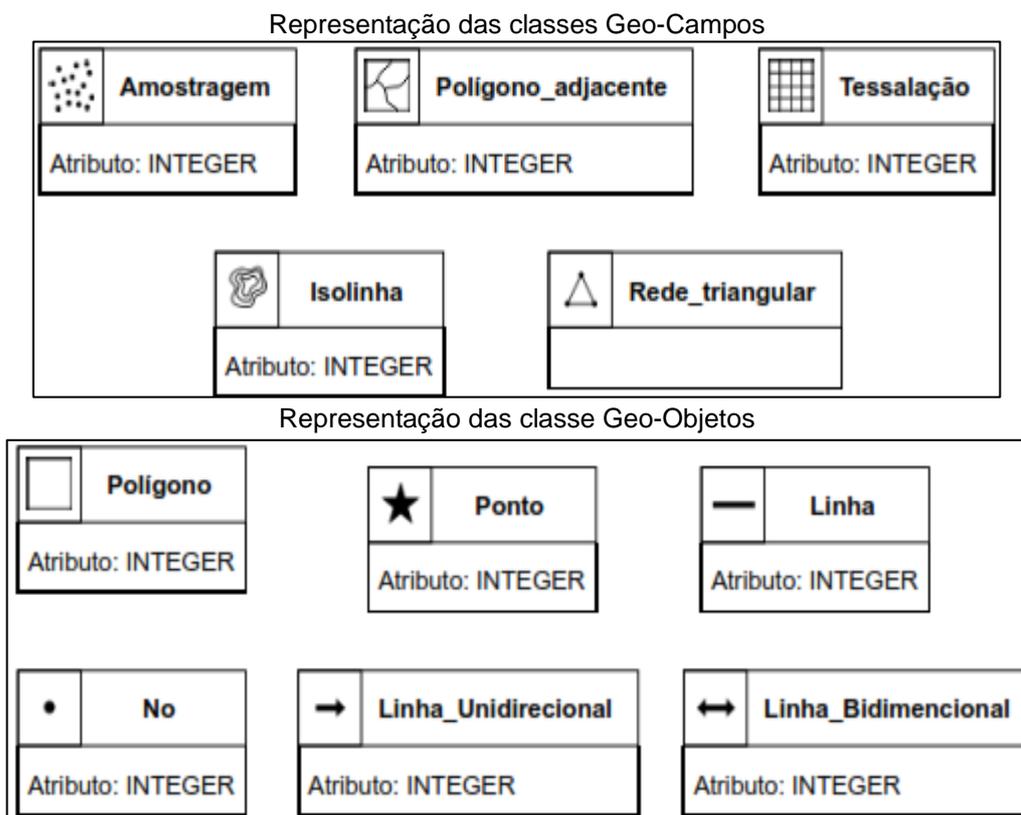


Fonte: A autora (2020).

As Classes Georreferenciadas, podem ser especializadas em classes do tipo Geo-Campo e Geo-Objeto. Os Geo-Campos são utilizados quando é necessário a representação de forma contínua de um objeto distribuído no espaço, um exemplo são as curvas de nível. Os Geo-Objetos, são aqueles que possuem representação geométrica de forma individualizada no espaço, os lotes de uma quadra são exemplos. (BORGES, 2002).

No Modelo OMT-G as classes Geo-Campos são apresentadas de cinco formas distintas: isolinhas, rede triangular, amostragem, polígonos adjacentes, tesselação. Para as classes Geo-Objetos as representações podem ser do tipo ponto, linha, polígono, nó, linha unidirecional e linha bidimensional (CORREIA e DAVIS JR., 2008). Na Figura 7 são identificadas as categorias de Geo-Campos e Geo-Objetos.

Figura 7 - Espacialização das Classes Georreferenciadas

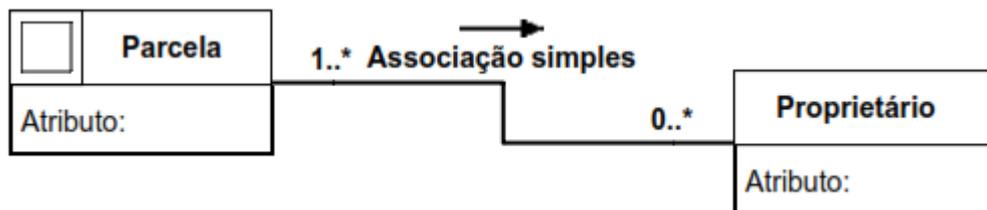


Fonte Adaptada: Correia e Davis Jr. (2008)

As relações existentes entre as classes para a compreensão do espaço modelado podem ser realizadas no modelo OMT-G, através das Associações Simples e dos Relacionamentos Espaciais. Estes asseguram a definição das interações que ocorrem entre as classes. Os Relacionamentos são caracterizados por suas cardinalidades, que permitem determinar o número de instâncias que podem ser associadas a classes distintas (BORGE; DAVIS JUNIOR e LAENDER, 2005).

Associação Simples: são relacionamentos estruturais que ocorrem entre classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas. A representações são linhas contínuas que interligam classes de objetos, e o sentido da associação é realizada através de setas que indicam a direção, conforme Figura 8.

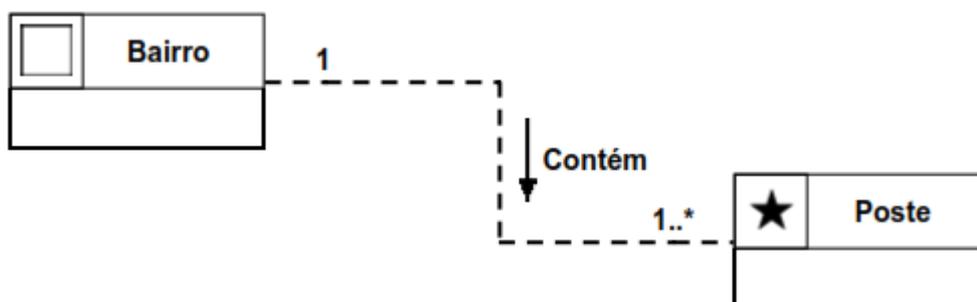
Figura 8 - Associação Simples



Fonte Adaptada: Borges (2002).

Relacionamentos Espaciais: são aqueles que representam relações topológicas, métricas, de ordem e Fuzzy. No modelo OMT-G, os relacionamentos espaciais têm como representações linhas pontilhadas, na qual, o nome da relação é anotado, na seta com a direção do relacionamento, conforme Figura 9.

Figura 9 - Relacionamento Espacial



Fonte Adaptada: Borges (2002)

O OMT-G considera diversas relações espaciais entre as classes georreferenciadas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Relações Espaciais do modelo OMT-G

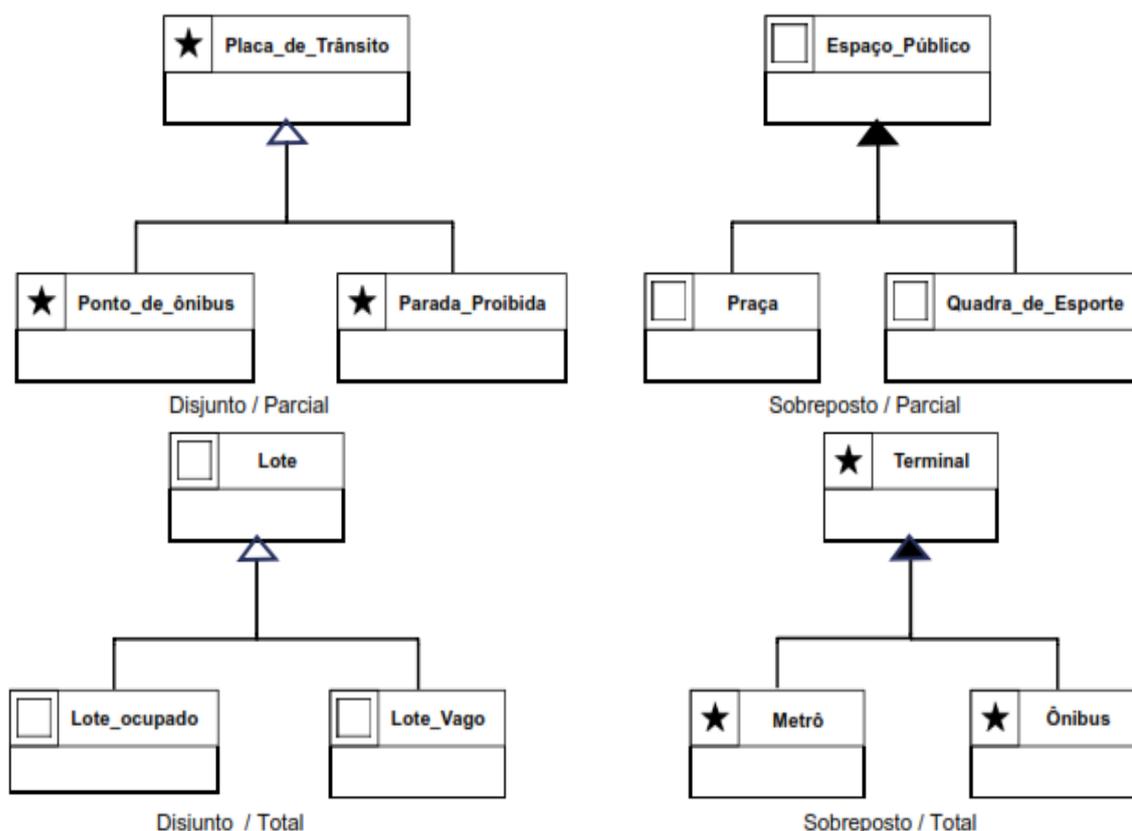
Relações Espaciais	Descrição	Forma
Disjunto	As classes não possuem contato.	
Contém	A geometria da classe contém envolve totalmente a geometria da classe contida.	
Toca	Entre instâncias das classes que se relacionam existem um ponto (x,y) em comum.	
Cruza	Existem apenas um ponto (x,y) comum entre as classes.	
Coincide	Duas classes diferentes que possuem o mesmo tamanho, natureza geométrica e ocupam o mesmo espaço.	
Sobrepõe	Usado quando duas instâncias do tipo polígonos tem uma interseção de suas fronteiras.	
Perto de	É usado no sentido de proximidade. Está associado a uma distância que é determinada quando esta é considerado perto.	
Atravessa	As instâncias de uma determinada classe atravessam as instâncias de uma segunda classe, tendo no mínimo dois pontos em comum.	
Em frente a	Seu uso permite a ênfase de uma classe em detrimento das instâncias de uma outra classe.	

Fonte: Adaptada Borges (2002)

O processo de Generalização é a determinação de classes mais genéricas com características semelhantes a uma classe específica. O processo inverso ocorre na Espacialização, neste caso as classes genéricas possuem detalhes mais específicos, atribuído a esta classe novas propriedades e atributos (QUEROZ e FERREIRA, 2006). De acordo com Borges (1997), a generalização pode ser total ou parcial, sendo considerada total quando a união de todas as instâncias das classes é equivalente ao conjunto de instâncias da superclasse e parcial na possibilidade de inclusão de novas subclasses.

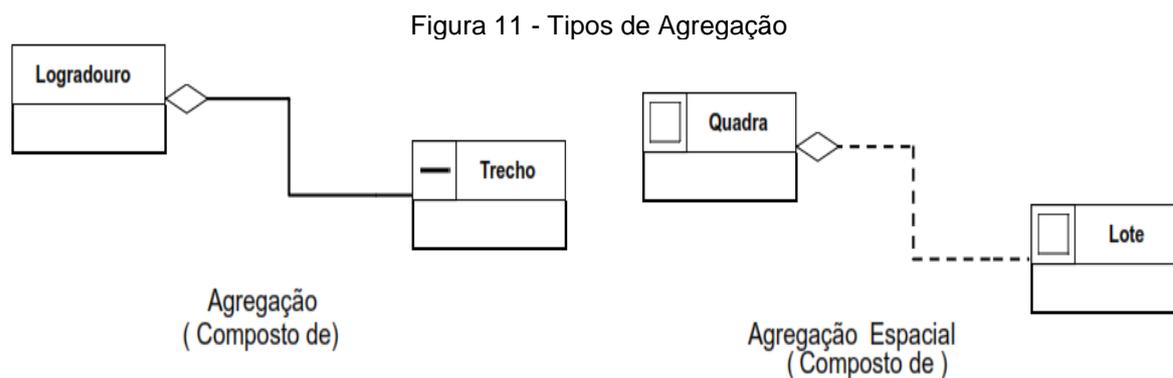
A Generalização e a Especialização são aplicadas em classes georreferenciadas e convencionais, e tem como notação do diagrama de classe um triângulo que interliga uma classe às suas subclasses. As restrições predefinidas como disjuntas e sobrepostas são representadas com um triângulo em branco quando disjuntas ou preenchido para sobreposta (BORGES, 2002). Como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 - Generalização/Especialização



Fonte: Adaptada Borges (1997)

A Agregação é considerada uma associação especial, na qual, as classes são formadas a partir de outras classes de objetos e podem ocorrer entre classes georreferenciadas e convencionais (BORGES, 2002). Na agregação espacial as geometrias das partes devem estar contidas na geometria do todo e não é permitido a superposição entre geometrias (QUEROZ e FERREIRA, 2006). A forma de representação da agregação é apresentada na Figura 11.



Fonte: Adaptada de Queiroz e Ferreira (2006).

3.3 MODELO FÍSICO

O Modelo Físico é o nível de implementação. Neste são definidos padrões, formas de armazenamento, estrutura de dados e funções gerais para que possa ser executada a implementação do sistema, através dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados - SGBD (BORGES, 2002).

O SGBD é conjunto de *softwares* que permite o gerenciamento, controle e a manipulação de informações em um banco de dados. Araújo et al. (2015) explicam que, o SGBD deve ser capaz de gerenciar as informações que devem ser disponibilizados para cada usuário, como também, diferenciar os níveis de permissões concedidas para modificações dos conjuntos de dados do sistema.

Ferreira et al. (2005), resumem os requisitos mais importantes na implantação de um SGBD no Tabela 2.

Tabela 2 - Principais requisitos para implantação do SGBD

Requisitos	Definições
Facilidade de uso	A modelagem dos dados deve refletir a realidade das aplicações, os dados devem ser acessados de forma simples.
Correção	Os dados que são armazenados devem refletir um estado correto da realidade modelada.
Facilidade de manutenção	As modificações nas formas de armazenamento dos dados devem afetar minimamente as aplicações.
Confiabilidade	As atualizações não devem ser perdidas e nem interferir umas nas outras.
Segurança	O acesso aos dados deve ser controlado de acordo com os direitos definidos para cada usuário.
Desempenho	O tempo de acesso aos dados deve ser compatível com a complexidade da consulta.

Fonte: FERREIRA et al. (2005)

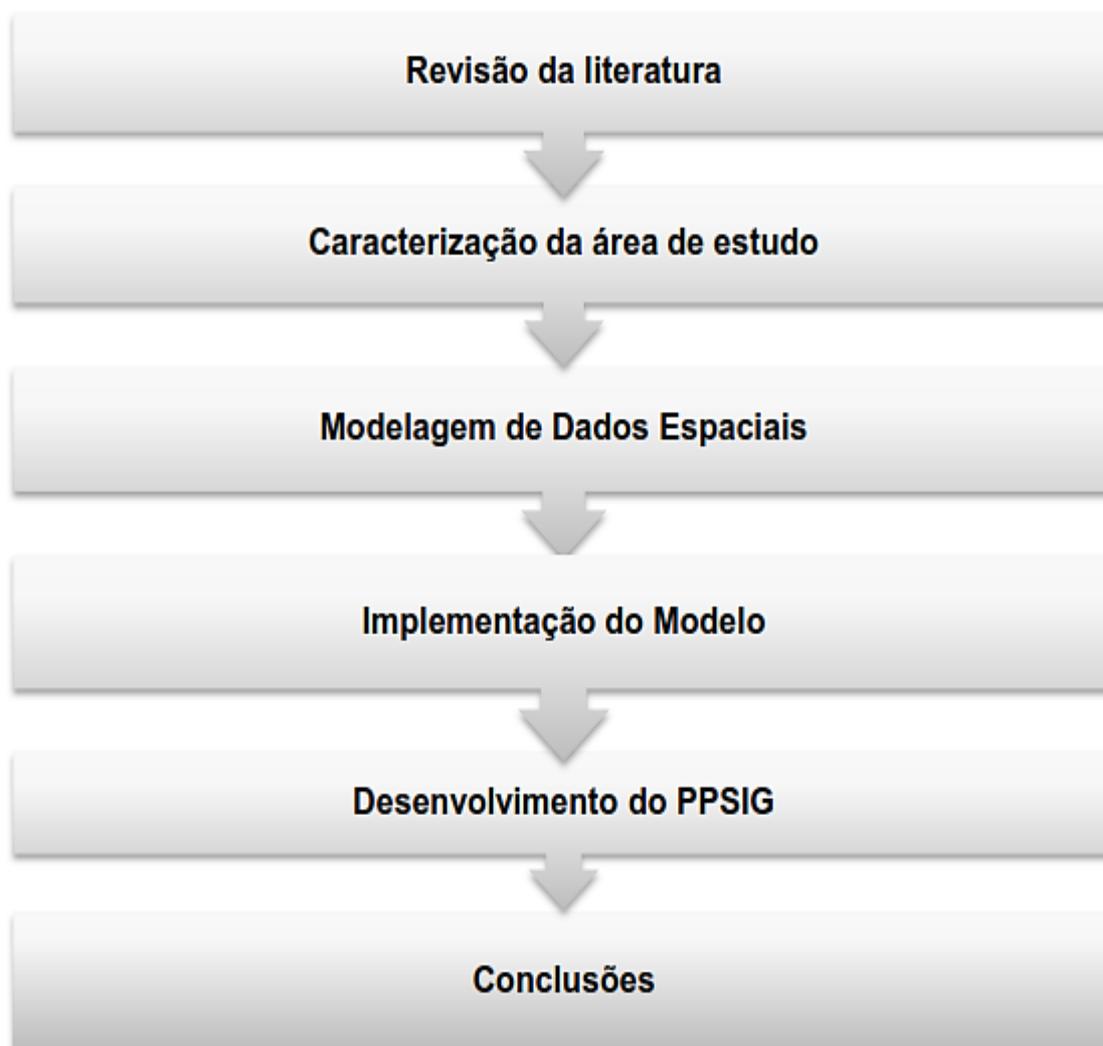
Os SGBDs mais empregados são MySQL, Oracle e PostgreSQL (QUEROIS e FERREIRA 2005). Nesse trabalho o PostgreSQL e sua extensão espacial Postgis são utilizados na implementação do banco de dados. O PostgreSQL é um SGBD de código aberto, desenvolvido inicialmente através do projeto Postgres da Universidade da Califórnia. Após onze anos da sua criação foi introduzido a linguagem SQL ao sistema. Atualmente, possui suporte para grande parte dos padrões SQL, o que permite a implementação de consultas complexas, chaves estrangeiras, *triggers*, *views*, integridade transacional e o controle de versionamento concorrente. O sistema tem como uma das suas principais características a extensibilidade, ou seja, a capacidade de incorporar novos componentes. Esta particularidade possibilitou o desenvolvimento e a inclusão do PostGIS que é uma extensão geográfica mais completa (QUEROIS e FERREIRA 2005; The PostgreSQL Global Development Group, 2019).

O PostGIS oferece ao PostgreSQL, estrutura para trabalhos com objetos espaciais e com os seguintes tipos de geometria: ponto, linha, polígono, multipontos, multilinhas, multipolígonos e coleção de geometrias. A extensão permite a realização de consultas espaciais em SQL e viabiliza uma infinidade de funcionalidades do SIG, compreendendo o suporte a padrões abertos, construções topológicas avançadas, ferramentas *desktop* com interface gráfica e de acesso Web (POSTGIS, 2019).

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos propostos, a pesquisa foi elaborada seguindo etapas descritas no fluxograma apresentado na Figura 12 abaixo:

Figura 12 - Fluxograma da Metodologia de Pesquisa



Fonte: A autora (2020)

4.1 REVISÃO DA LITERATURA

A etapa inicial da pesquisa foi a revisão da literatura, no qual buscou o entendimento das formas, tipos, técnicas e das contribuições da participação popular para o planejamento e implantação dos projetos de regularização fundiária em áreas de interesse social. Bem como compreender as possibilidades de aplicação das

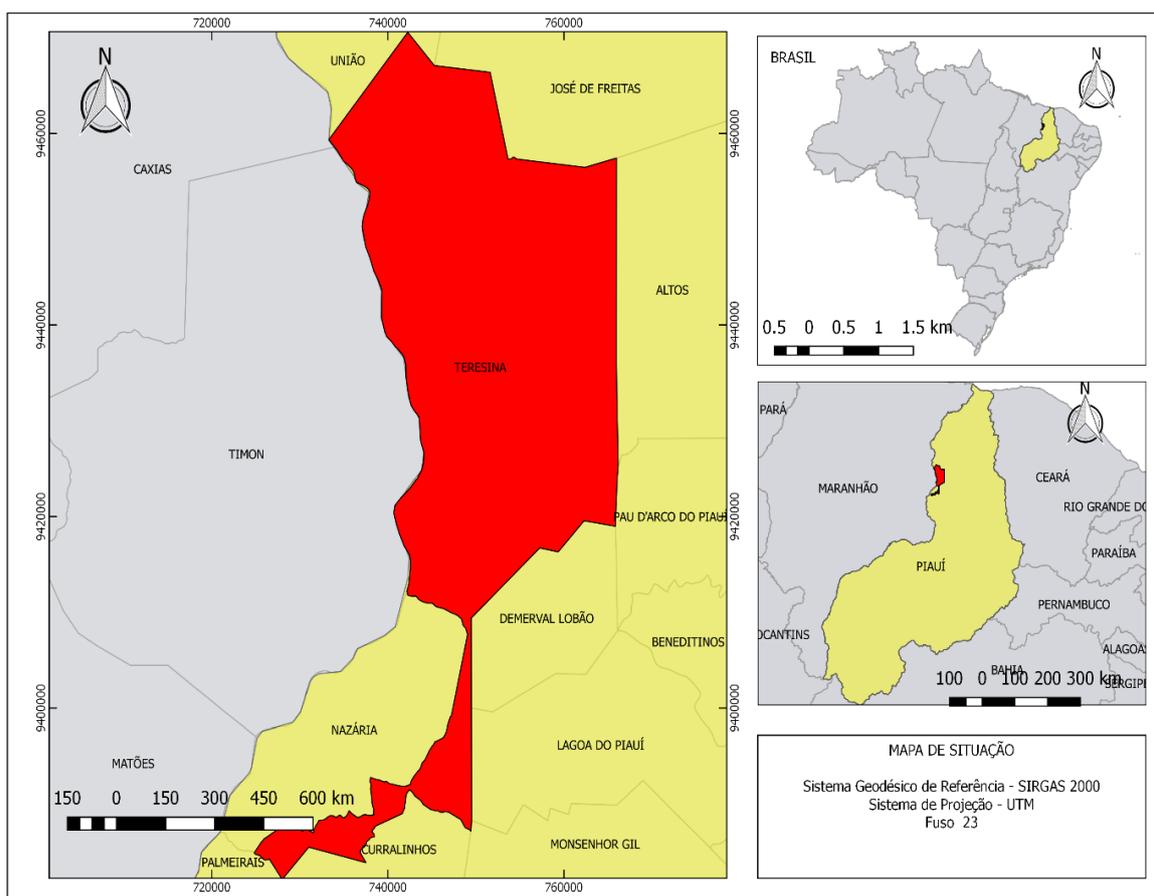
geotecnologias, em especial a Modelagem de Dados Espaciais e a PPSIG como incremento e desenvolvimento desta participação.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a cidade de Teresina, capital do estado do Piauí. O município está localizado na mesorregião do centro-norte piauiense (SEMPPLAN, 2015). Possui um território de 1.391,981 km², com população estimada em 814.230 habitantes e densidade demográfica de 584,94ha/km² (CENSO,2010).

Teresina foi a primeira capital planejada no Brasil. Entretanto, mesmo sendo constituída a partir de um histórico de planejamento, a cidade convive com diferentes problemas no seu espaço urbano, entre eles os núcleos informais consolidados que atualmente são 111 áreas, entre elas a Vila da Paz (Teresina,2018). A localização da cidade de Teresina pode ser observada na Figura 13.

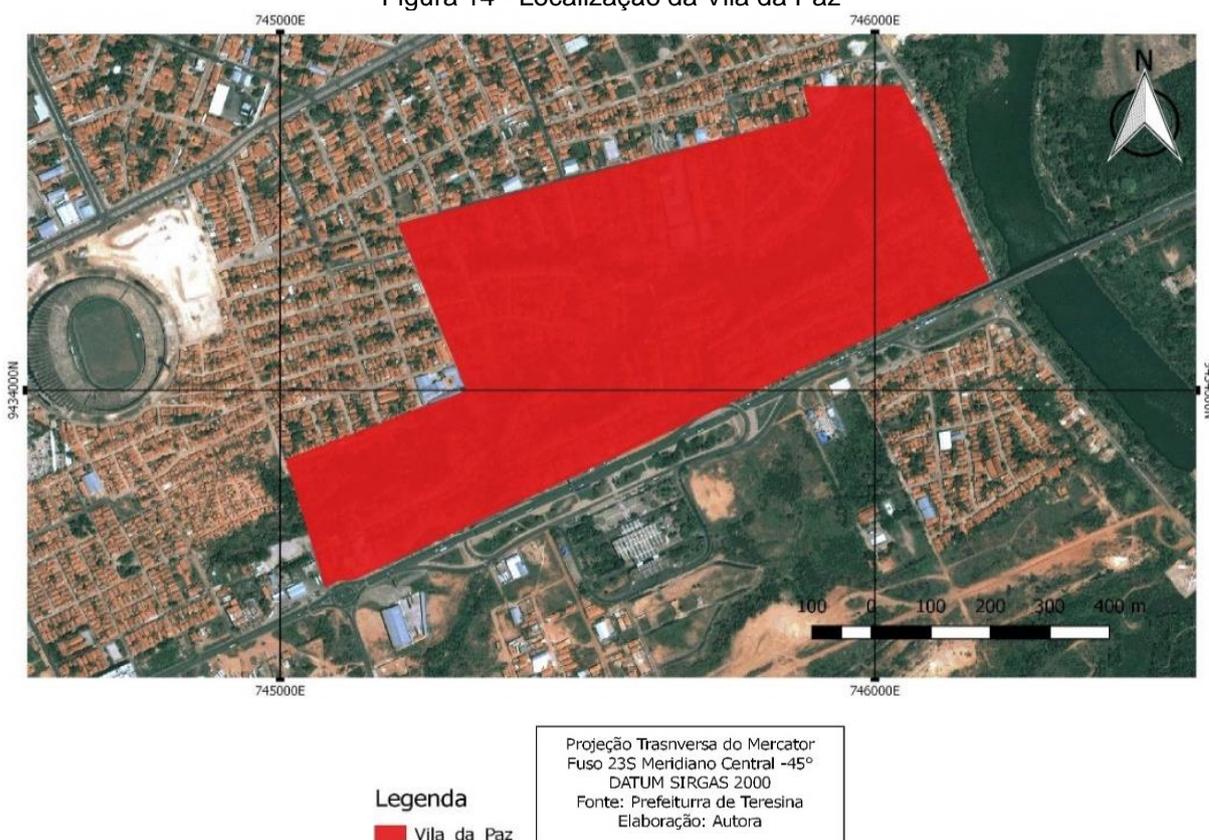
Figura 13 - Mapa de Localização da Cidade de Teresina



Fonte: Autora (2020).

Para a aplicação da Modelagem de Dados Espaciais foi delimitado a Vila da Paz localizado na cidade de Teresina, capital do Piauí, como área de pesquisa. A ocupação da região ocorreu no ano 1986, por aproximadamente 300 famílias sem teto, que viram naquela área a oportunidade de possuírem uma moradia (TERESINA,2015). De acordo com o último Censo de 2010, população da Vila é de 6.460 habitantes e possui um total de 1.612 domicílios. A delimitação da área de estudo é apresentada na Figura 14.

Figura 14 - Localização da Vila da Paz



Fonte: A autora (2020).

No ano de 2013, através de recursos do Programa PAC II – PPI, iniciou-se a execução do Projeto de Urbanização da região da Vila da Paz. A intervenção abrange além da área de estudo os bairros Três Andares e Loteamento Costa Rica. O projeto visa beneficiar cerca de 5000 famílias que residem na área. O projeto inclui a readequação urbana, regularização fundiária, complemento de serviços de água, esgoto e o reassentamento de 626 famílias que vivem em zonas de risco dentro da Vila da Paz (TERESINA,2015). A ZEIS foi definida pelo Poder Público como

instrumento urbanístico para região, para proteger os moradores, que serão contemplados com o empreendimento, da especulação imobiliária (TERESINA,2016).

4.3 MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS

A Modelagem de Dados Espaciais foi realizada visando apoiar a participação popular nos processos de implantação de ZEIS. Nesta fase foram identificados, com base no conhecimento do problema, as classes, atributos e restrições que compõem a modelagem. O modelo utilizado foi o OMT-G e as etapas que compuseram o processo de modelagem foram: Abstração do Mundo Real, Modelo Conceitual e Modelo Físico.

4.3.1 Abstração do Mundo Real

Na fase de Abstração do Mundo Real foram identificados elementos que compõem o processo de implantação da ZEIS em Teresina. Esta etapa foi fundamental para o entendimento cognitivo do problema da pesquisa, sendo a base para elaboração do Modelo Conceitual.

A identificação dos elementos que constituem o processo de criação das ZEIS foi realizada tendo como referências informações que constam, nas legislações específicas federais e municipais. Também, foram consideradas orientações dos manuais do Ministério das Cidades, e também as demandas observadas e enumeradas por técnicos da prefeitura de Teresina. No Quadro 2 encontram-se os principais critérios e restrições para instituir uma ZEIS, em Teresina.

Quadro 2 - Análises dos critérios X restrições para modelagem

Categorias	Critérios				
Infraestrutura mínima	Segundo a Lei Federal nº 6.766/1979 a infraestrutura mínima em áreas de interesse social são: <ul style="list-style-type: none"> • vias de circulação; • escoamento de águas pluviais; • rede para abastecimento de água potável; • solução para esgotamento sanitário e para energia elétrica domiciliar. 				
Lotes	De acordo com a Lei nº 3.690/2007; Lei nº 3.790/2008; Lei nº 5.296/2008; Lei nº 4.305/2012; Lei nº 4.306/2012 e Lei nº 4.307/2012 que criam as ZEIS da cidade de Teresina os lotes devem possuir as características listadas abaixo. <ul style="list-style-type: none"> • área mínima de 160m²; • recuo de frente e fundo mínimo 2m; • taxa de ocupação 60%; • índice de aproveitamento 1; • Permitido a construção de edificações térreas geminadas, desde que não haja abertura de vão, nem deságuem de águas pluviais para lotes vizinhos; • Quando o recuo lateral não for nulo, a parede correspondente pode ser construída com qualquer recuo igual ou superior a 1,5m. • O remembrados pode ser executado em no máximo 2 lotes. 				
Vias	Lei complementar 3.561/2000, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano de Teresina e dá outras providências define as características das vias de circulação em loteamentos de interesse social.				
Tipos de vias	Estrutural expressa	Estrutural arterial	Coletora Principal	Coletora secundária	Local
Largura mínima (m)	50	36	28	20	11
Caixa carroçável (m)				14	6
Declividade máxima (m)	8	8	12	15	18
Quadras (m)	Dimensão máxima de 250m				
Atividades Permitidas	Segunda a Lei complementar nº 3560 de 2006, que define as diretrizes para uso e ocupação do solo urbano do município de Teresina e dá outras providências as atividades permitidas em ZEIS são: <ul style="list-style-type: none"> • H – Habitacional. • C1 - Comércio de âmbito local Estabelecimentos de venda direta ao consumidor de produtos relacionados ao uso residencial, com área construída máxima de 250m ² . <ul style="list-style-type: none"> • S1- Serviços de âmbito local Estabelecimentos destinados à prestação de serviços diretos à população, adequados aos padrões de uso habitacional, quanto às características de ocupação, acesso, tráfego, serviços urbanos e, também, compatíveis com o uso habitacional, quanto aos níveis de ruído, vibrações e poluição ambiental com área construída máxima de 250m ² .				

	<ul style="list-style-type: none"> • E1- Instituições de âmbito local Espaços, estabelecimentos de iniciativa pública ou privada, destinados à educação, saúde, lazer, cultura, assistência social, culto religioso, comunicação, que tenham ligação direta, funcional ou especial com o uso habitacional; • I1- Indústrias não incômodas Estabelecimentos adequados aos padrões de uso habitacional, quanto às características de ocupação, acesso, tráfego, serviços urbanos, e, também, compatíveis com o uso habitacional, quanto aos níveis de ruído, vibração e poluição ambiental, com área construída máxima de 250 m².
--	--

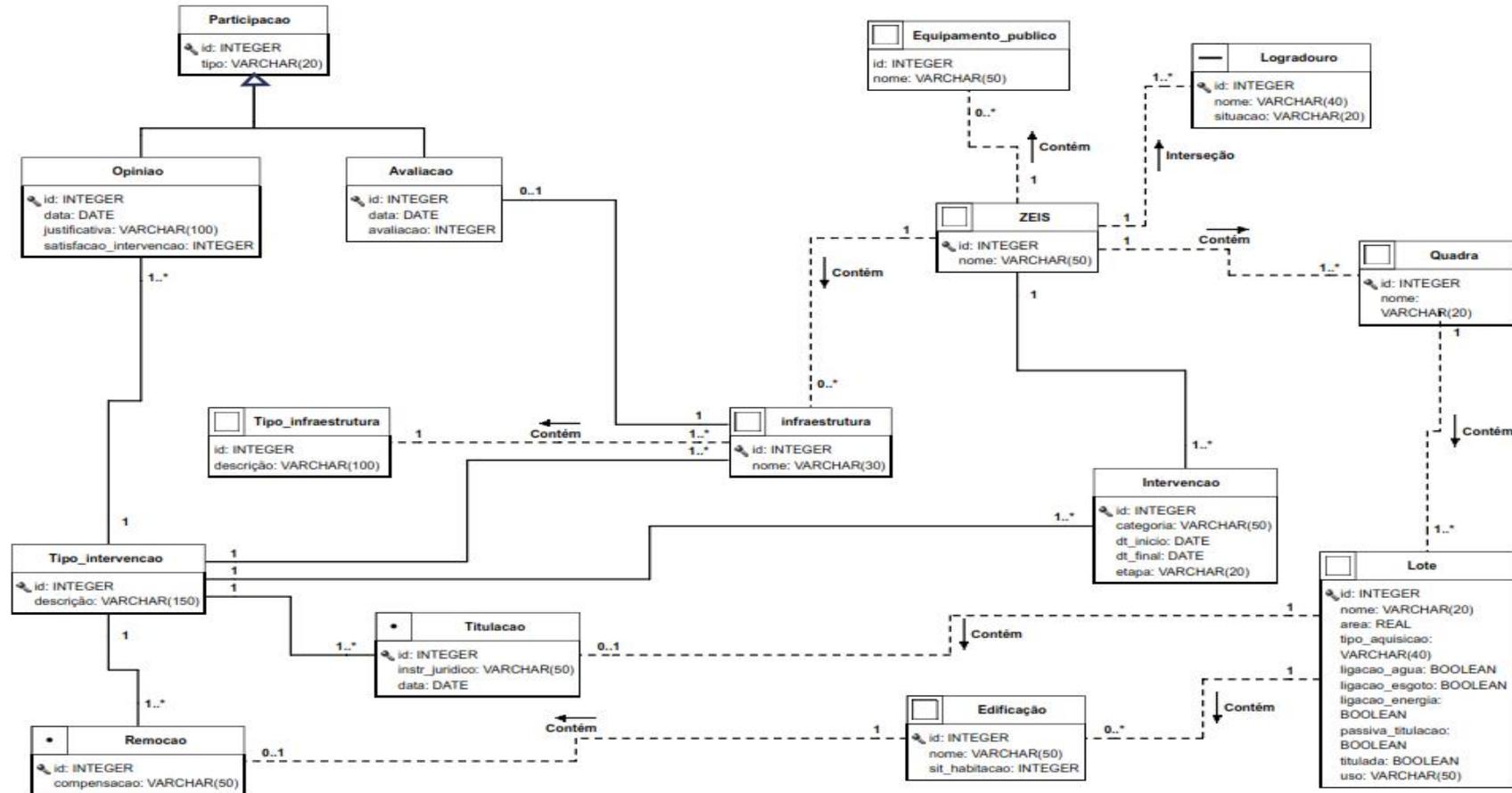
Fonte: Legislação Federal e Municipal da cidade de Teresina (1979, 2000,2007,2008,2012)

4.3.2 Modelagem Conceitual

Para a Modelagem Conceitual os principais elementos identificados para composição das classes foram: ZEIS, quadra, lote, logradouro, edificação e intervenção. Como a modelagem proposta tem como uma das funções a conexão da participação popular nas atividades de implantação da ZEIS, também se considerou as classes convencionais: participante, participação, opinião e avaliação.

Na Figura 15 é apresentada a Modelagem Conceitual com a representação das suas classes, entidades e relacionamentos envolvidos na composição do modelo.

Figura 15 - Diagrama Conceitual da Modelagem de Dados Espaciais para implantação da ZEIS

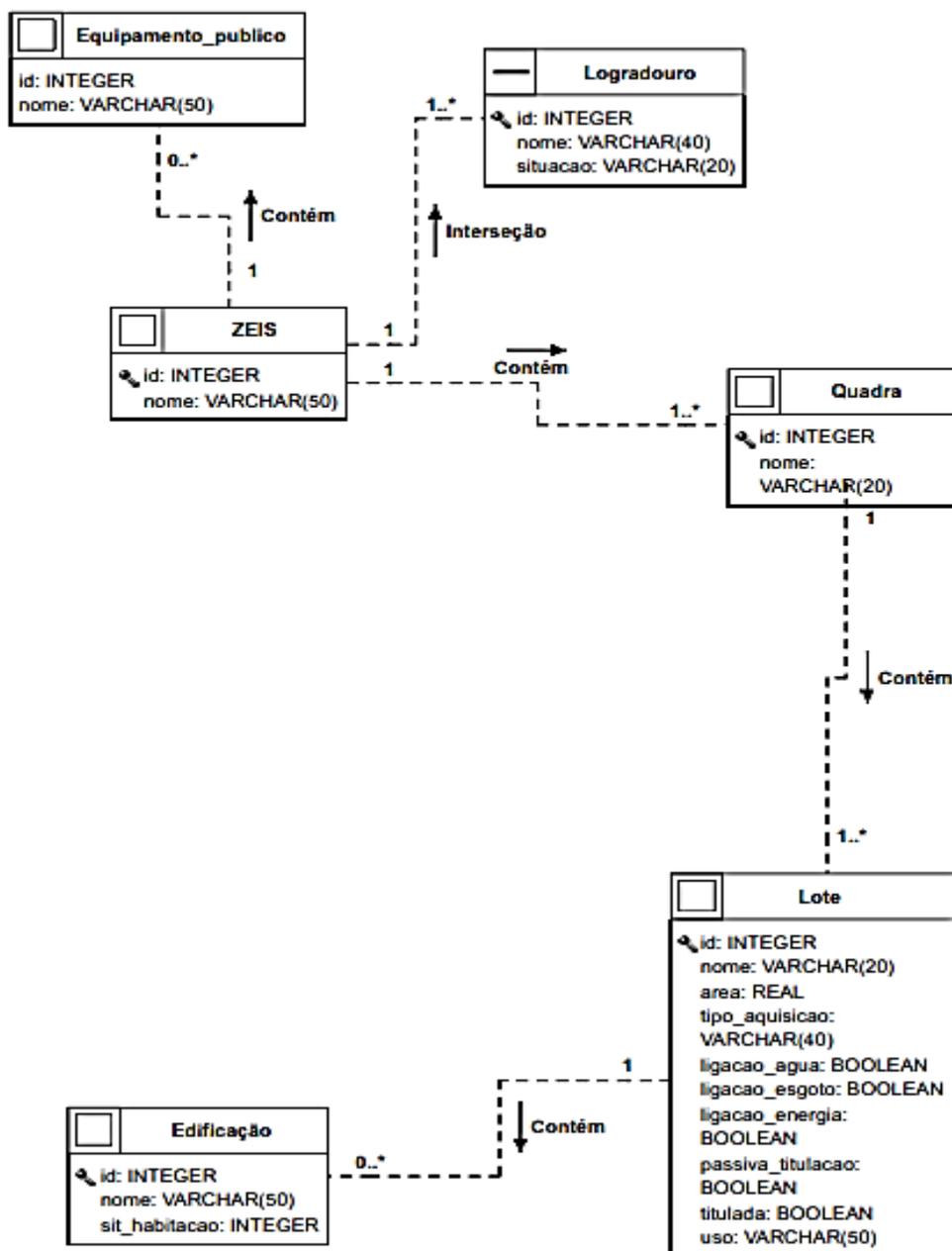


Fonte: A autora (2020).

O Modelo foi estruturado em três níveis de classificação. O primeiro foi referente às informações que constam no banco de dados cadastral da área passível de implantação da ZEIS. No segundo nível encontram-se as intervenções propostas pelos planejadores para região. No terceiro são apresentadas classes que correspondem a *interface* de participação popular do modelo.

No primeiro nível ou Mapa Base foram representados os objetos e as classes que caracterizam o ambiente e os relacionamentos existentes. As classes representadas no Mapa Base são: ZEIS (delimitação da área que receberá a intervenção), quadra, edificação, logradouro e equipamento público. As classes são georreferenciadas, como pode ser observado na Figura 16.

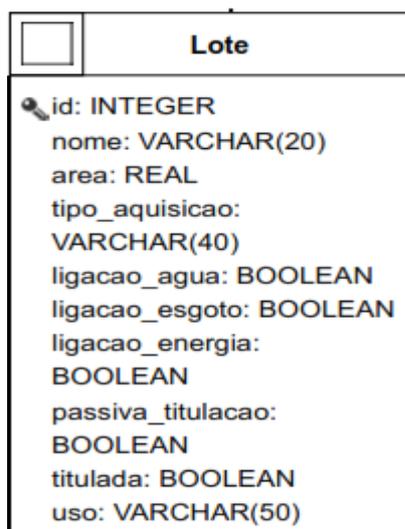
Figura 16 - Primeiro Nível do Diagrama Conceitual (Mapa Base)



Fonte: A autora (2020).

Os atributos incorporados às classes têm a função determinar as características específicas que devem ser consideradas na etapa de coleta de dados para a implementação do modelo. A Figura 17, mostra a classe Lote com seus respectivos atributos.

Figura 17 - Atributos da classe Lote



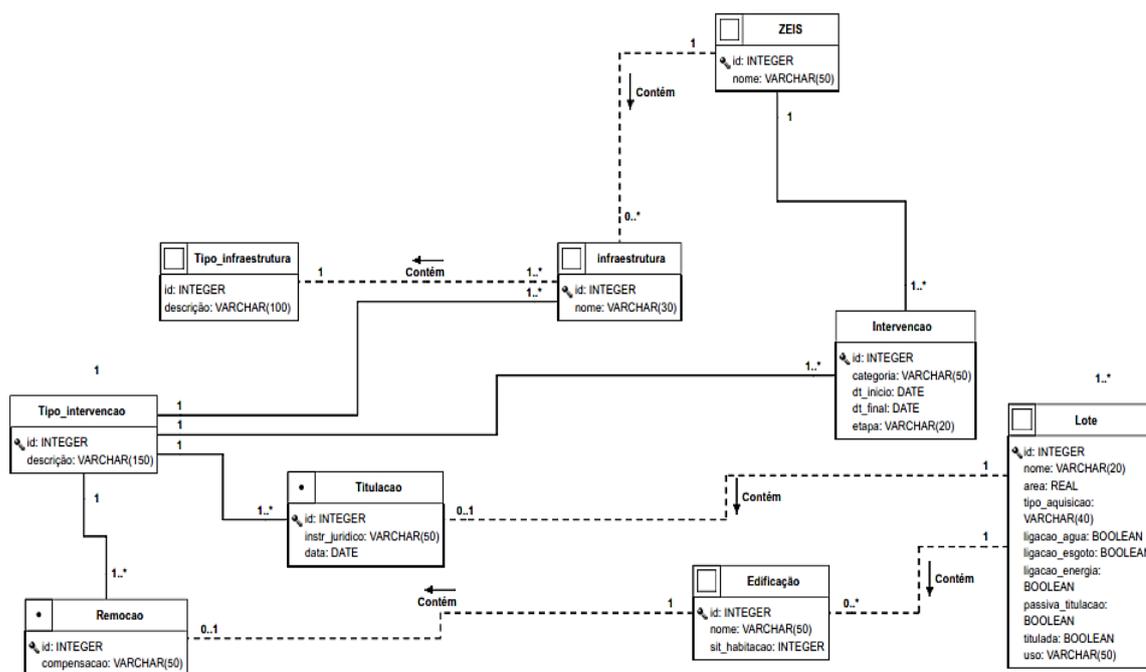
Fonte: Autora (2020)

As classes ZEIS e Quadra possuem a relação espacial do tipo **Contém**, a seta indica a origem da relação na Classe ZEIS. A cardinalidade é apresentada como (1:1*), indicando que uma ZEIS contém mais de uma quadra. A composição demonstra que as geometrias do tipo Quadras devem estar contidas na geometria da ZEIS. A mesma relação acontece entre as classes Quadra e Lote e entre as classes Lote e Habitação, cuja cardinalidade é (1:0*), determinando que uma edificação pode conter de zero a mais habitação.

A **Classe Equipamento Público** contém os equipamentos públicos existentes na área delimitada na **Classe ZEIS**. A classe é retratada por uma representação denominada generalização, os elementos registrados têm distintas formas geométricas. Com referência as classes **ZEIS** e **Logradouro** o relacionamento topológico é do tipo **intercepta**, pois os logradouros cruzam mais de um ponto da instância. A cardinalidade entre as classes (1:1*) determina que um ou mais logradouros interceptam uma ZEIS.

O Segundo Nível da Modelagem Conceitual é referente às intervenções propostas pelos poderes públicos para beneficiar com a implantação da ZEIS. Os relacionamentos são dos tipos espaciais e não espaciais e suas classes estabelecem conexões com o Mapa Base, bem como com o Terceiro Nível (Participação) que será exemplificado posteriormente. Na Figura 18 é delimitado o Nível Intervenção.

Figura 18 - Segundo Nível do Diagrama Conceitual (Intervenção)



Fonte: A autora (2020).

A classe **Intervenção** e subclasse **Tipo_Intervenção** armazenam as ações propostas para a região que podem ser de caráter social, urbanístico, ambiental ou fundiário. As classes **Intervenção** e **ZEIS** possuem um relacionamento estrutural do tipo **associação simples** e cardinalidade (1:1*), indicando que em uma ZEIS podem ser propostas pelo poder público uma ou mais intervenções. A subclasse **Tipo_Intervenção** possui relacionamentos com as classes **Infraestrutura**, **Remoção** e **Titulação**, pois guardam tipos específicos de intervenções que podem ser geoespecializadas.

Na classe **Infraestrutura** e subclasse **Tipo_Infraestrutura** estão armazenadas as estruturas físicas planejadas para a área de intervenção. Estas classes são do tipo georreferenciadas genéricas, evidenciando que, as infraestruturas planejadas podem ser representadas através de um polígono, como exemplo, quadra de esporte, ou através de um ponto quando se trata de uma parada de ônibus. A classe **Infraestrutura** possui uma relação espacial com a classe **ZEIS** que devem conter as infraestruturas planejadas.

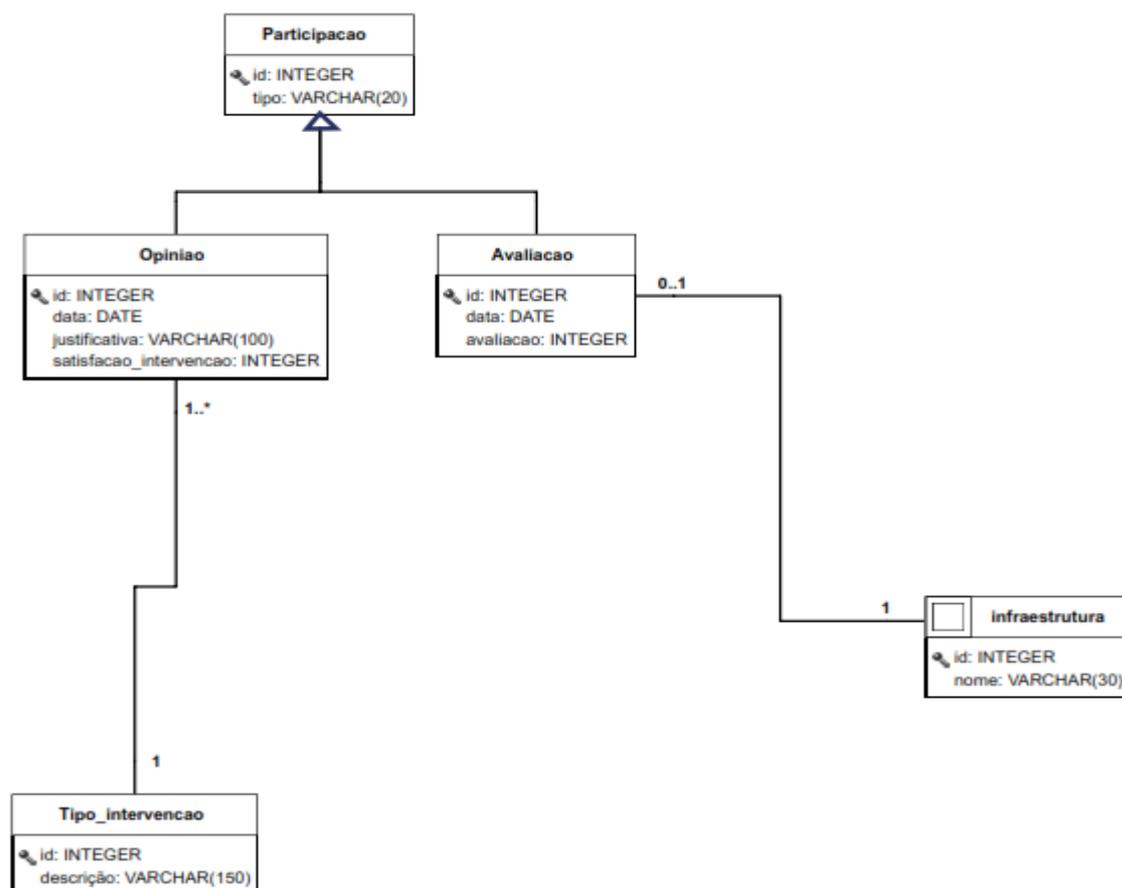
A classe **Remoção** contém o levantamento das habitações que devem ser removidas da área de intervenção. A **Remoção** apresenta um relacionamento do tipo **associação simples** com a classe **Tipo_Intervenção**, pois a ação de remoção

equivale a um tipo de Intervenção. Possui um relacionamento espacial **contém** com a **Classe Edificação** e cardinalidade (1:0*), expressando que em uma edificação pode não ocorrer remoções das habitações ou pode ocorrer uma mais.

A classe **Titulação** identifica as edificações passíveis de serem tituladas. Apresenta um relacionamento do tipo **associação simples** com a classe **Intervenção**, pois a titulação da edificação é uma categoria do **Tipo_Intervenção_Fundiária**. Por outro lado, com a classe Edificação conserva um relacionamento espacial **contém** e cardinalidade (1:1), definindo que cada edificação pode conter uma titulação.

O último Nível de composição do Modelo Conceitual proposto é referente a participação da população no apoio a implantação da ZEIS. As classes do **Terceiro Nível (Participação)**, são do tipo convencional e permitem incorporar a concepção da população ao modelo. O Nível **Participação** conta com relacionamentos do tipo associação simples com as classes do Nível **Intervenção**, permitindo assim, ao participante expressar sua opinião a cerca de uma determinada intervenção e de sua categoria específica. Na Figura 19 é possível observar a estrutura do Nível Participação que integra o modelo.

Figura 19 - Terceiro Nível do Diagrama Conceitual (Participação)



Fonte: A autora (2020)

A classe Participação é especializada em duas subclasses denominadas **Opinião** e **Avaliação**. A subclasse **Opinião** arquiva as percepções descritas pelos participantes, relativas a um determinado tipo de intervenção. No caso da subclasse **Avaliação**, o participante manifesta sua satisfação com o tipo de infraestrutura proposta, através de um questionamento específico.

No Quadro 3 são apresentadas as classes e os respectivos atributos que devem ser implantados no SIG. As tabelas são utilizadas para melhorar o entendimento do modelo conceitual proposto, pois definir a descrição dos elementos, tipo de dados, comprimento e restrições que compõem as classes.

Quadro 3 – Classes e atributos da Modelagem Proposta

Classe					Geometria
Feição	Dados				
ZEIS	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição	
	id	Integer		Atributo chave primária	
	nome	Varchar	50	Nome do ZEIS	
	geom	Geometry	Polígono	Sistema de referência espacial SIRGAS 2000 - UTM Zona 23	

Classe					Geometria
Feição	Dados				
Quadra	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição	
	id	Integer		Atributo chave primária	
	nome	Varchar	20	Nome da quadra	
	geom	Geometry	Polígono	Sistema de referência espacial SIRGAS 2000 - UTM Zona 23	

Classe					Geometria
--------	--	--	--	--	-----------

Feição	Dados			
Equipamento Público	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
	id	Integer		Atributo chave
	nome	Varchar	50	Define o nome do equipamento público.
	geom	Geometry		Sistema de referência espacial SIRGAS 2000 - UTM Zona 23

Classe					Geometria
Feição	Dados				<u> </u>
Logradouro	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição	
	id	Integer		Atributo chave primária	
	nome	Varchar	40	Define o nome do logradouro	
	tipo_de_pavimento	Varchar	20	Define o tipo de pavimento existente no logradouro: Asfáltico, paralelepípedo, poliédrica ou vicinal.	
	geom	Geometry		Sistema de referência espacial SIRGAS 2000 - UTM Zona 23	

Classe					Geometria
--------	--	--	--	--	-----------

Feição	Dados			<input type="text"/>
Lote	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
	id	Integer		Atributo chave
	numero	Varchar	20	Define o nome da edificação.
	área	Real		Define a área do lote.
	tipo_de_aquisição	Varchar	40	Define a forma de aquisição do lote.
	ligação_água	Boolean		Define se o lote é atendido pelo sistema de abastecimento de água.
	ligação_esgoto	Boolean		Define se o lote é atendido pelo sistema de esgotamento sanitário.
	ligação_energia	Boolean		Define se o lote é atendido pelo sistema de energia elétrica.
	passivo_de_regularização	Boolean		Define se o lote é passivo de regularização.
	uso	Varchar	50	Determina o tipo de uso do lote: residencial, comercial, industrial, preservação ambiental e institucional.
	Geom	Geometry		Sistema de referência espacial SIRGAS 2000 - UTM Zona 23

Classe	Geometria
--------	-----------

Feição	Dados				
Edificação	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição	
	id	Integer		Atributo chave primária	
	nome	Varchar	50	Define a Identificação da habitação	
	geom	Geometry	Polígono	Sistema de referência espacial SIRGAS 2000 - UTM Zona 23	

Classe					
Feição	Dados				
Intervenção	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição	
	id	Integer		Atributo chave	
	categoria	Varchar	50	Define o tipo de Intervenção: social, urbanística ou fundiária	
	dt_inicio	Date		Define a data de início da Intervenção	
	dt_final	Date		Define a data de conclusão da Intervenção	
	etapa	Varchar	20	Define o tipo de Intervenção: social, urbanística ou fundiária	

Classe				Geometria
--------	--	--	--	-----------

Feição		Dados			
Tipo_Intervenção	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição	
	id	Integer		Atributo chave	
	descreve	Varchar	40	Descreve as intervenções planejadas para a ZEIS: Envolvimento da comunidade no projeto; Cadastramento das famílias, Capacitação da comunidade; Remoção das famílias; Reassentamento das famílias; Demarcação da ZEIS; Demarcação das edificações; Melhoria do sistema viário; Melhoria do sistema de distribuição de água; Melhoria no sistema de esgotamento sanitário, Implantação de equipamento público; Recuperação ambiental ou preservação.	

Classe					Geometria
Feição		Dados			●
Infraestrutura	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição	
	id	Integer		Atributo chave	
	nome	Varchar		Determina o nome da infraestrutura física a ser executada na área de implantação da ZEIS: praça, pavimento, quadra, pista de skate, teatro estacionamento e outros.	
					Restrições

Classe					Geometria
Feição		Dados			●

	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
Titulação	id	Integer		Atributo chave
	inst_jurídico	Varchar	50	Determina o instrumento jurídico utilizado para realizar a titulação de cada uma das edificações da ZEIS.
	data_titulacao	Date		Data da realização da titulação da edificação

Classe				
Feição	Dados			
	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
Remoção	id	Integer		Atributo chave
	compensação	Varchar	50	Determina a compensação que o morador da edificação que vai ser removido vai receber.

Classe				
Feição	Dados			
	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
Participante	id	Integer		Atributo chave
	nome	Varchar	40	Determina o nome do participante.
	CPF	Varchar	10	Determina o CPF do participante.
	End	Varchar	50	Determina o endereço do participante.

Classe				
Feição	Dados			
	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
Participação	id	Integer		Atributo chave

	tipo	Varchar	40	Determina o tipo de participação que pode ser uma opinião ou uma avaliação.
--	------	---------	----	---

Classe				
Feição	Dados			
	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
Opinião	id	Integer		Atributo chave
	data	Date		Data da opinião prestada
	descrição	Varchar	500	Descreve a opinião do usuário referente a uma intervenção e uma categoria pré-estabelecida.

Classe				
Feição	Dados			
	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
Avaliação	id	Integer		Atributo chave
	data	Date		Data que realizou a avaliação.
	avaliação	Varchar	100	Define uma nota de 0 a 10 a infraestrutura proposta ou realizada na região.

Classe				
Feição	Dados			
	Atributo	Tipo	Comprimento	Descrição
Questionário	id	Integer		Atributo chave

	data	Varchar	200	Data que realizou a avaliação.
--	------	---------	-----	--------------------------------

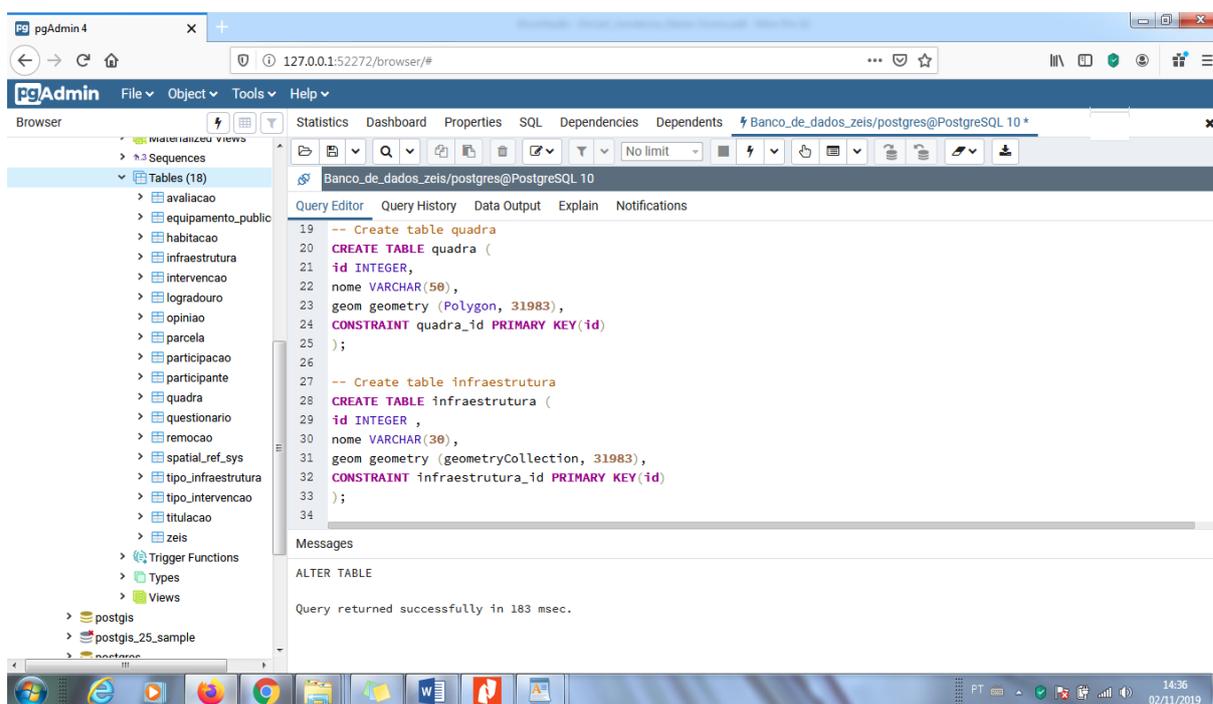
Fonte: A autora (2020).

4.3.3 Implementação do Modelo

A implementação foi realizada conforme modelo conceitual OMT-G proposto. O *script* em linguagem SQL gerado no *software* OMT-G Designer sofreu adaptações na escrita, a fim de que, fosse possível a introdução de informações referentes às geometrias como sistema de referência e fuso a serem adotados.

O PostgreSQL/PostGis foi utilizado como SGBD, nele foram criadas as tabelas, como também, definidas as reações e restrições que integram o banco de dados, conforme Figura 20.

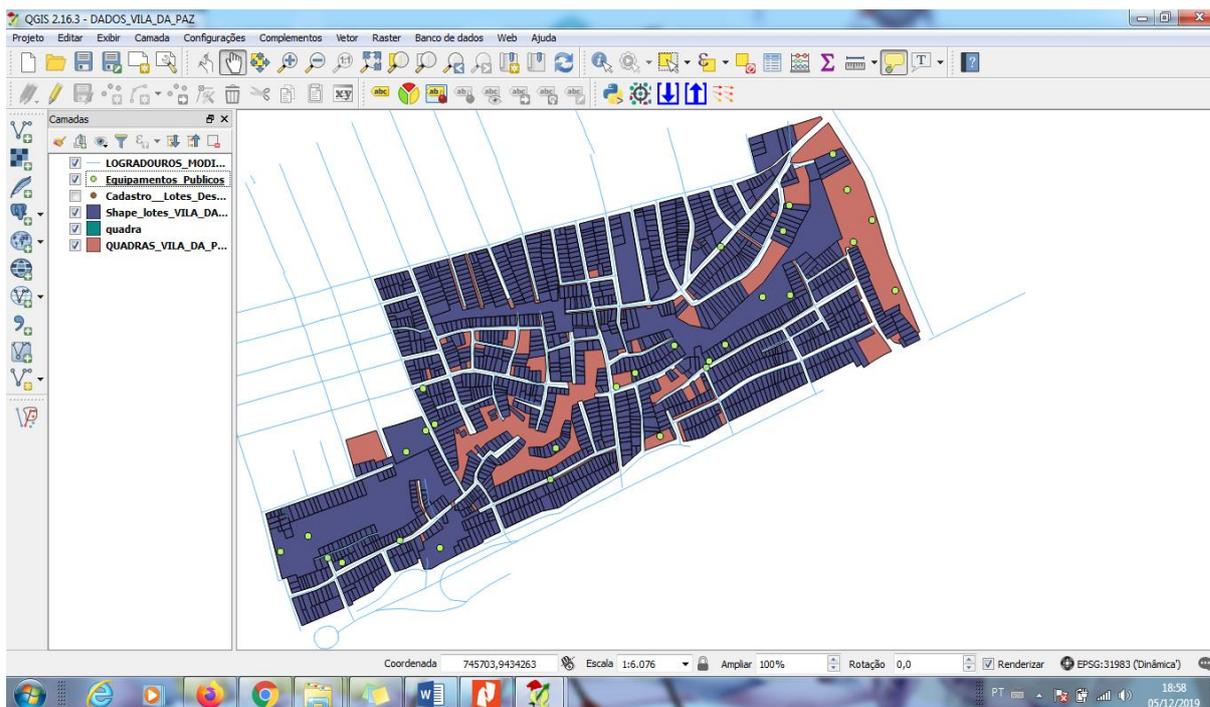
Figura 20 - Criação do Modelo Físico



Fonte: A autora (2020).

Na implementação foram criadas 18 (dezoito) tabelas, cada uma composta de atributos que são definidos pelo nome ou por seu respectivo tipo de dado que deve ser armazenado. O *software* QGIS foi utilizado na etapa de implementação, conectado ao PostgreSQL/PostGIS para manipulação e análise dos dados armazenados, como pode ser observado na Figura 21.

Figura 21 - Visualização das Classes no QGIS conectado ao PostgisSQL/PostGIS



Fonte: A autora (2020).

4.4 DESENVOLVIMENTO DO PPSIG

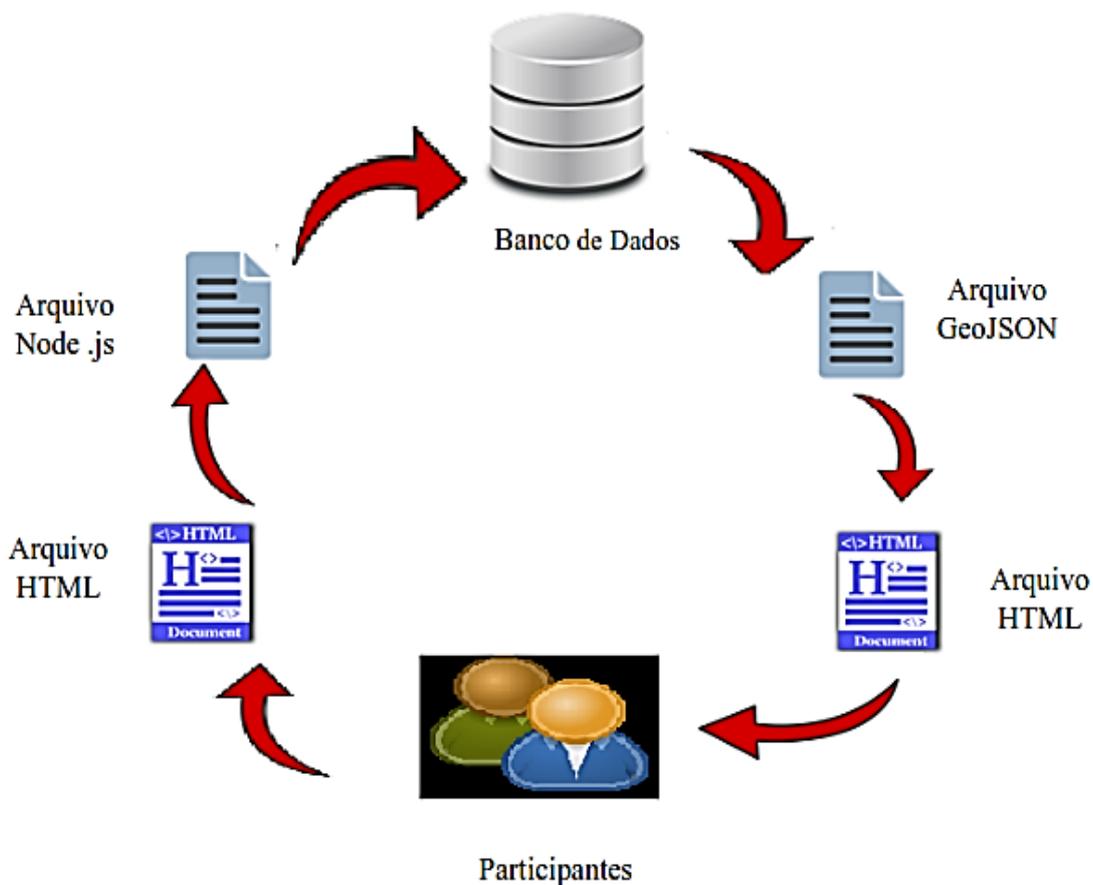
A PPSIG Web foi desenvolvida e estruturada considerando a necessidade dos planejadores da ZEIS Vila da Paz na cidade de Teresina no estado do Piauí, em apresentar o projeto elaborado e coletar a percepção da população com as infraestruturas e intervenções propostas. Para uma maior participação da comunidade, com diferentes níveis de instruções, foi elaborado um sistema com uma interface simples e amigável, tendo como base o Leaflet.

4.4.1 Estruturação do Sistema

O Sistema foi elaborado utilizando o HTML+CSS+ JavaScript, linguagem para criação de páginas *web*. Juntamente com essa linguagem foi usado o Leaflet que é uma biblioteca programada em Javascript com código aberto. A biblioteca tem como foco a apresentação de mapas interativos mobile-friendly, que tem como característica otimizar a funcionalidade dos WebGIS, permitindo a implementação e criação de mapas com diversas camadas com diferentes padrões (Leaflet, 2020). O resultado do

sistema pode ser explicado pelo fluxo apresentado na Figura 22, no qual o banco de dados fornece informações geográficas e representação da infraestrutura planejada e os usuários ou participantes alimentam o banco com opiniões relacionadas a sua percepção sobre a infraestrutura planejada.

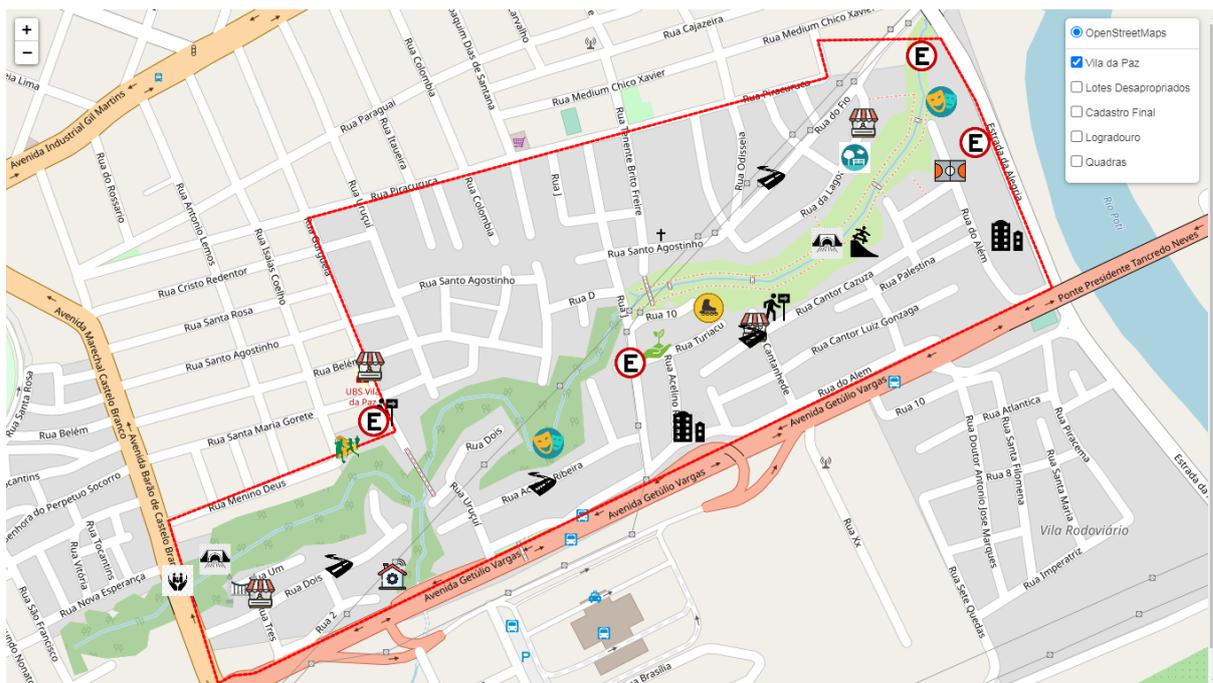
Figura 22 - Estrutura do Sistema PPSIG Vila da Paz



Fonte: Adaptado de Santos (2012)

Na interface da PPSIG Vila da Paz pode ser visualizado o perímetro da Vila, uma aba com as camadas de informações que são possíveis de serem consultadas no sistema, os ícones de identificação das infraestruturas projetadas e a localização de cada um desses dentro da área de implantação da ZEIS. As representações foram elaboradas com símbolos simples para facilitar a identificação de cada estrutura planejada. Como pode ser observada na Figura 23.

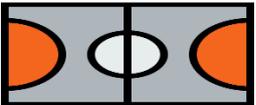
Figura 23 - Interface PPSIG Vila da Paz



Fonte: A autora (2020)

Os ícones inseridos no sistema são listados na Quadro X com suas respectivas infraestruturas que representam.

Quadro 04 – Ícones de identificação das infraestruturas

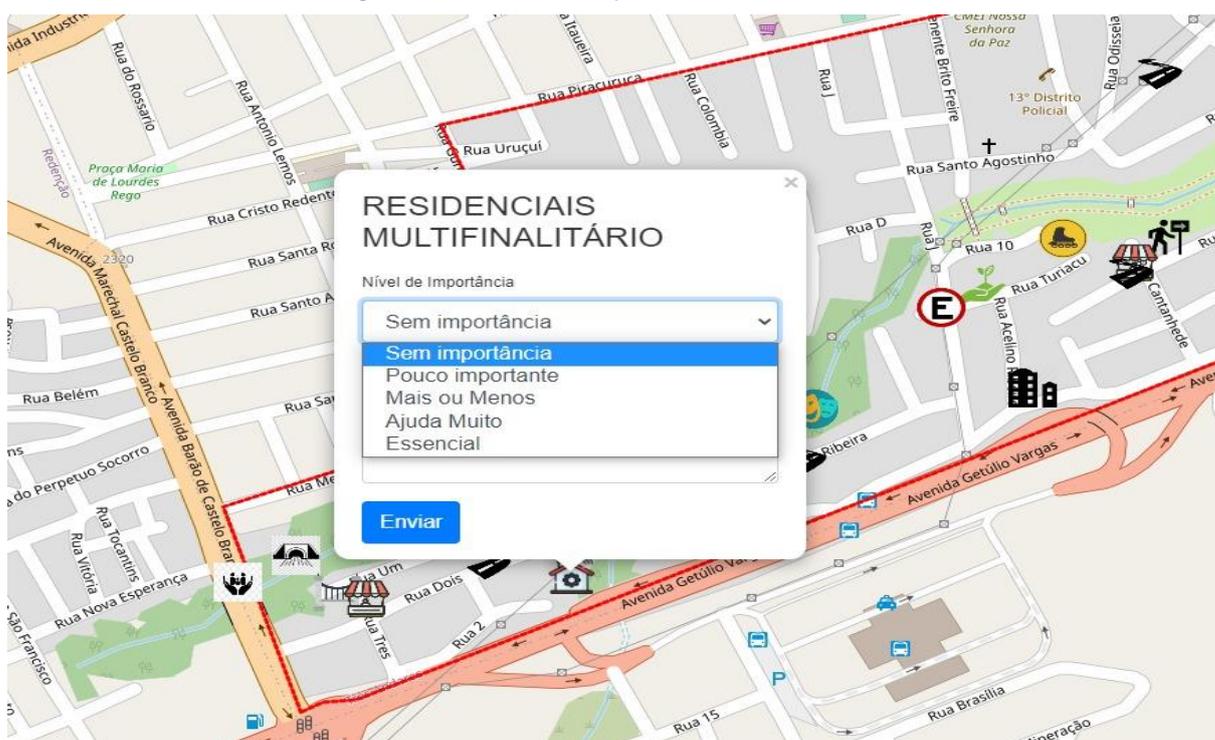
	Praça Temática
	Quiosques.
	Centro Esportivo
	Quadra Esportiva
	Residenciais Multifamiliares
	Via que receberá pavimentação
	Centro de Serviços Sociais
	Residenciais Multifinalitários
	Anfiteatro

Fonte: A autora (2020).

A PPSIG Vila da Paz permite ao participante ou usuário a partir de um clique no ícone de uma determinada infraestrutura, realizar uma avaliação e opinar sobre aquela estrutura projetada. O sistema proporciona ao usuário por meio de uma aba

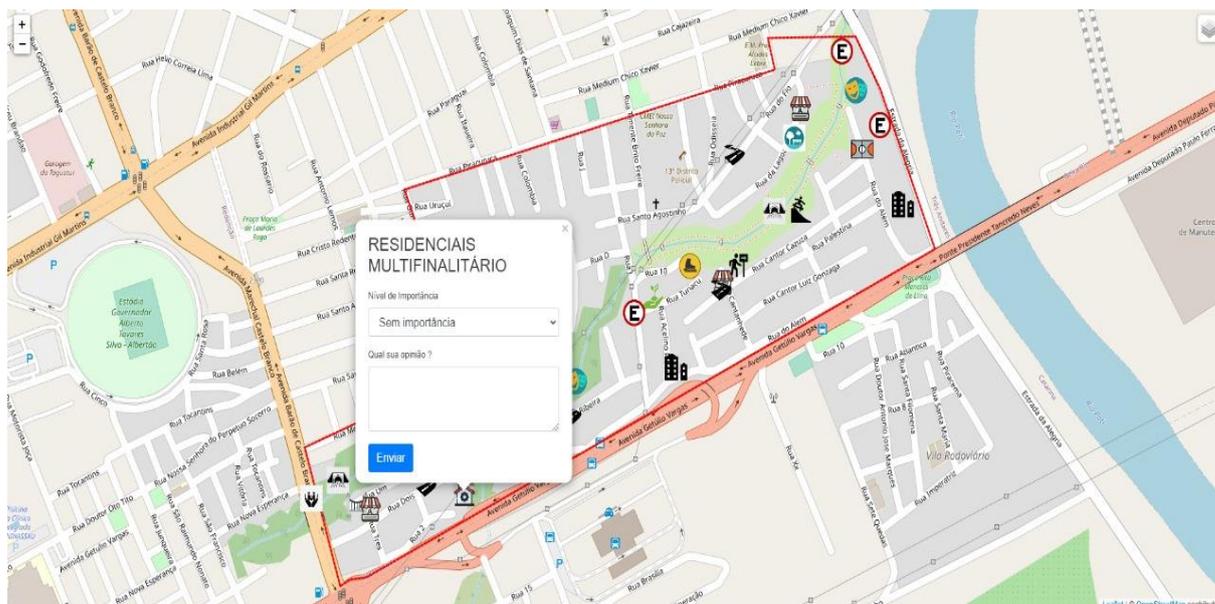
de opções, determinar o nível de importância que possui para a região a infraestrutura avaliada. Esse nível de importância pode ser: sem importância, pouco importante, mais ou menos, ajuda muito e essencial. Posteriormente, o participante pode opinar propondo modificações com no máximo 500 caracteres. O intuito é direcionar os planejadores para eventuais alterações que se fizerem necessárias no projeto com base na opinião da população. Nas Figuras 24 e 25 podem ser observados como é executado a coleta de informações dos usuários.

Figura 24 - Coleta da Opinião do Usuário



Fonte: A autora (2020)

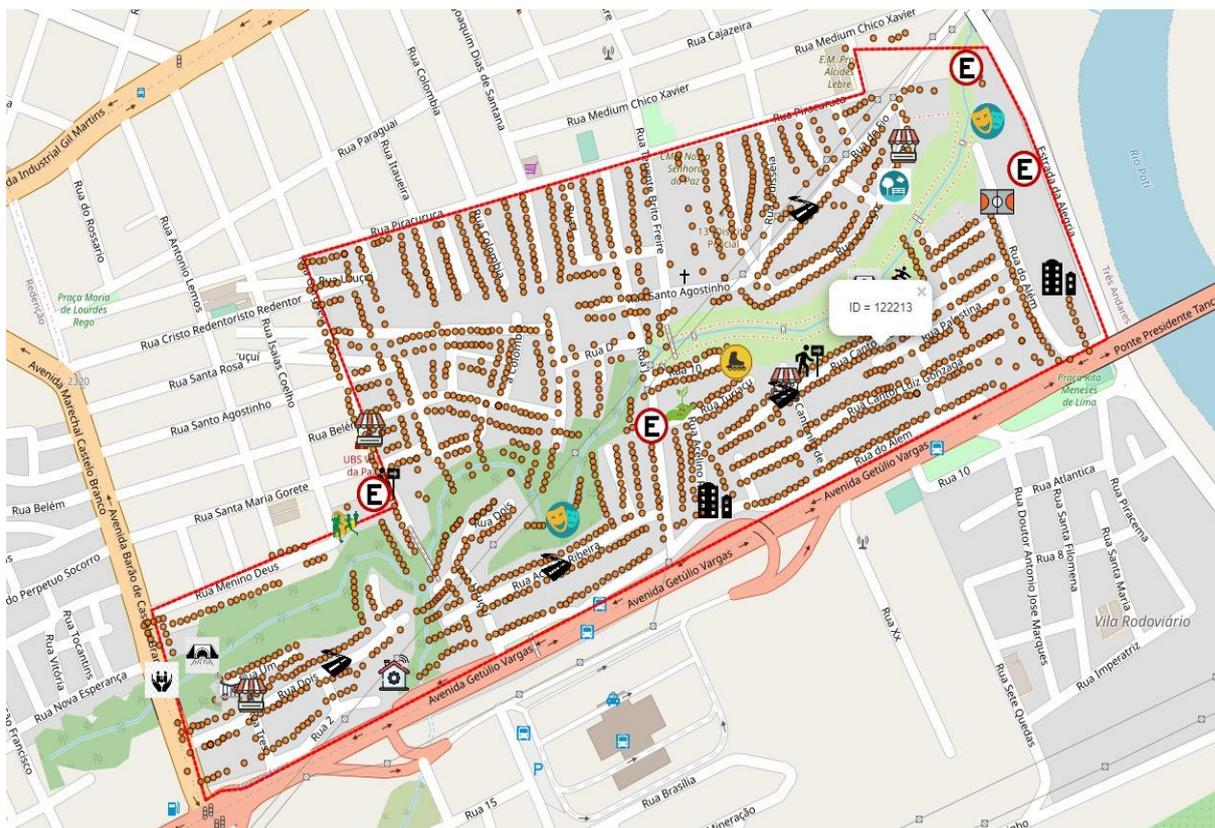
Figura 25 - Coleta da Opinião do Usuário



Fonte: A autora (2020).

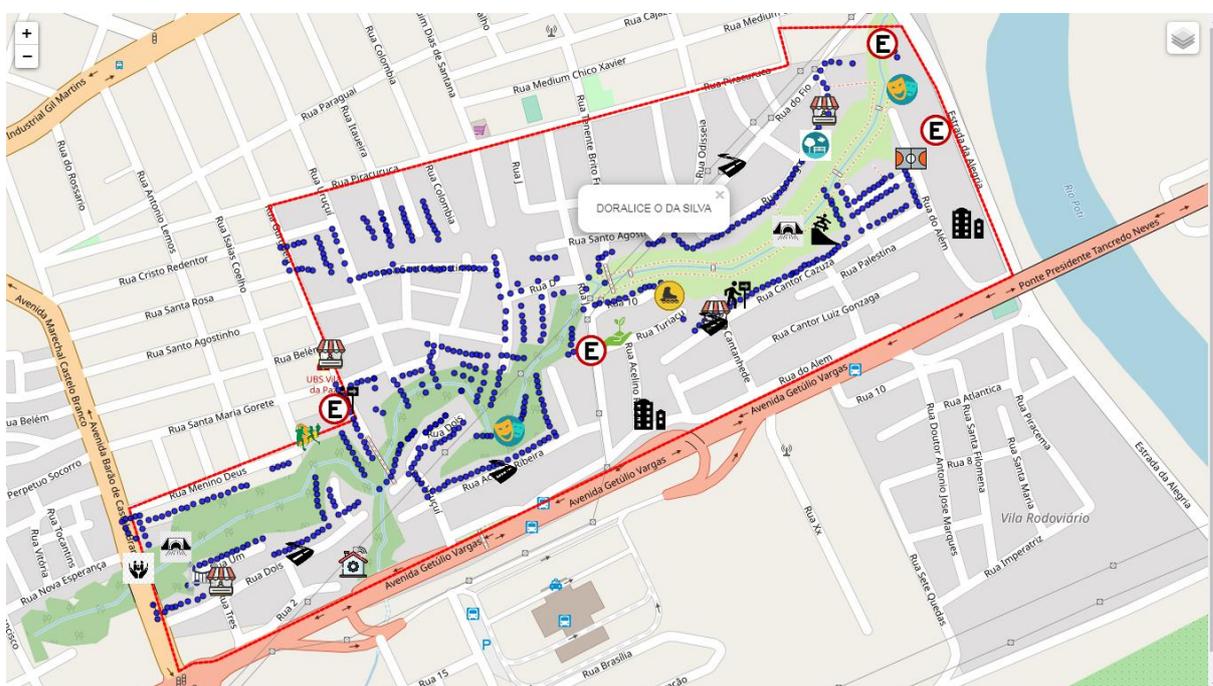
O PPSIG Vila da Paz também permite que seja visualizado a localização de cada imóvel que foi cadastrado com o código da pessoa que foi identificado no relatório social como ocupante da residência. Da mesma forma identifica a localização dos imóveis que deveram ser desapropriados. Nas Figuras 26 e 27 são apresentadas essas informações.

Figura 26 - Localização dos Imóveis Cadastrados



Fonte: A autora (2020).

Figura 27 - Localização dos imóveis que serão desapropriados



Fonte: A autora (2020).

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa corrobora com entendimento que o uso das Tecnologias da Geoinformações pode auxiliar no planejamento e gestão das cidades de forma mais participativa. No caso específico das ZEIS pode contribuir com a apresentação do projeto proposto pelo Poder Público para a comunidade, a partir de informações contidas em um banco de dados espaciais.

A modelagem conceitual com a metodologia OMT – G, facilitou o entendimento das necessidades e dos elementos que deveriam fazer parte do banco de dados. O modelo desenvolvido apresenta as classes, objetos e relações que compõem a implantação de uma ZEIS. A modelagem apresenta em seus três níveis distintos, a identificação espacial das classes que caracterizam a área de intervenção, infraestruturas propostas, bem como as classes que determinam a função participativa do modelo.

A pesquisa demonstra a utilização de uma ferramenta participativa que pode proporcionar a população avaliar as intervenções planejadas e incluir, sistematicamente, informações que possibilitem a tomada de decisão através de um PPSIG. Desta forma, viabilizar a abertura de um canal de comunicação entre os planejadores e a comunidade. A integração da população no planejamento da cidade através de PPSIG deve ser um acréscimo às formas de participações convencionais como assembleias, reuniões e outros.

A implementação permitiu uma análise da aderência do modelo conceitual proposto para áreas de implantação de ZEIS, em especial na cidade de Teresina. O processo foi importante porque detectou adequações serem realizadas para uma possível implantação efetiva do sistema.

Para futuros estudos, recomenda-se o teste do PPSIG em projetos de implantação de ZEIS e a análise da sua funcionalidade na coleta de informações da população atingida.

A legislação brasileira faz previsão da participação popular no planejamento e na gestão das cidades. As formas tradicionais de envolvimento das comunidades nem sempre conseguem incluir uma parcela significativa da população nestes processos. As Tecnologias da Geoinformação se mostraram como instrumentos capazes

incrementar a participação pública nas tomadas de decisões relacionadas à ocupação e planejamento do espaço urbano.

REFERÊNCIAS

AMORE, C. S. **Entre o nó e o fato consumado, o lugar dos pobres na cidade: um estudo sobre as ZEIS e os impasses da reforma urbana na atualidade.** Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

ANCONA, A. L. **Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS.** In: SANTOS Jr., O. A. dos e MONTANDON, D. T. (orgs.). Os planos diretores municipais pós-Estatuto da Cidade: balanço crítico e perspectivas Rio de Janeiro, Letra Capital/Observatório das Cidades/IPPUR/UFRJ.2011.

ARAÚJO, F.S; BIAS, E. S; HOLANDA, M.T. Proposta de um modelo conceitual de banco de dados geográficos para o cadastro territorial multifinalitário do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.67/3, p.701-714, 2015.

BABELON, I. **Mapping place values for the green, compact and healthy city: Interlinking softGIS, sociotope mapping and communities of practice.** TRITA-LWR Degree Project, p. 1-112, 2015.

BORGES, K. A. V. **Modelagem de dados geográficos.** CSR/UFMG, Minas Gerais; 2002. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/Modelagem%20de%20dados%20geografico.PDF>. Acesso em: 10 jul. 2018.

BORGES, K. A. V. **Modelagem de dados geográficos** - uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas.1997. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Escola de Governo, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997.

BORGES, K. A. V.;DAVIS JR; C. A.;LAENDER, A. H. F. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos.** In: Bancos de Dados Geográficos. São José dos Campos: DPI/INPE, 2005.

BROWN, G; KYTTÄ, M. Key issues and research priorities for public participation GIS (PPGIS): a synthesis based on empirical research. **Applied Geography**, v.46, p.122-136, 2014.

BRASIL. Como delimitar e regulamentar zonas especiais de interesse social: ZEIS de vazios urbanos. Brasília: Ministério das Cidades: Programa Nacional de Capacitação das Cidades, 55p. 2009.

BRASIL. Lei 10.257, de 10 de julho de 2001: Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional.

BRASIL. Lei 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da

reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal. Brasília. Congresso Nacional.

BRASIL. **Manual da regularização fundiária plena**. Brasília: Ministério das Cidades: Programa Nacional de Capacitação das Cidades, 2004. 158p.

BRASIL. **Plano diretor participativo: guia para elaboração pelos municípios e cidadãos**. Brasília: Ministério das Cidades; CONFEA, 2007.

BROVELI, A. M.; MINGHINI, M.; ZAMBONI, G. Public participation in GIS via mobile applications. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 114, p. 306 – 315, nov. 2016.

BUGS, G. **Tecnologias da informação e comunicação, sistema de informação geográfica e a participação pública no planejamento urbano**. Tese (Doutorado em Planejamento Regional) – Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2014.

BUGS, G; REIS.A.T.L. Avaliação da participação popular na elaboração de planos de habitação de interesse social no Rio Grande do Sul. **Uber. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.6n.2p.249-262, maio/ago.2014. Disponível em:

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R.A. **Principles of geographical information systems**. Oxford, Oxford University Press, 1998.

CAIADO, M.C.S; O padrão de urbanização brasileiro e a segregação espacial da população na região de campinas: o papel dos instrumentos de gestão urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP, 11.,2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABEP, 2016.p.457- 488.

CARVER, S. **Participation and Geographical Information: a position paper**. ESF-NSF Workshop on Access to Geographic Information and Participatory Approaches Using Geographic Information, Spoleto, 2001.

COUTO, R. S; BRITES, S. R; BIAS, E. S; TEXEIRA, A. A; SOUSA, R. B. Proposição de modelo conceitual de banco de dados geoespacial para o cadastro ambiental e rural. **Revista Brasileira de Cartografia**, n.69/7. P.1313-1337, 2017.

CUNHA.S.R; BARBOSA.R. L; HIRAGA.A. K; GALLIS.R.B. A; FARIAS.M.A. WEBSIG alimentado com dados coletados com sistema de mapeamento móvel terrestre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA E XXVI EXPOSICARTA, 27,2017, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC,2017. p. 735-738.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: PINI, 1990.

DUNN, C. E. Participatory GIS: a people's GIS? **Progress in human geography**., 31 (5). p. 616-637, 2007.

ERBA, D. A. et al. Cadastro Multifinalitário como Instrumento da Política Fiscal e urbana. Rio de Janeiro, 2005.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. **Fundamental of database systems**. 6nd Edition. Menlo Park, CA: Addison-Wesley, 2011. 1201p.

FERREIRA, Francisco Whitaker. Planejamento Sim e Não. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FERNANDES, E. **Perspectivas para a regularização em favelas à luz do Estatuto das Cidades**. Temas de Direito Urbanístico 3. São Paulo: Ministério Público do Estado de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2003.

FOTH, M.; BAJRACHARYA, B.; BROWN, R.; HEARN, G. The second life of urban planning? using neogeography tools for community engagement. **Journal of Location Based Services**, v.3, n.2, p.97-117, jun, 2009.

GOODCHILD, M. F.; MARK, DM.; EGENHOFER, MJ.; KEMP, KK. Varenius: NCGIA's Project to Advance Geographic Information Science. In: Proceedings of the Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information. Austria, 1997.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico de 1940**. Rio de Janeiro, 1939.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico de 1960**. Rio de Janeiro, 1959.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA– IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

KAHILA-TANI, M.; BROBERG, A.; KYTTÄ, M.; TYGER, T. Let the citizens map – public participations GIS as a planning support system in the Helsinki master plan process. **Planning Practice & Research**, 2015.

KLOSTERMAN, R.E. Planning support systems: a new perspective on computer-aided planning. **Journal of Planning Education and Research**. 1997.

KINGSTON, R. **Online public participation GIS for spatial planning**. 2011.

LIMA, A. J.D. Gestão urbana e habitação de interesse social. **Revista em Debate**, Pelotas, v. 19, n.1, p.136 -165, jan.- jun, 2013.

LIMA, A. J. D. Planos diretores e os dilemas da governança urbana no Brasil. **Textos e contextos**. Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 362-375, 2012.

Lima.A.P.L. O uso de ferramentas da Web 2.0 no compartilhamento de Informação Conhecimento. Revista M.P.G.O.A. João Pessoa, v.3, n.1, 20014.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE.C. Um estudo sobre modelos conceituais de dados para projetos de bancos de dados geográficos. **Revista IP Informática Pública**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p.67-90, dez,1999.

MALCZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. **Progress in Planning**, v.62, p.3-65, 2004.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópoles: Vozes, Rio de Janeiro, 2014.

MCCLELLAND, A. **Public Participation Geographical Information Systems (PPGIS)**: Literature review and proposed methodology for the pilot cases in the North West of Ireland. NIRSA/MUSSI, Irlanda, p.1-49,2017.

MELLO, L. F. D. **Sistema de informações geográficas para participação pública: uma metodologia em construção**. In: ENCONTRO TRANSDISCIPLINAR SOBRE ESPAÇO E POPULAÇÃO, Campinas, 2003.

MENEZES, P.M.L; FERNANDES, M.C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 1ª Edição, 2013.

NASCIMENTO, M.C.G. **Regularização fundiária urbana de interesse social no direito brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de São Paulo. São Paulo,2013.

NCGIA : GIS and society: the social implications of how people, space and environment are represented in GIS. Technical Report 96-7. November. Santa Barbara, CA: University of California, 1996.

PAULICS, V. (Org.). **125 dicas – ideias para ação mundial**. São Paulo, Pólis, 2000. **POSTGIS**. Disponível em:<<http://postgis.net/>>.

ROLNIK, R; SANTORO, P. F. **Zonas especiais de interesse social (ZEIS) em cidades brasileiras: trajetória recente de implementação de um instrumento de políticas fundiárias**. Lincoln Institute of Land Policy,2013.

Rosa, R. (2009): Geomática no Brasil: histórico e perspectivas futuras. **GeoFocus. Revista Internacional de Ciência y Tecnología de Información Geográfica**. nº 9, p. 29- 40,2009.

ROSENFELDT, Y.A.Z; LOCH, C. O uso de imagens multitemporais para o planejamento urbano e caracterização de áreas irregulares. **Revista Brasileira de Cartografia**. Rio de Janeiro, v.65, n.6, p.153-1166. 2013.

SÁ, L. A.C.M.D. **Modelagem de dados espaciais para sistema de informações geográficas – pesquisa na emergência médica**. Tese. (Doutorado em engenharia de transporte) – Universidade de São Paulo. São Paulo.2001.

SANTOS,G.S. **Sistema de informação geográfica de participação pública aplicada à gestão do uso do solo urbano impactado pelo ruído aeronáutico**.

Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronave. São José dos Campos.2012.

SIEBER, R. Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework. In: A Literature Review and Framework, **Annals of the Association of American Geographers**, v.96, n.6, p. 491–507,2006.

SILVA, P.L; MARQUES, E.T; JUNIOR, J.G. Desenvolvimento de WEBGIS para cadastro territorial multifinalitário urbano utilizando softwares livres. In: COBRAC 2016 - CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO

MULTIFINALITÁRIO, 12.,2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC,2016.
SOUZA, I.S.**A gestão democrática e os conflitos de governança: os percursos do PREZEIS do Recife** 1993/2004. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife,2007.

The PostgreSQL Global DevelopmentGroup. Disponível em:<<http://www.postgresql.org/>>. Acesso em 21 mai. 2019.

TERESINA. **Lei Complementar N°3560 de outubro de 2006**.Define as diretrizes para ocupação do solo urbano e dá outras providências. Teresina, PI,2006.

VIEIRA, A. O; FAÇANHA, A.C. Ocupações urbanas em Teresina no contexto da luta por moradia: o caso da Vila Irmão Dulce. **Revista casa da Geografia de Sobral**. Sobral, v.19, n.1, p.22-42, jul, 2015.

United Nations (2016). **United Nations e-government survey 2016**: E government in support of sustainable development.

WEINER, D.; HARRIS, T. M.; CRAIG, W. J. Community Participation and Geographic information systems. In. **Spoleto Workshop**, Italy,2001.

ZHANG, S. Public participation in the Geoweb era: Defining a typology for geo participation in local governments. *Cities*. **Elsevier Science Publishers**. V. 89, p 38-50, 2019.