

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS, GESTÃO E
SUSTENTABILIDADE – PPGTGS (MESTRADO PROFISSIONAL)

JOSÉ ANTONIO TEIXEIRA DE OLIVEIRA FILHO

**SIG PARA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA EM FAIXA DE
FRONTEIRA**

DISSERTAÇÃO

FOZ DO IGUAÇU

2023

JOSÉ ANTONIO TEIXEIRA DE OLIVEIRA FILHO

**SIG PARA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA EM FAIXA DE
FRONTEIRA**

Dissertação apresentada ao **Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade** da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre**.
Área de Concentração: Tecnologia e Gestão.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fabiana Frata Furlan
Peres

FOZ DO IGUAÇU

2023

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Teixeira de Oliveira Filho, José Antonio
SIG PARA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA EM FAIXA DE FRONTEIRA /
José Antonio Teixeira de Oliveira Filho; orientadora Fabiana
Frata Furlan Peres. -- Foz do Iguaçu, 2023.
103 p.

Dissertação (Mestrado Profissional Campus de Foz do
Iguaçu) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro
de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em
Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade, 2023.

1. Sistemas de Informações Geográficas. 2. Regularização
FundIária. 3. Geotecnologias. I. Frata Furlan Peres,
Fabiana, orient. II. Título.


JOSÉ ANTONIO TEIXEIRA DE OLIVEIRA FILHO

SIG PARA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA EM FAIXA DE FRONTEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade - PPGTGS da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, aprovado pela banca examinadora:



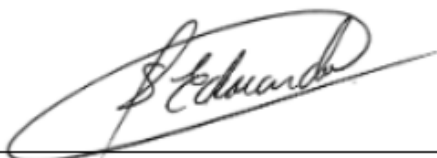
Prof.ª Dr.ª Fabiana Frata Furlan Peres (orientadora)
Professora do PPGTGS – Campus de Foz do Iguaçu



Prof. Dr. Cláudio Roberto Marquette Mauricio (membro permanente do PGTGS)
Professor do PPGTGS – Campus de Foz do Iguaçu



Dr. Ener Vaneski Filho
Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA



Prof. Dr. Eduardo Cesar Dechechi
Coordenador do Mestrado Profissional em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade
Portaria N° 0404/2023-GRE - UNIOESTE – Campus de Foz do Iguaçu

Foz do Iguaçu, 08 de maio de 2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que, de alguma forma, me ajudaram a chegar até a este momento. Seja direta ou indiretamente, muitos contribuíram para a conclusão desse trabalho e gostaria que todos se sentissem abraçados.

À minha família, meus amigos mais próximos, meus colegas do PPGTGS, professores e orientadora, colegas de trabalho e aos novos amigos que conheci em Foz do Iguaçu, muito obrigado !

RESUMO

FILHO, J. A. T. O. (2023). *SIG para Regularização Fundiária em Faixa de Fronteira*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade - PPGTGS, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

A migração dos procedimentos de trabalho do ambiente analógico para o meio digital no Serviço Público Federal passou a ser uma necessidade nos últimos anos e a falta de recursos financeiros já não é mais uma barreira para o uso da tecnologia em virtude da possibilidade de desenvolvimento de soluções nas próprias instituições. Desse modo, este trabalho de pesquisa propõe uma forma de responder à pergunta: “Como reformular o procedimento de busca e disponibilização de informações presentes no acervo fundiário do INCRA-PR?”. O INCRA é uma autarquia federal que atua no estado do Paraná por meio de uma superintendência regional e uma unidade avançada e é responsável, entre outras atividades, pela regularização fundiária na faixa de fronteira. A execução de tal ação produz, ao longo dos tempos, documentos que são arquivados em papel e que são importantes tanto para uso da sociedade em geral quanto para uso interno, por auferirem domínio à propriedade de um imóvel rural. O objetivo geral é propor a modernização do acervo fundiário do INCRA-PR de maneira a digitalizar o acesso às informações referentes à sua atuação. Para tanto, partiu-se de uma revisão sistemática da literatura, primeiramente para identificar o uso de SIG no Serviço Público brasileiro. Em seguida, para conhecer a realidade das SRs do INCRA e identificar o uso de geotecnologias na execução da regularização fundiária efetuou-se uma coleta de dados mediante aplicação de questionário junto às onze superintendências regionais que executam essa mesma atividade, assim como foi efetuado *in loco* o mapeamento do procedimento de armazenamento e busca de documentos no acervo da Unidade Avançada Iguaçu, no município de Cascavel-PR. A mudança pretendida tem como base o uso de dados empíricos da autarquia estruturados em um SIG, calcado em um banco de dados geográficos modelado em tecnologia *open-source*. A base cartográfica foi editada no *software* QGIS e o banco de dados foi elaborado na plataforma PostgreSQL, com sua extensão espacial PostGIS. Também foi desenvolvido um Mapa Web para busca e disponibilização de documentos presentes em livros fundiários. Como contribuições desse trabalho pode-se citar a produção de dados a respeito do uso de SIG pela administração pública nos últimos anos e de informações desconhecidas dentro da autarquia quanto à sua própria estrutura e procedimentos. Outra contribuição foi o desenvolvimento de uma solução para a modernização de um processo comum a várias superintendências e que poderá ser replicado, de acordo com a necessidade ou característica de cada estado. O estudo constatou carências e boas práticas, que traz embasamento para futuras pesquisas a respeito de procedimentos de trabalho e de uso de ferramentas geoespaciais, que podem contribuir no desempenho das atividades inerentes ao INCRA.

Palavras-chave: digitalização, acervo fundiário, banco de dados, modernização.

ABSTRACT

FILHO, J. A. T. O. (2023). GIS for land regularization in the border strip. Master's Dissertation - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade - PPGTGS, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil.

The migration of work procedures from analog to digital environment in the Federal Public Service has become a necessity in recent years and the lack of financial resources is no longer a barrier to the use of technology because of the possibility of developing solutions in the institutions themselves. Thus, this research paper proposes a way to answer the question: "How to reformulate the procedure for searching and making available the information present in INCRA-PR's land collection? INCRA is a federal autarchy that operates in the state of Paraná through a regional superintendence and an advanced unit and is responsible, among other activities, for landholding regularization on the border strip. The execution of such action produces, throughout time, documents that are filed in paper and that are important both for the use of the society in general and for internal use, because they are documents of property of a rural area. The general objective is to propose the modernization of INCRA-PR's land collection to digitalize the access to information related to its activities. To this end, a systematic literature review was carried out, first to identify the use of GIS in the Brazilian Public Service. Then, to get to know the reality of INCRA's SRs and identify the use of geotechnologies in the execution of landholding regularization, a data collection through the application of a questionnaire was carried out with the eleven regional superintendencies that perform this same activity, as well as the mapping of the procedure of storage and search of documents in the collection of the Advanced Unit Iguaçu, in the city of Cascavel-PR. The intended change is based on the use of empirical data from the local government structured in a GIS, based on a geographic database modeled on open-source technology. The cartographic base was edited in QGIS software, and the database was elaborated in the PostgreSQL platform, with its spatial extension PostGIS. A Web Map was also developed to search and make available the documents present in the land books. As contributions of this work, we can mention the production of data regarding the use of GIS by the public administration in the last years and the unknown information within the autarchy regarding its own structure and procedures. Another contribution was the development of a solution for the modernization of a process common to several superintendencies and that can be replicated, according to the needs or characteristics of each state. The study found shortcomings and good practices, which brings grounds for future research regarding work procedures and the use of geospatial tools, which can contribute to the performance of the activities inherent to INCRA.

Keywords: digitalization, land registry, database, modernization.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA EM FAIXA DE FRONTEIRA	18
2.1	O INCRA	18
2.2	A FAIXA DE FRONTEIRA INTERNACIONAL	20
2.3	TITULAÇÃO EM FAIXA DE FRONTEIRA INTERNACIONAL	21
2.3.1	Regularização Via Titulação	22
2.3.2	Regularização Via Ratificação de Títulos	23
2.3.3	Situações Especiais	25
2.4	O ACERVO FUNDIÁRIO	25
2.5	MAPEAMENTO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO.....	26
3.	SOLUÇÕES SIG NO SERVIÇO PÚBLICO	29
3.1	PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA	29
3.2	IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE ESTUDOS.....	30
3.3	EXTRAÇÃO E SINTETIZAÇÃO DOS DADOS.....	33
3.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
4.	GEOTECNOLOGIAS NAS SRS DA FAIXA DE FRONTEIRA	44
4.1	COLETA DOS DADOS E ANÁLISE	44
4.1.1	Estrutura Organizacional.....	45
4.1.2	Acervo de Livros Fundiários.....	47
4.1.3	Acervo de mapas	49
4.1.4	Dinâmica de Trabalho	51
4.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
5.	INFORMATIZAÇÃO DO ACERVO FUNDIÁRIO	56
5.1	DIGITALIZAÇÃO	57
5.2	ORGANIZAÇÃO	58
5.3	PREPARAÇÃO	59

5.4	DESENVOLVIMENTO DO SIG.....	60
5.4.1	SIG (Sistemas de Informações Geográficas)	60
5.4.2	Modelagem de Dados Geográficos	65
5.4.3	Desenvolvimento do BDG	67
6.	DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB	74
6.1	CONFIGURAÇÃO DO QGIS2WEB	74
6.2	APLICAÇÃO PILOTO	76
6.3	VALIDAÇÃO DO SISTEMA.....	80
6.4	RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES	82
7.	CONCLUSÕES	85
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SRs	94
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE	98
	APÊNDICE C – ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO	100
	DO TESTE DE USABILIDADE	100
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO SUS	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das SRs do INCRA no Brasil.....	19
Figura 2 - Faixas de fronteira: no Brasil (a); no Paraná (b).....	20
Figura 3 - Exemplo de livros fundiários.....	26
Figura 4 - Armazenamento do acervo fundiário.....	26
Figura 5 - Fluxograma de atendimento.....	27
Figura 6 - Fluxo de trabalho da revisão.....	30
Figura 7 - Transcolar ES System.....	40
Figura 8 - Geoportal AESA.....	41
Figura 9 - Elaboração de base cartográfica.....	42
Figura 10 - SRs que responderam a pesquisa.....	45
Figura 11 - Fluxograma de trabalho.....	56
Figura 12 - Tela inicial Otimizador PDF.....	58
Figura 13 - Polígonos de lotes rurais e tabela de atributos.....	59
Figura 14 - Arquitetura de um SIG.....	62
Figura 15 - Notação gráfica para as classes do modelo OMT-G.....	67
Figura 16 - Diagrama de classes, modelo OMT-G.....	68
Figura 17 - Diagrama de transformação.....	68
Figura 18 - Diagrama de apresentação.....	69
Figura 19 - Esquema lógico.....	69
Figura 20 - Criação do banco de dados e extensão PostGIS.....	70
Figura 21 - Criação das tabelas “outorgado” (a); e “título” (b), não georreferenciadas.....	71
Figura 22 - Criação da conexão para importação de dados georreferenciados.....	72
Figura 23 - Visualização da classe lote importada para o pgAdmin.....	73
Figura 24 - Abas <i>layers and groups</i> (a); e <i>appearance</i> (b).....	75
Figura 25 - Abas <i>export</i> (a); e <i>settings</i> (b).....	76
Figura 26 - Tela de abertura do Mapa Web.....	77
Figura 27 - Botões de navegação e pesquisa (a) e apresentação de camadas (b).....	78
Figura 28 - Pop-up lote selecionado (a); e pesquisa por nome (b).....	79
Figura 29 - Download dos documentos do livro fundiário.....	79
Figura 30 - Fluxograma de atendimento via Mapa Web.....	80
Figura 31 - Métodos de interpretação de resultados SUS.....	84
Figura 32 - Comparativo entre atendimento atual (a) e via Mapa Web (b).....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Execução da regularização fundiária.....	18
Quadro 2 - Titulação no estado do Paraná.....	22
Quadro 3 - Formulário de extração de dados	34
Quadro 4 - Diferentes definições de SIG.....	61
Quadro 5 - Funções SQL	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Softwares utilizados nos trabalhos excluídos por “somente utilizar software SIG para análise espacial e geração de mapas”	33
Gráfico 2 - Esfera pública da aplicação	34
Gráfico 3 - Campo de aplicação	35
Gráfico 4 - Distribuição das chefias nas SRs	45
Gráfico 5 - Cargos que atuam com regularização fundiária	47
Gráfico 6 - Existência de livros fundiários	47
Gráfico 7 - Motivos para a não digitalização de livros fundiários	48
Gráfico 8 - Frequência de utilização dos livros fundiários.....	49
Gráfico 9 - Acervo de mapas em papel	49
Gráfico 10 - Motivos para a não digitalização dos mapas em papel	50
Gráfico 11 - Frequência de utilização dos mapas em papel	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos selecionados para leitura na íntegra.....	31
Tabela 2 - Tipo de produto desenvolvido.....	36
Tabela 3 - <i>Softwares</i> utilizados na pesquisa.....	37
Tabela 4 - Resumo dos artigos selecionados.....	38
Tabela 5 - Quantitativo de servidores.....	46
Tabela 6 - Maiores demandas dos estados.....	51
Tabela 7 - Comparativo de resultados com e sem os dados do MS.....	52
Tabela 8 - Dificuldades estruturais para execução dos trabalhos.....	52
Tabela 9 - Dificuldades operacionais para o atendimento das demandas.....	53
Tabela 10 - Metodologia de busca de dados.....	54
Tabela 11 - Principais requisitos de um SGBDE.....	64
Tabela 12 - Observações durante o teste de usabilidade.....	83

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ADI – Ação Direta de Inconstitucionalidade
BRAVIACO - Companhia Brasileira de Viação e Comércio
CAR - Cadastro Ambiental Rural
CDRU – Cessão de Direito Real de Uso
CGIS - *Canada Geographic Information System*
CONARQ - Comissão Nacional de Arquivologia
CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ER – Entidade Relacionamento
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
MPOG – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
OCR – *Optical Character Recognition*
OMT - *Object Modeling Technique*
OMT-G - *Object Modeling Technique for Geographic Application*
PEN – Processo Eletrônico Nacional
PTI – Parque Tecnológico Itaipu
RSL – Revisão Sistemática da Literatura
SEI - Sistema Eletrônico de Informações
SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGBDE – Sistema Gerenciador de Banco de Dados Espaciais
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SINAR - Sistema Nacional de Arquivos
SISFRON - Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras
SNCR – Sistema Nacional de Cadastro Rural
SR – Superintendência Regional
STF – Superior Tribunal Federal
SUS – *System Usability Scale*
TED - Termo de Execução Descentralizada
UFPR - Universidade Federal do Paraná

1. INTRODUÇÃO

O Serviço Público Federal vem passando por um processo de modernização ao longo dos últimos anos. Desde o Acordo de Cooperação Técnica nº 02/2013 assinado entre o antigo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), a Comissão de Valores Mobiliários (CVM), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e o Governo do Distrito Federal, que previa a construção de um sistema de processos administrativos eletrônicos para uso e trâmite entre quaisquer órgãos públicos, chamado de Processo Eletrônico Nacional (PEN), a União vem adequando sua atuação para a o ambiente digital.

O PEN constituiu uma infraestrutura pública de processos administrativos eletrônicos e proporcionou o desenvolvimento de sistemas voltados à melhoria na prestação de serviços públicos, que passaram a ter tramitação obrigatoriamente por meio eletrônico por determinação do Decreto nº 8.539/15 que prevê, inclusive, a preferência pela adoção de *softwares* de código aberto para a criação desses sistemas.

A importância concedida às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação na Constituição Federal, ocorrida em 2015 por meio da Emenda Constitucional nº 85, seguido da publicação da Lei nº 13.243/16, regulamentada pelo Decreto nº 9.283/18, que compõem o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, foram outros movimentos importantes do governo brasileiro rumo à melhoria de seus processos por meio da tecnologia. Cada vez mais as organizações públicas estão desenvolvendo soluções inovadoras dentro de suas próprias estruturas, deixando assim de depender de *softwares* proprietários que, não raramente, perdem sua eficiência e por vezes até sua utilidade por falta de atualização das licenças, que demandam novos investimentos.

Para ilustrar essa busca por inovação, antes mesmo das obrigações legais, no plano de implantação da INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais), divulgado em 2010, a CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia), ligada ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), já trazia como benefícios esperados, o incremento do acesso público à geoinformação e ampliação da capacidade de resposta do Governo com a inserção de análises geoespaciais na tomada de decisão.

Ações a nível nacional como a INDE, o CAR (Cadastro Ambiental Rural), o SISFRON (Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras) e o SIGEF (Sistema de Gestão Fundiária), são exemplos de inovação tecnológica desenvolvidas para atender a dimensão e complexidade das atividades dos órgãos envolvidos, como o IBGE, o Ministério do Meio Ambiente, o

Comando do Exército e o INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), respectivamente.

Entretanto o processo de modernização não se restringe apenas a ações macro, de impacto nacional. No contexto do INCRA, por exemplo, é possível modernizar processos e atividades com o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem questões específicas, dentro de setores de uma superintendência regional ou ainda de unidades avançadas, com atuação mais restrita. É nesse contexto que se enquadra o problema de pesquisa dessa dissertação.

A pergunta que motivou esse trabalho foi: “Como reformular o procedimento de busca e disponibilização de informações presentes no acervo fundiário¹ do INCRA-PR?”.

A pesquisa, efetuada na modalidade de estudo de caso, utilizou dados empíricos da autarquia pelo fato de o autor ser servidor do INCRA – autarquia federal responsável pela regularização fundiária em faixa de fronteira² – e atuar na Unidade Avançada Iguaçu, situada no município de Cascavel-PR.

A demanda frequente por documentos ou peças técnicas (plantas e memoriais descritivos) de áreas regularizadas incentivou o autor a buscar alternativas que pudessem otimizar o fluxo de trabalho do escritório. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo geral apresentar uma proposta de modernização do acervo fundiário do INCRA-PR.

Os objetivos específicos da pesquisa são: mapear o processo de atendimento de demandas relativas ao acervo fundiário do INCRA; propor uma solução de SIG para a Unidade Avançada Iguaçu; validar uma aplicação piloto para gestão do acervo na unidade.

Desse modo, buscando alcançar os objetivos desse trabalho o texto encontra-se estruturado em sete capítulos. O Capítulo 2 contextualiza o tema de fundo que é a regularização fundiária em faixa de fronteira internacional. Nesse capítulo são descritos os conceitos de faixa de fronteira, tipos de regularização fundiária e os órgãos responsáveis por sua execução, com destaque ao INCRA. O Capítulo 3 traz uma revisão da literatura, que objetivou investigar o desenvolvimento de soluções SIG para o Serviço Público, contribuindo para identificar o tímido quantitativo de pesquisas nessa área nos últimos cinco anos e os principais *softwares* utilizados para análise espacial e geração de mapas.

1 Acervo fundiário refere-se ao conjunto de documentos resultantes de processo de regularização fundiária.

² Atribuição designada pelo Decreto nº 85.064/80, que regulamenta a Lei nº 6.634, de 2 de maio de 1979, que dispõe sobre a Faixa de Fronteira

² Atribuição designada pelo Decreto nº 85.064/80, que regulamenta a Lei nº 6.634, de 2 de maio de 1979, que dispõe sobre a Faixa de Fronteira

O Capítulo 4 apresenta uma pesquisa realizada junto às SRs do INCRA que atuam na faixa de fronteira, que trouxe informações relevantes a respeito da estrutura e forma de trabalho dessas SRs para a realização da regularização fundiária, ajudando a reforçar a necessidade de modernização dos procedimentos com uso de ferramentas tecnológicas. O Capítulo 5 aborda os desafios para atingir os outros objetivos específicos, apresentando os procedimentos realizados para informatização do acervo e estruturação dos documentos em arquivos PDF pesquisáveis e a modelagem de uma solução SIG a partir de um banco de dados geográfico.

No capítulo 6 é apresentado o desenvolvimento e validação de uma aplicação web junto a funcionários do escritório da Unidade Avançada Iguaçu, em Cascavel, atingindo o último objetivo específico proposto e por fim no Capítulo 7 são apresentadas as conclusões resultantes da pesquisa como um todo.

Essa pesquisa justifica-se pelo fato de produzir informações desconhecidas dentro da autarquia a respeito da modernização de um processo comum a várias SRs e que poderá ser replicado, de acordo com a necessidade ou característica de cada estado. E justifica-se também por trazer dados a respeito do desenvolvimento de soluções SIG no Serviço Público brasileiro, tema esse pouco abordado na literatura acadêmica.

2. REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA EM FAIXA DE FRONTEIRA

Esse trabalho permeia uma política pública pouco discutida no Brasil, que é a regularização fundiária na faixa de fronteira. A regularização fundiária costuma ser mais debatida no ambiente governamental e pouco estudada fora dele.

Mas antes de se apresentar e discutir propostas de inovações e/ou melhorias no desenvolvimento de atividades voltadas à regularização fundiária é necessário conhecer os componentes desse processo. Nesse capítulo são apresentados os conceitos, os atores envolvidos e o contexto em que se enquadra essa política pública.

A regularização fundiária, de um modo geral, se caracteriza pela emissão de títulos de propriedade a posseiros de áreas rurais ou urbanas. Nas áreas rurais situadas na faixa de fronteira internacional, a responsabilidade é do Governo Federal e a regularização fundiária se dá pelo INCRA. Em áreas rurais fora da faixa de fronteira internacional a regularização fundiária é executada pelos órgãos de terras estaduais e, por fim, em áreas urbanas, a regularização é efetuada por secretarias municipais, conforme ilustra o quadro 1.

Quadro 1 - Execução da regularização fundiária

Ação	Regularização fundiária		
Tipo	Rural, faixa de fronteira	Rural, fora da faixa de fronteira	Urbana
Responsabilidade	Governo Federal	Governos Estaduais	Municípios
Execução	INCRA	Órgãos de Terras	Secretarias Municipais

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

2.1 O INCRA

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, autarquia federal do Poder Executivo ligada ao Ministério do Desenvolvimento Agrário é o órgão responsável pela reforma agrária e pelo ordenamento fundiário do Brasil.

O gerenciamento e a promoção do ordenamento da estrutura fundiária nacional são atribuições do INCRA por meio do cadastro nacional e da certificação de imóveis rurais.

O Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) compreende o cadastro de imóveis rurais, de proprietários e detentores de imóveis rurais, de arrendatários e parceiros rurais, de terras públicas e de florestas públicas³.

A certificação do georreferenciamento do imóvel rural, criada pela Lei 10.267 de 2001 e realizada exclusivamente pelo INCRA, é a garantia de que os limites de determinado imóvel não se sobrepõem a outros e que a realização do georreferenciamento obedeceu a especificações técnicas legais⁴.

O INCRA atua também na regularização fundiária de áreas públicas federais no meio rural e na regularização de territórios para comunidades remanescentes de quilombos. Além disso é o responsável por definir os critérios para a fixação da fração mínima de parcelamento e do módulo fiscal, que são índices diariamente utilizados no meio rural, assim como a aquisição de imóveis rurais por estrangeiros⁵. Com atuação nacional, o INCRA possui 29 SRs (Superintendências Regionais) das quais 11 ficam em estados que possuem divisas internacionais, incluindo a superintendência regional do Paraná. A figura 1 demonstra a distribuição das SRs do INCRA no território nacional.

Figura 1 - Distribuição das SRs do INCRA no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

No estado do Paraná o INCRA conta com a Sede situada em Curitiba e com a Unidade Avançada Iguaçu, situada no município de Cascavel.

³ Disponível em: <https://www.gov.br/conecta/catalogo/apis/sncr-sistema-nacional-de-cadastro-rural>.

⁴ Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/certificacao-imoveis>.

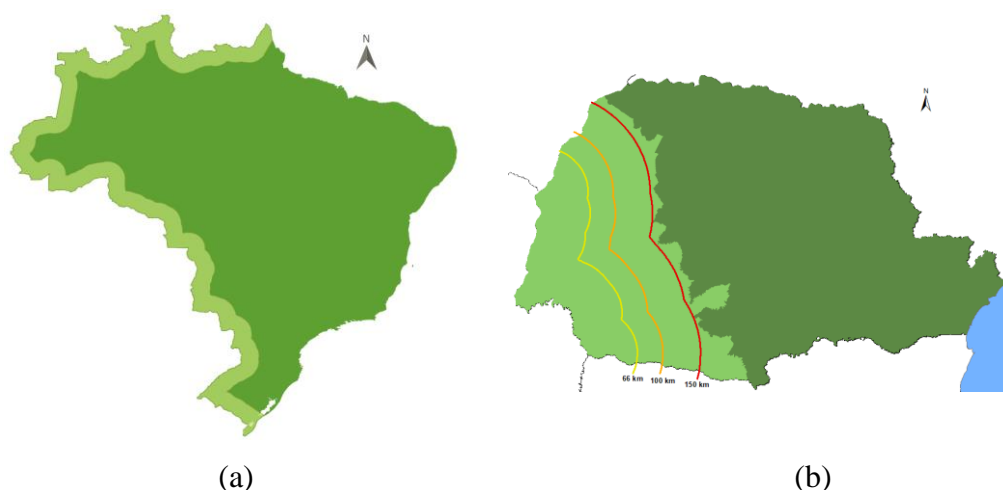
⁵ Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/governanca-fundiaria>.

2.2 A FAIXA DE FRONTEIRA INTERNACIONAL

Faixa de fronteira internacional corresponde à porção de terras, delimitada geograficamente, paralela aos limites internacionais. A faixa de fronteira internacional do Brasil se estende por 15.719 km, abrange 11 unidades da federação e separa o país de nove países e do Departamento Ultramarino da Guiana Francesa (CORDEIRO, 1989).

No Paraná, a faixa de fronteira internacional corresponde a 501km e abrange 139 dos 399 municípios. Nas figuras 2(a) e 2(b) é possível observar a distribuição da faixa de fronteira internacional ao longo do Brasil e ao longo do estado do Paraná.

Figura 2 - Faixas de fronteira: no Brasil (a); no Paraná (b)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Se estendendo de norte a sul do país, a primeira menção a essa faixa de terras vem da Lei Imperial de Terras nº 601, de 1850 (BRASIL, 1850), que dispunha sobre as terras do Império. Em seu artigo 1º, trazia que eram proibidas as aquisições de terras devolutas por outro título que não fosse o de compra, com exceção às terras situadas na faixa de 10 léguas (66 km) a partir das divisas com os países vizinhos.

A mesma lei ainda trouxe outro conceito importante até hoje, que é o de terras devolutas, base da regularização fundiária:

São terras devolutas:

§ 1º As que não se acharem applicadas a algum uso publico nacional, provincial, ou municipal.

§ 2º As que não se acharem no dominio particular por qualquer titulo legitimo, nem forem havidas por sesmarias e outras concessões do Governo Geral ou Provincial, não incursas em commisso por falta do cumprimento das condições de medição, confirmação e cultura.

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

§ 4º As que não se acharem occupadas por posses, que, apesar de não se fundarem em titulo legal, forem legitimadas por esta Lei. (BRASIL, 1850).

Na Constituição Federal de 1934, essa faixa passou para 100 km, e foi instituída a necessidade de consulta ao Conselho Superior da Segurança Nacional para qualquer concessão de terras e vias de comunicação nesta região. Nesse normativo já é notória a preocupação com as questões sanitária, aduaneira e de defesa nacional.

Já na Constituição Federal de 1937, essa faixa passou para 150 km de largura, mantendo-se a necessidade de consulta ao Conselho Superior de Segurança Nacional para a concessão de terras e vias de comunicação.

Na Lei nº 2.597/55, essa faixa foi chamada de “zona indispensável à defesa do país”, recebendo atenção diferenciada, com a criação da Comissão Especial de Faixa de Fronteira, para tratar de temas inerentes à essa região.

Somente em 1979 com a publicação da Lei nº 6.634/79 (BRASIL, 1979), que a faixa de fronteira internacional oficialmente passou a ser assim chamada:

É considerada área indispensável à Segurança Nacional a faixa interna de 150 Km (cento e cinquenta quilômetros) de largura, paralela à linha divisória terrestre do território nacional, que será designada como Faixa de Fronteira. (BRASIL, 1979, art. 1º).

Como é possível observar ao longo dos anos, a faixa de fronteira internacional, além de possuir caráter de segurança, (para evitar invasões, por exemplo), possuía também um caráter colonizatório pois, pela distância das capitais e grandes centros urbanos, necessitava ser povoada, tanto para garantir a soberania nacional, quanto para prover infraestrutura que proporcionasse condições de vida para a população que ali se instalaria.

2.3 TITULAÇÃO EM FAIXA DE FRONTEIRA INTERNACIONAL

O procedimento de regularização fundiária em faixa de fronteira internacional se dá mediante a titulação por parte do INCRA, de uma porção de terras ao seu ocupante no sentido de garantir seu domínio legal, trazendo segurança jurídica e acesso a linhas de crédito e demais direitos inerentes aos produtores rurais. Apesar da aparente simplicidade esse processo envolve uma série de requisitos legais e etapas técnicas e administrativas até sua conclusão. Nesse item

são apresentados os atos normativos vigentes para sua execução, assim como um breve histórico dessa atividade no estado. O quadro 2 ilustra os tipos de titulação no estado do Paraná.

Quadro 2 - Titulação no estado do Paraná

Titulação	Ratificação	Situação especial
O INCRA emite um título de propriedade	O INCRA reconhece um título de propriedade emitido pelo estado	O INCRA emite um título de propriedade (casos específicos)
Lei nº 11.952/09	Lei nº 13.178/15	Dec. Lei nº 1.942/82
Decreto nº 10.592/20	IN a ser definida*	IN nº 113/21
IN nº 104/09	*(ADI 5.623)	BRAVIACO

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

2.3.1 Regularização Via Titulação

Atualmente a regularização fundiária é regida pela lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009, regulamentada pelo Decreto nº 10.592, de 24 de dezembro de 2020 e seus procedimentos são descritos na Instrução Normativa INCRA nº 104/2009⁶.

Em seu artigo 3º, a Lei nº 11.952 traz que:

Art. 3º São passíveis de regularização fundiária nos termos desta Lei as ocupações incidentes em terras:

- I - discriminadas, arrecadadas e registradas em nome da União com base no art. 1º do Decreto-Lei nº 1.164, de 1º de abril de 1971;
- II - abrangidas pelas exceções dispostas no parágrafo único do art. 1º do Decreto-Lei nº 2.375, de 24 de novembro de 1987;
- III - remanescentes de núcleos de colonização ou de projetos de reforma agrária que tiverem perdido a vocação agrícola e se destinem à utilização urbana;
- IV - devolutas localizadas em faixa de fronteira; ou
- V - registradas em nome do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - Incra, ou por ele administradas. (BRASIL, 2009).

Em complementação, o Decreto nº 10.592/20 que regulamentou a Lei nº 11.952, traz as demais áreas passíveis de regularização, como ocupações fora da Amazônia Legal⁷ nas áreas

⁶ Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-104-de-29-de-janeiro-de-2021-301790223>.

⁷ A Amazônia Legal é uma região que abrange 772 municípios de 9 estados brasileiros, de Mato Grosso até o Maranhão. Foi criada para promover o desenvolvimento incluyente e sustentável e a integração competitiva da base produtiva regional na economia nacional e internacional. (IBGE, 2023). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>.

do INCRA ou sob sua gestão e áreas remanescentes de projetos de colonização, independentemente de sua localização.

Além de apresentar as áreas passíveis de regularização, o arcabouço legal traz também os requisitos que devem ser atendidos pelos ocupantes, a forma de avaliação do preço do imóvel, tipo de documento a ser emitido e condições que devem ser contempladas no documento, entre outros detalhes regulatórios.

Para a devida execução do previsto em lei são necessários procedimentos administrativos que devem ser seguidos pela administração pública. Desta forma são publicados atos normativos que norteiam a ação dos órgãos públicos na execução de suas atividades. No âmbito do INCRA, para a execução da regularização fundiária, é seguida a Instrução Normativa nº 104, de 29 de janeiro de 2021.

A IN nº 104 estabelece as diretrizes e etapas dos procedimentos administrativos e técnicos aplicáveis na regularização fundiária, por exemplo, a análise das ocupações por sensoriamento remoto, verificação das informações declaradas pelo solicitante com outras bases de dados do Governo Federal e realização de vistoria presencial, quando necessário.

Concluídas as etapas do processo administrativo e cumpridas todas as exigências legais, o INCRA emite um documento que pode ser um título definitivo – quando se tratar de uma área devoluta ou de domínio do INCRA - ou uma CDRU (Concessão de Direito Real de Uso), quando se tratar de um imóvel inalienável⁸.

2.3.2 Regularização Via Ratificação de Títulos

A ratificação é um procedimento administrativo que visa regularizar áreas com origem em títulos de alienação ou de concessão de terras devolutas expedidos pelos Estados em faixa de fronteira internacional que, dependendo da localização e da época em que foram emitidos, não possuem validade.

Atualmente esse procedimento é regido pela Lei nº 13.178/15, que traz:

Art. 3º A ratificação prevista nos arts. 1º e 2º alcançará os registros imobiliários oriundos de alienações e concessões de terras devolutas:

I - federais, efetuadas pelos Estados:

a) na faixa de até sessenta e seis quilômetros de largura, a partir da linha de fronteira, no período compreendido entre o início da vigência da Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, de 24 de fevereiro de 1891, até o início da vigência da Lei nº 4.947, de 6 de abril de 1966 ; e

⁸ Artigos 2º e 3º da IN nº 104, de 29 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-104-de-29-de-janeiro-de-2021-301790223>.

- b) na faixa de sessenta e seis a cento e cinquenta quilômetros de largura, a partir da linha de fronteira, no período compreendido entre o início da vigência da Lei nº 2.597, de 5 de julho de 1955, até o início da vigência da Lei nº 4.947, de 6 de abril de 1966 ;
- II - estaduais, efetuadas pelos Estados sem prévio assentimento do Conselho de Segurança Nacional:
- a) na faixa de sessenta e seis a cem quilômetros de largura, a partir da linha de fronteira, no período entre o início da vigência da Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, de 16 de julho de 1934, até o início da vigência da Lei nº 2.597, de 5 de julho de 1955 ; e
- b) na faixa de cem a cento e cinquenta quilômetros de largura, a partir da linha de fronteira, no período entre o início da vigência da Constituição dos Estados Unidos do Brasil, de 10 de novembro de 1937, até o início da vigência da Lei nº 2.597, de 5 de julho de 1955. (BRASIL, 2015).

A Lei nº 13.178/2015 ratificou de uma só vez as áreas que tiveram seus registros imobiliários inscritos no Registro de Imóveis até a data de sua publicação e que possuem menos de 15 módulos fiscais⁹, excetuando-se as áreas que estejam com seu domínio questionado administrativa ou judicialmente, ou ainda que estejam passando por processo de desapropriação para fins de reforma agrária.

O texto da Lei nº 13.178/2015 sofreu duras críticas quando foi publicada, por simplificar demais o processo de ratificação e teve sua constitucionalidade questionada no STF (Supremo Tribunal Federal) por meio da ADI (Ação Direta de Inconstitucionalidade) nº 5623¹⁰. O acórdão da decisão do STF foi publicado em dezembro de 2022 e julgou procedente em parte a ação de inconstitucionalidade.

Foi fixado como condição para a ratificação de registros imobiliários, além dos requisitos formais previstos na Lei nº 13.178/2015, que os imóveis rurais se submetam à política agrícola, ao plano nacional de reforma agrária previstos na Constituição Federal e dos demais dispositivos constitucionais que protegem os bens imóveis que atendam a sua função social (BRASIL, 2022). Essa decisão irá desencadear a publicação de novos normativos para que o INCRA possa executar esse tipo de titulação.

⁹ Módulo fiscal é uma unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA para cada município, levando-se em conta diversos fatores que influenciam a viabilidade econômica da unidade produtiva. É utilizado para classificar os imóveis rurais quanto ao tamanho, na forma da Lei nº 8629/93. Pequena propriedade, quando o imóvel tem área compreendida entre 1 e 4 módulos fiscais e média propriedade, quando o imóvel tem área superior a 4 e até 15 módulos fiscais. (BRASIL, 1993). Serve também para definir os beneficiários do PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar).

¹⁰ ADI 5623, NÚMERO ÚNICO: 0062144-62.2016.1.00.0000. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=5091463>.

2.3.3 Situações Especiais

Ao longo dos anos, com as mudanças de governo e de legislação, algumas situações ficaram sem guarida legal por questões de litígio ou necessidade de normativos específicos. Por se tratar de situações especiais seus processos administrativos ficaram sobrestados à espera de decisões no Poder Legislativo ou do Judiciário.

No estado do Paraná, a “questão BRAVIACO” se situa nessa condição. Os processos de áreas que se situavam nos imóveis que faziam parte da BRAVIACO ficaram sobrestados até a publicação de novos normativos.

O caso em questão trata de um litígio entre o estado do Paraná e a União por áreas que haviam sido concedidas pelo estado à Companhia Estrada de Ferro São Paulo-Rio Grande e que foram transferidas à Companhia Brasileira de Viação e Comércio Braviaco, pela anulação dos contratos com a primeira, pelo Interventor Federal do Estado do Paraná, após a Revolução de 1930.

Acontece que a União incorporou ao Patrimônio Nacional a rede da Cia. São Paulo-Rio Grande e as suas terras situadas nos Estados do Paraná e Santa Catarina, assim como seus bens e direitos, revogando o ato do estado.

Ao fim e ao cabo, as áreas acabaram sendo reconhecidas como sendo da União por decisão do STF, por meio da Apelação Cível nº 9621-1-PR. Desta forma, os imóveis que se situam nas áreas objeto desta ação necessitam de procedimento diferenciado para sua regularização.

Atualmente a regularização fundiária das áreas que fazem parte da “questão BRAVIACO” seguem os ritos do Decreto-Lei nº 1.942/82 e Instrução Normativa INCRA nº 113, de 22 de dezembro de 2021.

2.4 O ACERVO FUNDIÁRIO

Após o procedimento de regularização fundiária executado pelo INCRA, o título de propriedade, a planta e o memorial descritivo do lote rural são arquivados em livros, constituindo um acervo fundiário. Esse acervo, além de possuir relevância histórica por retratar a atuação do Governo Federal na faixa de fronteira, possui também utilidade prática, pois contempla os documentos necessários para registro das áreas nos cartórios de imóveis e para a identificação dos limites dos lotes. A figura 3 ilustra alguns livros fundiários.

Figura 3 - Exemplo de livros fundiários



Fonte: O autor (2021)

Os livros fundiários são organizados por um índice alfanumérico e sua localização se dá por ficha de registro. A figura 4 ilustra a forma de armazenamento.

Figura 4 - Armazenamento do acervo fundiário

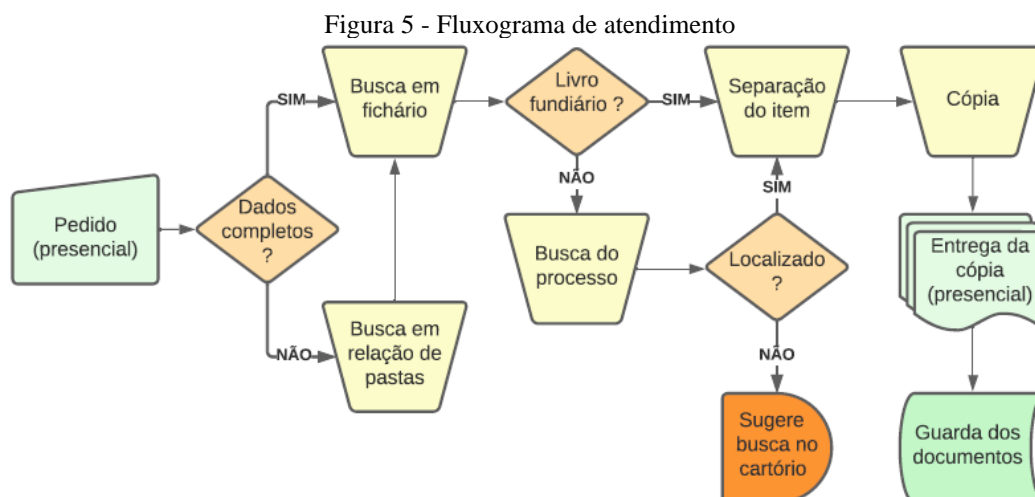


Fonte: O autor (2021)

2.5 MAPEAMENTO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO

Para a caracterização do acervo e o planejamento dos trabalhos foi realizado um mapeamento do processo de atendimento realizado na Unidade Avançada Iguazu, com relação a fornecimento de documentos presentes no acervo fundiário.

As etapas foram analisadas e organizadas em um fluxograma, como pode ser observado na figura 5. Toda solicitação de documentos constantes nos livros fundiários, seja ela interna ou externa, segue um fluxo de trabalho que possui diversas fases, de acordo com as informações fornecidas pelo solicitante ou do objeto a ser localizado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Após o recebimento do pedido, se o interessado forneceu o nome do titulado, a busca se inicia num arquivo de fichas, onde os títulos estão organizados em ordem alfabética. Caso o interessado tenha apresentado somente o número do lote e a gleba onde ele se localiza, é necessário fazer uma busca prévia em uma relação em separado, para identificar o detentor.

Com os dados completos, passa-se para a busca do livro fundiário correspondente para a separação do item. Caso o livro fundiário não seja localizado, é necessário fazer uma busca pelo processo de titulação, que se encontra arquivado em outro local, seguindo outro índice para localização.

Após a entrega da cópia ao interessado os originais retornam ao acervo. Mesmo se tratando de procedimentos simples ao se observar esse fluxo são percebidos alguns problemas, como as diferentes fontes de busca necessárias para a localização de um item, tornando o atendimento moroso; assim como o trânsito por diversos ambientes, o que pode levar ao extravio de documentos.

Ao fim do mapeamento do processo de atendimento, percebe-se que o acervo fundiário do INCRA possui característica espacial, tendo em vista arquivar dados de áreas rurais que necessitam ter sua localização e dimensões conhecidas (pelos mapas e memoriais descritivos), aliadas à guarda de documentos de propriedade que possuem informações literais (títulos de domínio).

Desta maneira a modernização do processo aponta para soluções geoespaciais como os SIG, que possuem características que podem contribuir para o armazenamento, tratamento e disponibilização desses dados.

Para avaliar a utilização desse tipo de solução se mostrou salutar realizar uma revisão sistemática da literatura a respeito do desenvolvimento de SIG no Serviço Público, buscando

encontrar publicações que demonstrassem a aplicabilidade dessa ferramenta, auxiliando no processo de desenvolvimento de uma solução voltada ao INCRA.

A revisão contribuiu no sentido de se conhecer o uso de SIG pelo poder público, assim como demonstrar os *softwares* mais utilizados e os tipos de pesquisas que possuem aplicabilidade por órgãos públicos. O próximo capítulo trará os procedimentos e os resultados da revisão efetuada.

3. SOLUÇÕES SIG NO SERVIÇO PÚBLICO

Visando conhecer a produção científica acerca do desenvolvimento de soluções SIG no poder público brasileiro para visualizar um panorama a respeito do desenvolvimento e aplicação dessa ferramenta, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

Conforme exposto por Kitchenan (2007), a RSL (Revisão Sistemática da Literatura) é um meio de identificação, avaliação e interpretação das pesquisas disponíveis, relevantes para uma determinada questão, área temática ou fenômeno de interesse. Tal procedimento pode identificar lacunas de pesquisa ou ainda sugerir novos temas de investigação sobre determinado assunto.

Uma RSL é composta pelas etapas de planejamento, no qual são traçados os objetivos, questões a serem pesquisadas e detalhes do protocolo; condução, que trata da identificação e seleção dos estudos, com posterior extração e sintetização dos dados; e publicação dos resultados. Para a execução dessa RSL foi utilizada a plataforma Parsifal¹¹, que segue essa metodologia para a construção da revisão sistemática de maneira estruturada.

3.1 PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

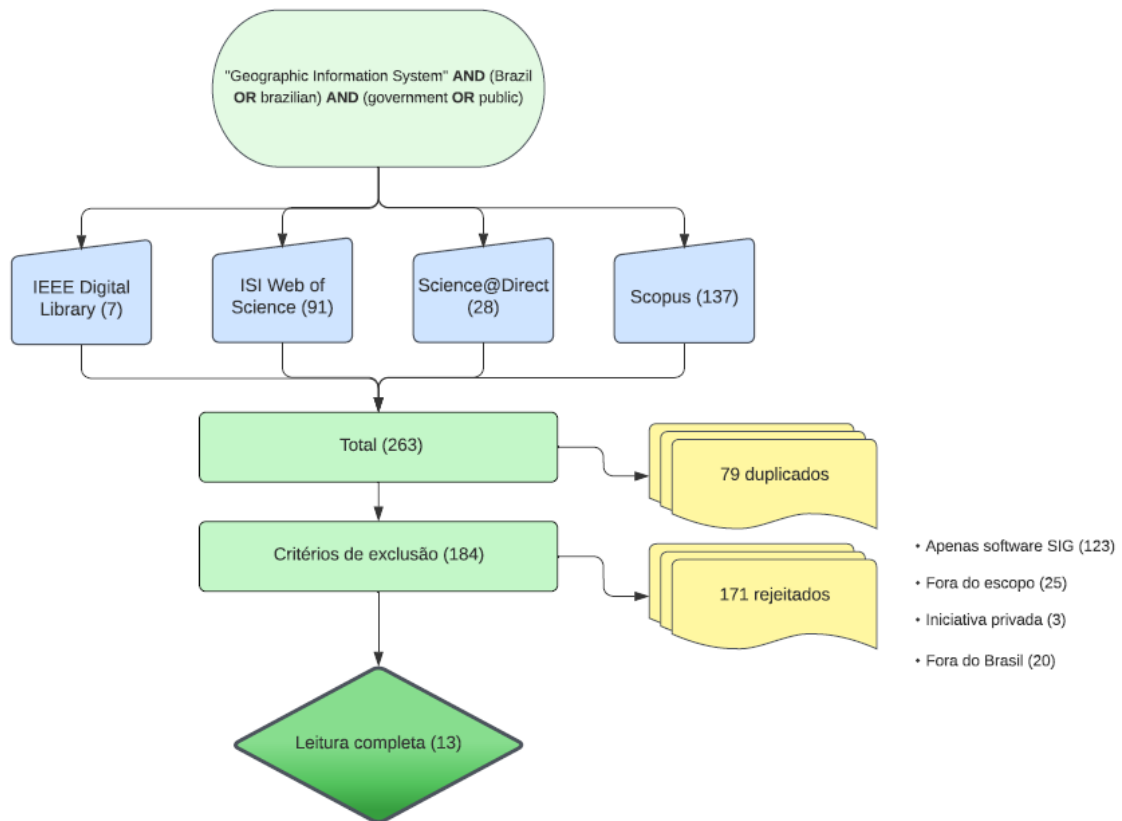
A RSL realizada buscou respostas para as questões: “Qual esfera pública desenvolveu SIG?” e “Qual campo de aplicação reúne pesquisas sobre SIG no Brasil?”.

Para encontrar artigos que pudessem refletir o cenário proposto, foi utilizada a seguinte *string* de busca: “*Geographic Information System*” AND (*Brazil* OR *brazilian*) AND (*government* OR *public*), com recorte temporal dos últimos cinco anos (2018 a 2022). Foram definidas como bases de dados indexadas a IEEE Digital Library, ISI Web of Science, Science Direct e Scopus.

A figura 6 apresenta um fluxograma que resume o processo de condução do protocolo.

¹¹ Disponível em: <https://parsif.al/>.

Figura 6 - Fluxo de trabalho da revisão



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para a seleção de artigos relacionados com o interesse foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: artigos que descrevessem o desenvolvimento de soluções SIG, banco de dados, mapas web ou SIGweb e artigos que fossem aplicados ao contexto brasileiro. Para descartar os artigos retornados pela execução da *string* de busca não alinhados com o interesse dessa RSL, foram considerados os seguintes critérios de exclusão: artigos que não estivessem no idioma inglês ou em português; artigos que fossem destinados à iniciativa privada; e artigos que somente usaram *softwares* SIG para análise espacial ou geração de mapas.

3.2 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE ESTUDOS

A *string* de busca foi aplicada às bases de dados. A pesquisa, considerando o intervalo temporal de cinco anos, resultou em 263 trabalhos divididos entre as quatro bases de dados e distribuídas conforme mostrado na figura 8. Na sequência foram identificados e excluídos 79 artigos duplicados. Os demais artigos, 184 tiveram seus títulos e resumos lidos considerando os critérios de inclusão e exclusão. Os artigos que foram excluídos por “somente usarem *softwares* SIG para análise espacial ou geração de mapas” tiveram suas seções de metodologia lidos para

identificar qual *software* SIG foi usado com o intuito de enriquecer a discussão com os dados coletados.

São escassos na literatura acadêmica dados a respeito do uso de geotecnologias pelas administrações públicas no Brasil. Gavlak e Barroso (2022) trazem que, no Governo Federal brasileiro não são conhecidas as principais aplicações e atores públicos e privados envolvidos no uso de geotecnologias. A RSL corroborou com essa realidade e somente 13 artigos das bases de dados consideradas descreveram o desenvolvimento de soluções SIG, banco de dados, mapas web ou SIGweb. Estes artigos (tabela 1) foram lidos na íntegra visando construção do panorama a respeito das questões colocadas como objetivo dessa RSL.

Tabela 1 - Artigos selecionados para leitura na íntegra

ID	Artigo
1	"Tô de Olho: Geographic information system with public participation for mapping of urban disorders" (HOLANDA <i>et al.</i> , 2019).
2	"Environment for analysis of rural school transportation: A case study in Espírito Santo/Brazil" (PORTO, M.F. <i>et al.</i> , 2017).
3	"Enabling spatial queries in open government data portals" (VASCONCELOS, P. A. F <i>et al.</i> , 2017).
4	"A Smarter sidewalk-based route planner for wheelchair users: An approach with open data" (KOZIEVITCH, N. P. <i>et al.</i> , 2017).
5	"The adoption of the One Health approach to improve surveillance of diseases in Foz do Iguaçu, Brazil" (LEANDRO, A. S. <i>et al.</i> , 2021).
6	"Geographic Information System with Public Participat on IoS System" (DA SILVA, M. R. <i>et al.</i> , 2017).
7	"Comune - An Android Application for Applying Surveys to and Collecting Reports from Public Service Users" (DE BRANCO, W. G. e HOLANDA, M. T., 2017).
8	"The use of information technology in surveillance and denunciations of the use of water resources" (ALVES, A. L. F. <i>et al.</i> , 2018).
9	"Update the legend of the reconnaissance soil map of E.S. state and the implementation of Geobases interface for data usage in GIS" (CUNHA, A. M. <i>et al.</i> , 2017).
10	"Landslide susceptibility mapping for transmission lines: dynamic monitoring, analysis and alerts for extreme natural events" (JUNQUEIRA, A.M. <i>et al.</i> , 2020).
11	"PPGIS as an urban planning tool around airports" (SANTOS, G. S. <i>et al.</i> , 2018).
12	"Tridimensional geotechnical database modeling as a subsidy to the standardization of geospatial geotechnical data" (OLIVEIRA, B. R. <i>et al.</i> , 2021).
13	"Spatial data in the Global South: A case study of alternative land management tools for cities with limited resources" (PEREZ, L. P. <i>et al.</i> , 2017).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Apesar de não fazer parte do escopo da RSL, a identificação dos *softwares* que vêm sendo utilizados para análise espacial e produção de mapas reuniu dados pouco conhecidos na literatura, conforme demonstrado a seguir.

Após a análise dos títulos e resumos dos 184 artigos e a aplicação dos critérios de exclusão, chegou-se a 171 artigos rejeitados. Entre os rejeitados, 72% foram por “somente usarem *softwares* SIG para análise espacial ou geração de mapas”, ou seja, por não apresentarem uma solução SIG.

Embora alguns conceitos de SIG tragam características que se confundem com as funções presentes nos *softwares*, os SIG são um conjunto de ferramentas para agrupar, armazenar, recuperar, transformar e apresentar dados espaciais do mundo real (BURROUGH, 1998). No entanto é importante haver uma distinção entre a ferramenta que é utilizada e o desenvolvimento de soluções SIG.

Cada uma das operações presentes no conceito de SIG incorpora diferentes níveis de complexidade dependendo do escopo e escala para os quais o sistema será utilizado. Em algumas situações a solução SIG pode envolver um banco de dados geográfico, um ou mais *softwares* e uso de linguagens de programação para customizar serviços na web, por exemplo, de maneira a atender as demandas do usuário. Já os *softwares* que manipulam dados espaciais trazem operações envolvendo a criação de mapas através da sobreposição de dados armazenados como tabelas com detalhes das características geográficas simbolizadas por pontos, linhas ou polígonos ou conjuntos de dados *raster* (por exemplo, fotografias) e suas coordenadas geográficas (FLETCHER-LARTEY e CAPRARELLI, 2016).

No passado distante, os *softwares* SIG eram acessíveis apenas a usuários especializados. Nas últimas duas décadas, isto se expandiu para uma gama de produtos disponíveis para muitos fins e tipos diferentes de usuários (HENRICO et al., 2022). Essa difusão de *softwares* à disposição de um número cada vez maior de interessados gera alguns equívocos a respeito dos SIG.

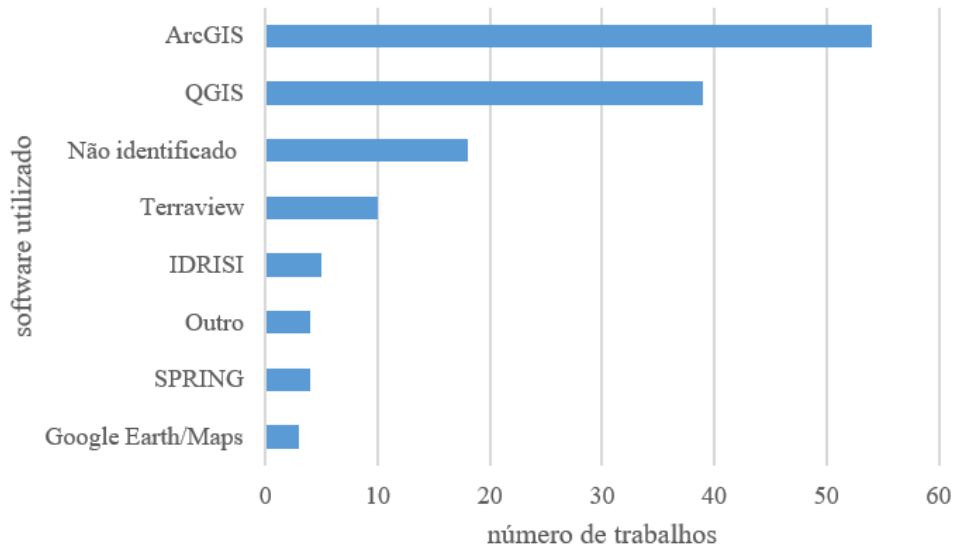
De acordo com DeMers (2005) a definição de SIG como *softwares* que manipulam dados espaciais é muito restritiva. Portanto é fundamental que os termos referentes à ciência de estudo e os *softwares* de manipulação de dados espaciais sejam dissociados, conforme os objetivos do trabalho que está sendo desenvolvido.

Essa RSL, por exemplo, buscou identificar trabalhos com foco no desenvolvimento de soluções SIG para o serviço público e não pesquisas que somente tenham utilizado *softwares* de manipulação de dados espaciais como apoio.

Os artigos que descreveram “somente a utilização de *software* SIG para análise espacial ou geração de mapas” foram dispensados da leitura integral, no entanto, tiveram suas seções de metodologia lidos com intuito de identificar qual *software* SIG foi usado.

Conforme mostrado no gráfico 1, os *softwares* mais usados para geração de mapas e ferramentas de geoprocessamento foram o *software* ArcGIS¹², utilizado em 54 trabalhos e o QGIS¹³, utilizado em 39 trabalhos dos 123 observados.

Gráfico 1 - *Softwares* utilizados nos trabalhos excluídos por “somente utilizar *software* SIG para análise espacial e geração de mapas”



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

3.3 EXTRAÇÃO E SINTETIZAÇÃO DOS DADOS

Para identificar as características presentes nos artigos selecionados foi utilizado um formulário de extração de dados, conforme apresentado no quadro 3.

¹² Software que fornece ferramentas para capturar, visualizar, editar, gerenciar, analisar e compartilhar dados no contexto da localização. Disponível em <https://www.esri.com/en-us/home>.

¹³ Software de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. É um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Disponível em https://qgis.org/pt_PT/site/.

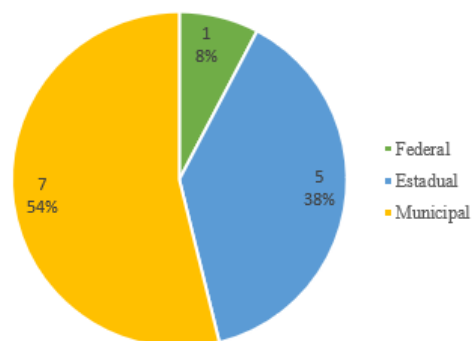
Quadro 3 - Formulário de extração de dados

Formulário de extração de dados	
Descrição	Valores
Tem potencial de aplicação por um órgão público ?	Sim Não
Aplicação em qual setor público?	Municipal Estadual Federal
Campo de aplicação	Educação Geologia Infraestrutura Meio Ambiente Políticas Públicas Saúde Segurança
Tipo de produto desenvolvido	Aplicativo para celular Banco de dados geográfico MapaWeb SIG desktop SIGWeb
Pesquisa para algum órgão público específico?	Sim Não
Softwares utilizados	ArcGIS AutocadMap Geoserver Google Earth/Maps MapServer OpenStreetMaps PostGIS QGIS SPRING Terraview IDRISI

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

De posse desses dados foi possível sintetizá-los para análise. A primeira análise realizada se dá quanto à esfera pública da aplicação descrita em cada pesquisa. Conforme mostra o gráfico 2, sete (53,85%) trabalhos analisados são voltados à esfera municipal; cinco (38,46%) à esfera estadual e apenas um para o serviço público federal.

Gráfico 2 - Esfera pública da aplicação



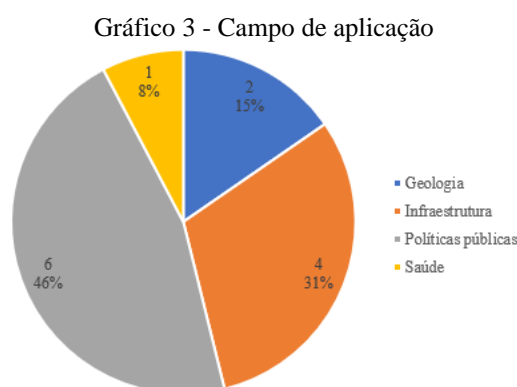
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Embora não haja evidências concretas sobre o que exatamente influenciou na marca expressiva de mais da metade dos artigos serem voltados à esfera municipal, observa-se que ocorreu um programa do governo brasileiro de extensão universitária - PROEXT 2007 – MEC / CIDADES que pode ter alavancado o desenvolvimento de soluções no âmbito municipal. Em uma das etapas deste programa, ocorreu o treinamento dos servidores dos municípios brasileiros nos temas relacionados a sensoriamento remoto, cartografia, sistema de posicionamento global e SIG (SCHUCH e LOCH, 2011).

A capacitação de pessoal e o avanço de ferramentas gratuitas de geoprocessamento podem ter criado esse ambiente de busca por soluções desenvolvidas dentro das prefeituras.

A investigação sobre a influência do programa PROEXT 2007 – MEC / CIDADES desponta como uma possibilidade de trabalhos futuros, pesquisando o impacto do programa no desenvolvimento de geotecnologias nas prefeituras brasileiras.

Com relação ao campo de aplicação, identificou-se que as pesquisas direcionaram seus esforços para Políticas Públicas, Infraestrutura, Geologia ou Saúde, distribuídos entre os artigos analisados na proporção ilustrada no gráfico 3.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No campo de aplicação “Políticas Públicas” a maioria dos trabalhos (46%) versa sobre criação de aplicativos para dispositivos móveis voltados à participação pública, ou seja, o próprio cidadão se conecta diretamente com o órgão público para informar sobre problemas ou a sua visão a respeito da administração pública. Tais pesquisas exploram o conceito de *Public Participation GIS* (PPGIS) que tem por objetivo envolver o público em geral a participar da produção de dados geográficos. As instituições públicas prestam serviços à população e os cidadãos têm um grande conhecimento sobre o local onde vivem ou trabalham, com potencial para gerar dados sobre tais locais (DA SILVA et al., 2017).

Seguindo a análise, a tabela 2 apresenta os tipos de produtos desenvolvidos nos trabalhos analisados. No contexto da RSL, entende-se por “produto” as “aplicações de *softwares* desenvolvidas pelos autores para alcançar os objetivos dos trabalhos”.

Tabela 2 - Tipo de produto desenvolvido

Produto	ID do artigo													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Aplicativo para celular	■					■	■	■						4
Banco de dados geográfico	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■	11
SIG desktop				■	■					■		■		4
SIG web	■	■		■		■		■	■	■	■			8
Mapa web													■	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Observando a tabela 2 percebe-se a predominância de desenvolvimento de Banco de Dados Geográfico (BDG) por onze dos treze trabalhos. O BDG é o componente de armazenamento de um SIG; ele estrutura e armazena os dados de forma a possibilitar a realização das operações de análise envolvendo os dados espaciais (ELMASRI e NAVATHE, 2015). Esse resultado, de certa forma, era esperado, tendo em vista que a pesquisa visa investigar o desenvolvimento de SIG e, como a base de um SIG geralmente é um banco de dados geográfico, é normal que esse seja um produto desenvolvido por onze dos treze trabalhos considerados.

Outro produto desenvolvido por mais da metade dos trabalhos analisados (oito trabalhos) é o SIG web. Um SIG web traz as funcionalidades de um SIG tradicional desktop para a internet. O ambiente web é mais intuitivo e não exige um grande conhecimento especializado para operação. As informações geoespaciais podem ser acessadas através de um browser e o uso pode ser inclusive por tablets e smartphones (FARGHER, 2018).

Alguns trabalhos (quatro) relataram o desenvolvimento de SIG desktop e outros quatro o desenvolvimento de aplicativos para celular. Para o uso de SIG desktop, o usuário precisa ter um *software* específico instalado no seu computador e é necessário que ele saiba operá-lo, geralmente demandando tempo para essa capacitação. No caso dos aplicativos para celulares, o usuário possui as funcionalidades de um SIG web mas em um programa específico para o sistema operacional nativo de seu aparelho.

Outro produto identificado na pesquisa, desenvolvido por um trabalho, foi o Mapa web. Mapa web consiste num mapa que é acessado via browser, podendo ser estático, interativo ou animado dependendo da sua forma de apresentação. Mapas estáticos são simplesmente uma imagem de um mapa em formato PNG ou JPEG. Mapas interativos permitem o usuário interagir

com a imagem, selecionando objetos e/ou pesquisando feições, por exemplo, e mapas animados são os que se movimentam ao serem selecionados ou por algum período específico, como nos mapas de previsão do tempo utilizados por programas de noticiários (DENT et al., 2008).

Para desenvolver soluções na área de geociências é necessário lançar mão de *softwares* que possibilitem a organização, edição e disseminação dos dados espaciais. Para visualizar a realidade encontrada quanto aos principais *softwares* utilizados, foram elencados na tabela 3 os sistemas presentes nos artigos selecionados. Não foram elencados os *softwares* de sistema, como sistemas operacionais, compiladores e linguagens de programação.

Tabela 3 - *Softwares* utilizados na pesquisa

<i>Software</i>	ID do artigo													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
ArcGIS									■	■				2
AutocadMap		■												1
Geoserver	■							■						2
GoogleEarth/Maps								■					■	2
MapServer											■			1
OpenStreetMaps	■			■				■						3
PostGIS	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■		11
QGIS				■	■							■	■	4
SPRING							■							1

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Conforme observa-se na tabela 3, o *software* mais utilizado no desenvolvimento dos produtos das pesquisas analisadas foi a extensão PostGIS do gerenciador de banco de dados PostgreSQL, seguida pelo *software* QGIS desktop.

Os SIG necessitam gerenciar dados espaciais, e para tanto, utilizam-se dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) para controle de integridade, concorrência de acessos, gerência de transações, entre outras tarefas. O PostgreSQL é um gerenciador de banco de dados objeto-relacional, gratuito e de código fonte aberto, que por meio de sua extensão espacial PostGIS consegue armazenar, acessar e analisar dados geográficos de formato vetorial (FERREIRA, 2003).

Diante da tradicional escassez de recursos financeiros dos órgãos públicos brasileiros, parece natural o uso de ferramentas gratuitas para o desempenho das atividades laborais, ainda mais as que envolvem desenvolvimento de aplicações com finalidades específicas. Isso explica o fato de sete dos nove *softwares* presentes nos artigos serem gratuitos, ficando a exceção para as plataformas ArcGIS, da ESRI e AutocadMAP, da Autodesk.

Dos 13 artigos analisados, oito desenvolveram soluções SIG que demonstraram potencial de aplicação no setor público e cinco tratam de soluções SIG desenvolvidas e já aplicadas em algum órgão público. Os treze trabalhos possuem características e foco na melhoria de serviços prestados pelo poder público à população. A tabela 4 apresenta as principais características e contribuições dos artigos analisados.

Tabela 4 - Resumo dos artigos selecionados

Artigo	Esfera pública	Campo de aplicação	Produto desenvolvido	Ferramentas utilizadas	Status	Características	Contribuição
1	Municipal	Políticas públicas	Aplicativo BDG	Geoserver OpenStreetMaps PostgreSQL/PostGIS	Potencial para aplicação	Participação popular; informar desordens urbanas; físicas, sociais e públicas.	Auxiliar prefeituras a identificar e corrigir problemas de infraestrutura, segurança e bem-estar social.
2	Estadual	Infraestrutura	BDG SIG web	AutoCADMap PostgreSQL/PostGIS	Aplicado	Plataforma para administração de transporte escolar rural.	Possibilita o governo do estado a gerir o transporte escolar rural, desde a visualização, cálculo de melhores rotas e até custos de operação.
3	Federal	Políticas públicas	BDG	PostgreSQL/PostGIS	Potencial para aplicação	Aplicação destinada a permitir consultas espaciais nos portais governamentais.	Melhoria dos portais de dados abertos de qualquer esfera para a localização de dados geoespaciais.
4	Municipal	Infraestrutura	BDG SIG SIG web	OpenStreetMaps PostgreSQL/PostGIS QGIS	Potencial para aplicação	Planejador de rotas voltado a cadeirantes baseado nos princípios de acessibilidade.	Auxiliar prefeituras a identificar e corrigir problemas de acessibilidade e disponibilizar o sistema para cadeirantes.
5	Municipal	Saúde	BDG SIG SIG	PostgreSQL/PostGIS QGIS	Aplicado	Plataforma para organização das operações do Centro de Controle de Zoonoses.	Possibilita o planejamento de ações do órgão municipal e o mapeamento de ocorrências.
6	Municipal	Políticas públicas	Aplicativo BDG	PostgreSQL/PostGIS	Potencial para aplicação	Participação popular; mapear a opinião da população em relação a serviços públicos.	Permite às prefeituras avaliar os serviços e equipamentos urbanos baseando-se nas notas dos usuários.
7	Municipal	Políticas públicas	Aplicativo BDG	PostgreSQL/PostGIS Spring	Potencial para aplicação	Participação popular; mapear a opinião da população em relação a serviços públicos.	As prefeituras podem cadastrar pesquisas de opinião direcionadas para saber como a população está avaliando os serviços.
8	Estadual	Infraestrutura	BDG SIG web	PostgreSQL/PostGIS	Aplicado	Sistema de fiscalização de recursos hídricos.	Permite ao órgão responsável acompanhar e fiscalizar o uso da água, inclusive com possibilidade de denúncias da população.
9	Estadual	Geologia	SIG web	ArcGIS	Aplicado	Interface geográfica específica sobre solos no sistema do estado.	Evitar duplicação de esforços e de recursos financeiros em atividades de levantamento, cadastro e de manutenção de banco de dados de solos do estado.
10	Estadual	Infraestrutura	SIG SIG web	ArcGIS PostgreSQL/PostGIS	Potencial para aplicação	Sistema dinâmico de monitoramento de deslizamento de terras com possibilidade de emissão de alertas.	Permite às empresas de energia o acompanhamento sobre deslizamento de terras em áreas de linhas de transmissão.
11	Municipal	Políticas públicas	SIG web	MapServer PostgreSQL/PostGIS	Potencial para aplicação	Sistema participativo para a população informar o nível de ruído próximo a aeroportos.	Prefeituras praticarem ações de bem-estar social e saúde pública em áreas próximas a aeroportos.
12	Estadual	Geologia	BDG SIG	PostgreSQL/PostGIS QGIS	Potencial para aplicação	Banco de dados tridimensional como subsídio para a padronização de dados geotécnicos.	Possibilita aos órgãos competentes a padronização e divulgação dos dados geotécnicos de maneira centralizada.
13	Municipal	Políticas públicas	BDG Mapa web	GoogleEarth/Maps QGIS	Aplicado	Geração de mapas digitais para localidades que não possuem base cartográfica.	Permite às pequenas prefeituras a regularização fundiária de áreas que não possuem mapeamento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os trabalhos de Holanda et al., (2019), da Silva et al., (2017), de Branco e Holanda (2017) e Santos (2018) tratam do desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis que permitem uma aproximação do público com o governo; possuem foco na participação direta da sociedade.

O trabalho de Santos et al., (2018) apresenta uma pesquisa sobre a opinião da população a respeito do nível de ruído próximo a aeroportos. Com acesso via browser o usuário visualiza um mapa contendo o arruamento, as curvas de ruído, imagens de satélite e o zoneamento e ocupação do solo no município de São José dos Campos-SP e pode indicar seu nível de incômodo e comentários, se preferir. Dessa forma foi possível identificar os níveis de aborrecimento da população.

O artigo de Fernandes et al., (2017) traz uma aplicação destinada a permitir consultas espaciais nos portais governamentais de dados abertos. Com a percepção de que os portais de dados abertos apenas executam pesquisas literais que tornam o processo de busca moroso, os autores propõem um modelo para tornar possível a busca e o retorno de dados geográficos nesses portais. Foi desenvolvido um modelo de um banco de dados geográfico que serve como base do sistema e que gerencia a busca e o retorno das informações procuradas.

Kozievitch et al., (2017) apresentam um planejador de rotas voltado a cadeirantes. Nem sempre a menor distância é o melhor caminho para um cadeirante se deslocar de um ponto a outro. Os autores desenvolveram um modelo de banco de dados geográfico que contém critérios e restrições que levam em consideração as condições das calçadas e rampas que existem no trajeto, por exemplo. Dessa forma o SIG desenvolvido traça a melhor rota baseando-se nos princípios de acessibilidade.

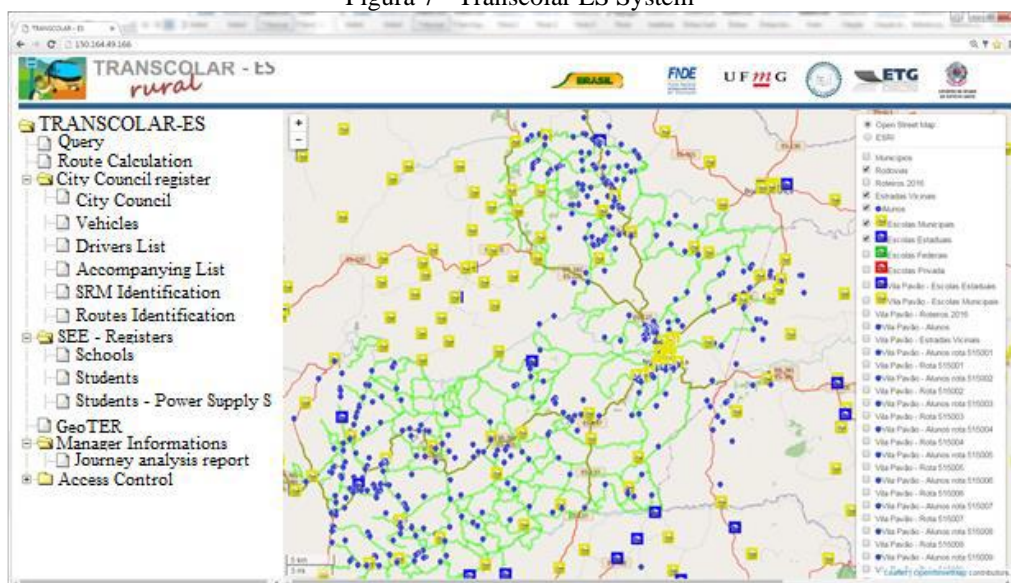
Junqueira et al., (2020) desenvolveram um sistema dinâmico de monitoramento de deslizamento de terras em regiões que contém linhas de transmissão. Agrupando todas as informações em um banco de dados geográfico foi possível elaborar um modelo de mapa de suscetibilidade que serve de base para o monitoramento. Uma plataforma web foi desenvolvida para acompanhamento e alertas, com acesso por usuários cadastrados.

O artigo de Oliveira et al., (2021) traz a modelagem de um banco de dados tridimensional como subsídio para a padronização de dados geotécnicos. Utilizando o modelo OMT-G os autores apresentam o banco de dados geográfico e o SIG desenvolvido, contendo a localização dos furos e dados dos solos, com a apresentação das seções geotécnicas em 3D de áreas do Distrito Federal (DF). Os autores indicam a necessidade de criação de bancos de dados geoespacial compatível com a infraestrutura de dados espaciais do DF e do Banco Nacional de Dados Espaciais para a divulgação dessas informações.

Porto et al., (2017) pesquisaram um ambiente SIG para gestão do transporte escolar rural no estado do Espírito Santo. Visando um melhor uso dos recursos públicos, uma parceria entre a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o Governo do Estado do Espírito Santo decidiram desenvolver uma plataforma SIG a partir de um banco de dados geográfico que contém dados de estudantes, escolas, estradas, veículos, rotas e pontos de parada.

A figura 8 traz uma tela do sistema, que permite a definição da melhor rota considerando a localização dos estudantes, as escolas, os veículos e as estradas disponíveis.

Figura 7 - Transcolar ES System

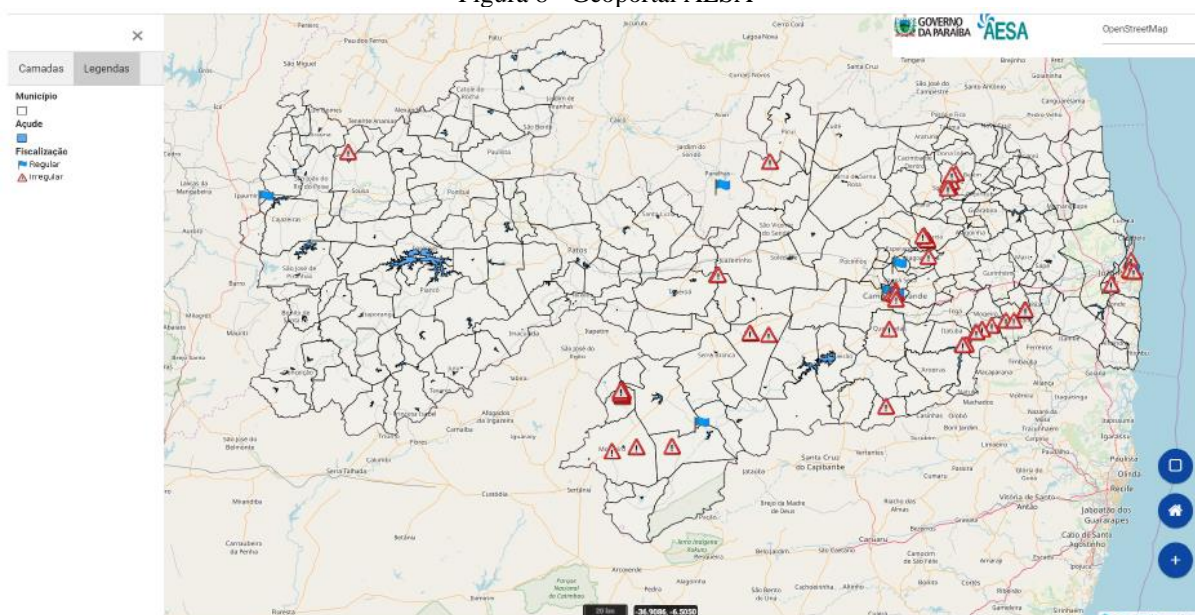


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Leandro et al., (2021) demonstram em seu artigo a modernização de procedimentos do Centro de Controle de Zoonoses de Foz do Iguaçu (CCZ-Foz), que foi chamado de método One Health. Esse método consiste em reorganizar os formulários de pesquisa, as equipes de campo, desenvolver um banco de dados geográfico, alimentado com todas as atividades conduzidas pelas equipes para planejamento de ações e a adoção de um SIG desktop para produção de mapas atualizados diariamente e análise espacial de ocorrências com animais infectados.

Já Alves et al., (2018) traz um projeto junto à Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs) para fiscalização do uso da água. Foram desenvolvidos um banco de dados geográfico, um aplicativo de celular para que os fiscais registrem as informações observadas em campo e um SIGweb chamado de Geoportal para gestão do sistema de fiscalização, inclusive com gerenciamento de denúncias recebidas pela internet. A figura 9 traz uma tela do sistema.

Figura 8 - Geoportal AESA



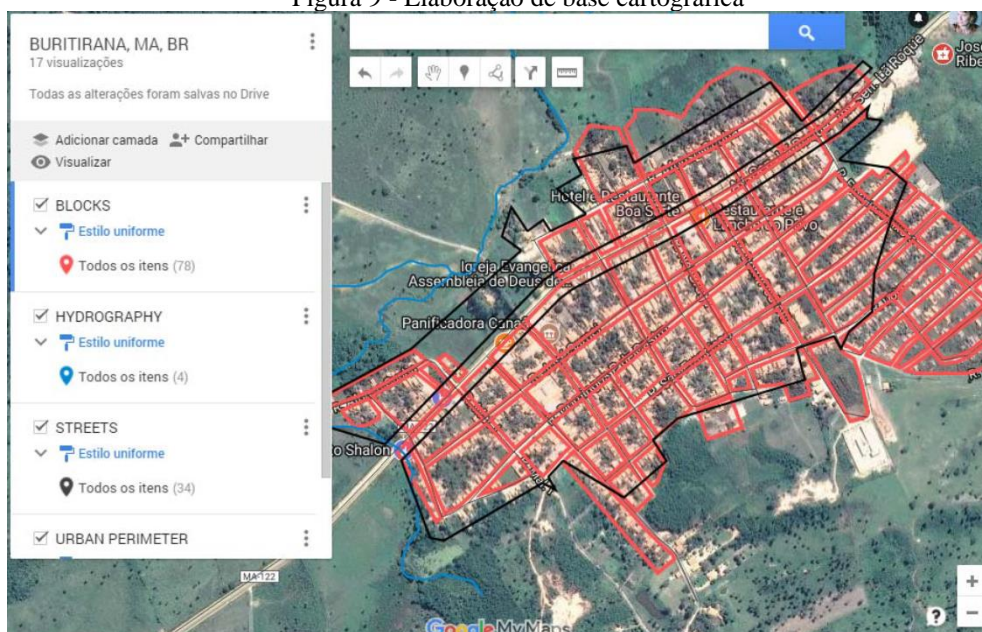
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Em Cunha *et al.*, (2017) são tratadas contribuições ao sistema Geobases (Sistema Integrado de Bases Geospaciais do Estado do Espírito Santo), com a construção de uma interface geográfica específica sobre solos, permitindo a inclusão e disponibilização de diversos dados dos atributos dos solos ao longo do tempo.

Perez *et al.*, (2017) tratam de uma parceria entre a Universidade do ABC e o Ministério das Cidades para implementar o Programa Federal de Regularização Fundiária “Papel Passado” em duzentos municípios brasileiros. Com aplicabilidade e implementação prática por meio de um projeto piloto, o estudo traz dados reais a respeito de desenvolvimento de um procedimento simplificado de geração de bases de dados georreferenciados em plataformas gratuitas para posterior utilização no programa de regularização fundiária.

A figura 10 ilustra o mapa das quadras de toda a área urbana de Buritirana determinada pela aplicação da metodologia descrita no artigo.

Figura 9 - Elaboração de base cartográfica



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando-se os resultados da RSL quanto ao desenvolvimento de soluções SIG separadamente por esfera pública, percebeu-se que o SIG vem sendo mais estudado em instâncias municipais, apesar de uma pequena diferença para os trabalhos a nível estadual. O menor número de trabalhos voltados à esfera federal corrobora com o descrito por Gavlak e Barroso (2022), que em sua pesquisa identificaram que o Governo Federal priorizou a compra de *software* pronto para uso ao invés de investir no desenvolvimento e customização de *software* livre entre os anos de 2011 e 2019, que abrange em parte o extrato temporal desse trabalho. Mesmo com essa preferência, existem diversas soluções, descritas em artigos identificados nesta RSL, que poderiam ser adequadas para uso em órgãos que atuam na esfera federal utilizando-se ferramentas livres e gratuitas.

Com relação ao campo de aplicação as Políticas Públicas e a Infraestrutura se destacam. A RSL mostrou que soluções SIG, principalmente baseadas em participação popular têm potencial de aplicação pelo poder público e poderiam ser utilizadas para aumentar a participação da sociedade não somente para avaliar serviços, mas também para ajudar nas tomadas de decisão e planejamento, auxiliando no processo de audiências públicas, por exemplo. No campo da Infraestrutura, foram identificados dois trabalhos com aplicação por órgãos públicos, sendo um no setor de transporte e outro para gestão de recursos hídricos, o que surpreende pela pequena quantidade, apesar da importância estrutural desses setores.

Vale destacar também os *softwares* utilizados nas pesquisas analisadas pela RSL. O uso de PostgreSQL e sua extensão espacial PostGIS aliados ao *software* QGIS aparecem com maior frequência entre os estudos, o que realça a usabilidade de ferramentas livres e gratuitas pelos órgãos públicos que possuem histórico de pouco poder de investimento e escassez de mão de obra, principalmente em prefeituras.

Uma situação que chamou a atenção e vale ser discutida, mesmo não sendo o foco dessa revisão, foi a quantidade de artigos que citaram o uso de *softwares* SIG para análise espacial e geração de mapas e não para desenvolvimento de alguma solução SIG dedicada. Nestes artigos o *software* ArcGIS foi o mais utilizado (44%), seguido pelo QGIS (31%). Tal situação demonstra a versatilidade dos *softwares* SIG e seu potencial de uso por variados campos de aplicação, corroborando com o que foi apresentado durante a revisão a respeito da expansão das geotecnologias nos últimos tempos.

Apesar da expansão no uso das geotecnologias em diversos setores, o setor público brasileiro apresenta números tímidos de publicações, mesmo com a oferta cada vez maior de ferramentas à disposição. Ainda que se tenha percebido iniciativas com grande potencial de aplicação, causou surpresa o fato de que apenas 5 artigos apresentaram aplicação efetiva em algum órgão público.

O panorama evidenciado pela RSL contribuiu por trazer dados até então pouco conhecidos a respeito da realidade brasileira quanto ao desenvolvimento de soluções SIG para o setor público, e reforçou a singularidade da presente pesquisa no sentido de se desenvolver uma solução desse tipo para a gestão de dados geoespaciais pelo INCRA.

4. GEOTECNOLOGIAS NAS SRS DA FAIXA DE FRONTEIRA

Após verificar o desenvolvimento de SIG no serviço público em geral, buscou-se conhecer a realidade das SRs do INCRA que atuam na faixa de fronteira, no sentido de identificar o uso de geotecnologias na execução da regularização fundiária e as características desse trabalho naqueles locais. Para isso foi elaborado um processo de coleta de dados via questionário, respondido de forma *online*.

O questionário foi validado previamente com colegas do INCRA-PR a respeito do teor de suas perguntas, para identificar possíveis redundâncias ou ausência de questões.

O questionário foi enviado para as 11 (onze) SRs do INCRA que possuem essa atribuição no Brasil, sendo: Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Pará, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Rondônia e Roraima.

O alvo do questionário foram os responsáveis pela atividade no estado, sejam eles chefes de Divisão de Governança Fundiária ou, em alguns casos, chefes do Serviço de Regularização Fundiária, de acordo com a estrutura de cada SR.

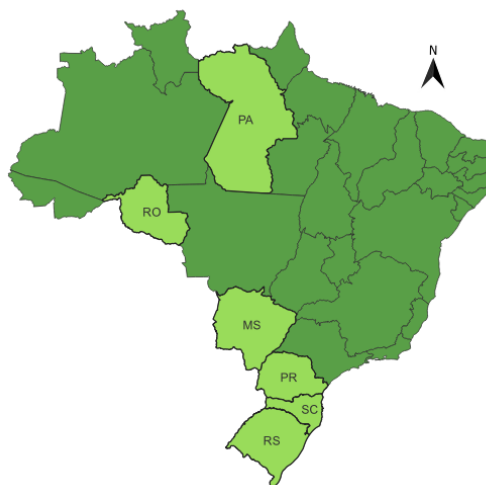
Os questionários são importantes ferramentas para investigação sistemática um tema, permitindo a elaboração de diversos tipos de diagnósticos. Para Silva et al. (1997), “questionário é uma forma organizada e previamente estruturada de coletar na população pesquisada informações adicionais e complementares sobre determinado assunto sobre o qual já se detém certo grau de domínio”.

4.1 COLETA DOS DADOS E ANÁLISE

Foram elaboradas 16 questões, contendo perguntas sobre a estrutura organizacional, acervo de livros fundiários e mapas em papel e a dinâmica de trabalho nos Serviços de Regularização Fundiária. O questionário completo encontra-se no APÊNDICE A.

Foram recebidas respostas de 6 (seis) SRs, ilustradas na figura 11. A região sul foi a única que teve participação de todos os estados. A região norte apresentou duas respostas e a região centro-oeste apenas uma.

Figura 10 - SRs que responderam a pesquisa



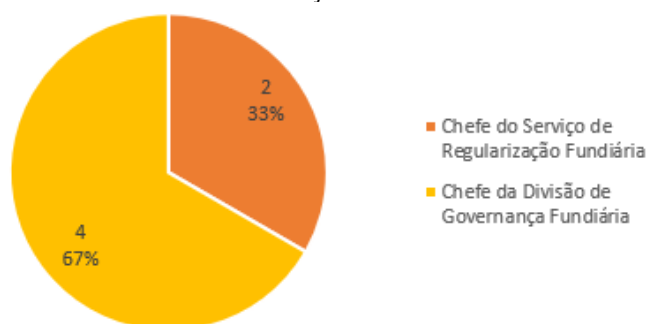
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.1.1 Estrutura Organizacional

As primeiras perguntas do questionário visam conhecer a composição do Serviço de Regularização Fundiária de cada SR quanto à estrutura organizacional.

Foi perguntado sobre quem é o responsável pela ação de regularização fundiária na SR. Como não há funções gratificadas em número compatível com a estrutura regimental, alguns Serviços não possuem chefia, e nesses casos a responsabilidade pela ação fica a cargo do Chefe de Divisão¹⁴. Como é possível observar no gráfico 4, dois terços dos Serviços não possuem chefia imediata.

Gráfico 4 - Distribuição das chefias nas SRs



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Apesar de não ser uma situação que inviabilize a execução dos trabalhos, a falta de um responsável formal pelo serviço pode ocasionar atraso na organização e execução dos trabalhos,

¹⁴ A estrutura regimental de uma SR do INCRA possui 3 Divisões: Operacional, Governança Fundiária e Desenvolvimento de Assentamentos. A Divisão de Governança Fundiária, por exemplo, é composta pelos Serviços de Cadastro, Cartografia, Regularização Fundiária e Regularização de Territórios Quilombolas.

tendo em vista que o Chefe de Divisão necessita dividir sua atenção entre os Serviços de sua responsabilidade e as atividades da Divisão. Como a estrutura do regimento interno do INCRA não acompanha a estrutura de gratificações (conhecidos também por cargos de confiança), então é esperado que os Serviços com maior relevância para o estado, ou que tenham maior demanda de trabalho sejam administrados por uma chefia direta.

Seguindo a pesquisa foi perguntado sobre o quantitativo de servidores. Essa pergunta apresentou bastante variação de respostas, tendo como extremos o estado do Mato Grosso do Sul, com apenas 1 e Rondônia, que conta com mais de 10 servidores atuando no Serviço de Regularização Fundiária, conforme tabela 5.

Tabela 5 - Quantitativo de servidores

SR	Quantidade
Mato Grosso do Sul	1
Pará (Oeste)	7
Paraná	4
Rio Grande do Sul	2
Rondônia	+10
Santa Catarina	5

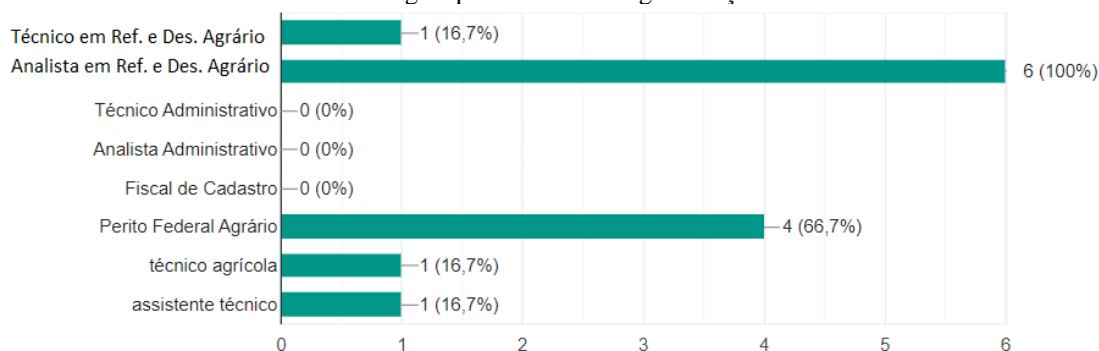
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A condição do Mato Grosso do Sul, que indicou somente um servidor para a realização dos trabalhos foi corroborada com as respostas a respeito de dificuldades estruturais, por exemplo, como poderá ser observado mais adiante. Por outro lado, as pontuações conferidas às principais demandas foram as mais baixas entre as SRs participantes, o que pode justificar a presença de apenas um servidor para execução dos trabalhos.

Além do Mato Grosso do Sul, as SRs do Oeste do Pará, Paraná e Rondônia, mesmo com o número elevado de servidores, também auferiram nota 5 (cinco) no quesito força de trabalho entre as dificuldades estruturais, o que representa um indício de necessidade de contratação de pessoal.

Passando para a última pergunta da seção, quanto aos cargos dos servidores que atuam com essa atividade, os dados coletados apresentaram perfil de ordem técnica nos Serviços de Regularização, com Técnicos e Analistas em Reforma e Desenvolvimento Agrário, Técnico Agrícola e Assistente Técnico e Peritos Federais Agrários, como pode ser observado no gráfico 5.

Gráfico 5 - Cargos que atuam com regularização fundiária



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os resultados corroboram o perfil técnico dos Serviços de Regularização Fundiária, tendo em vista os cargos e funções dos servidores que nele atuam, sendo principalmente Analistas em Reforma e Desenvolvimento Agrário e Peritos Federais Agrários, as duas carreiras com maior efetivo da autarquia.

4.1.2 Acervo de Livros Fundiários

Partindo-se para a segunda seção do questionário, quanto ao acervo de livros fundiários, as seis SRs apresentaram a distribuição ilustrada no gráfico 6.

Gráfico 6 - Existência de livros fundiários



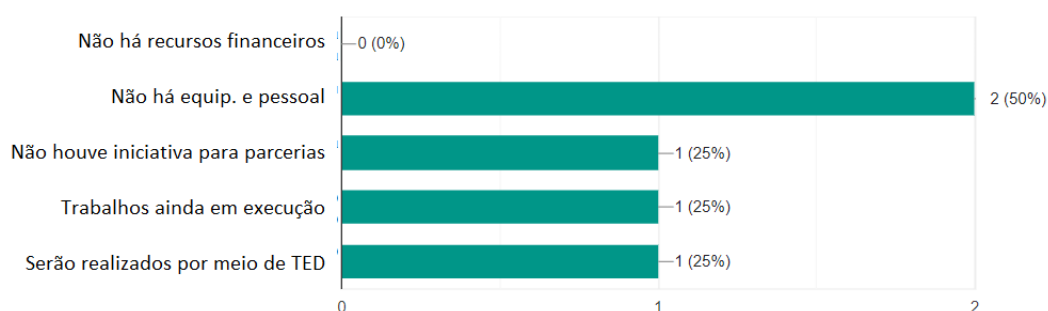
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

As respostas trazem que um terço das SRs participantes responderam não existir acervo de livros fundiários em seus estados (MS e RS). A princípio, ao término do processo de regularização, os produtos gerados devem ser arquivados em livros fundiários o que, aparentemente, não ocorre nessas SRs. Pode ter havido um entendimento diverso a respeito do conceito de livro fundiário por parte dos respondentes, ou as características dos imóveis em faixa de fronteira nesses estados não requerem regularização via titulação definitiva.

Os demais resultados apontam para metade das SRs com acervo de livros fundiários ainda em papel e somente o estado de Santa Catarina com parte do acervo já digitalizado. Como consequência da não existência de livros fundiários nos estados do Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul as demais questões referentes à digitalização do acervo e frequência de uso foram respondidas por apenas quatro SRs.

Na pergunta seguinte, sobre o motivo da não digitalização do acervo de livros fundiários foram relatados os seguintes motivos, como mostrado no gráfico 7.

Gráfico 7 - Motivos para a não digitalização de livros fundiários



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

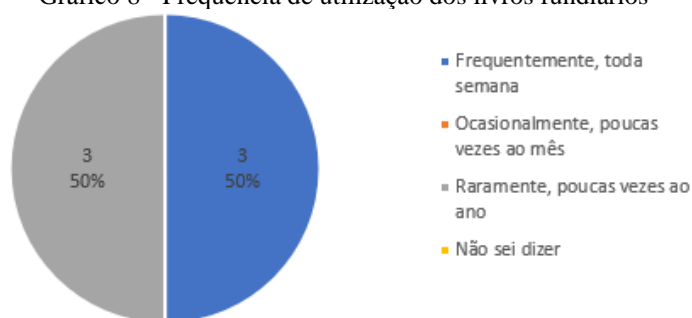
O caso mais comum foi o de falta de equipamentos e pessoal para a realização do trabalho, com duas respostas. Vale salientar a resposta do estado do Paraná que informou que foi firmado um TED (Termo de Execução Descentralizada)¹⁵ com a UFPR (Universidade Federal do Paraná) para a execução dessa atividade.

No item a respeito da frequência de demanda pelos livros fundiários, o resultado ficou dividido. Duas SRs utilizam ou são demandadas a utilizar frequentemente e duas raramente, conforme ilustrado no gráfico 8.

¹⁵ TED é um instrumento por meio do qual é ajustada a descentralização de créditos entre órgãos e/ou entidades integrantes dos Orçamentos Fiscal e da Seguridade Social da União, para execução de ações de interesse da unidade orçamentária descentralizadora, nos termos estabelecidos no plano de trabalho, que poderá ter as seguintes finalidades:

I - execução de programas, de projetos e de atividades de interesse recíproco, em regime de colaboração mútua;
 II - execução de atividades específicas pela unidade descentralizada em benefício da unidade descentralizadora; ou
 III - ressarcimento de despesas - descentralização de crédito para reembolso por despesa realizada anteriormente pelo CNPq. (BRASIL, 2022). Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/parcerias/nacionais-1/termo-de-execucao-descentralizada-ted>

Gráfico 8 - Frequência de utilização dos livros fundiários



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O resultado demonstra a diferença de realidade entre os estados pesquisados. Enquanto os estados do Paraná e Rondônia possuem demanda e uso frequente dos livros, nos estados do Pará e de Santa Catarina apontaram o uso em poucas vezes ao ano. Seriam necessários mais estudos para identificar o porquê dessa situação, principalmente pelo fato de estados vizinhos, como Paraná e Santa Catarina apresentarem comportamento tão distinto no uso dos livros fundiários.

4.1.3 Acervo de mapas

Na terceira seção do questionário que versa a respeito do acervo de mapas em papel, foram avaliadas a existência, condição em que se encontra o acervo de mapas e demanda de uso. Os resultados obtidos na primeira pergunta apresentaram que um terço das SRs possuem seu acervo somente impresso, e dois terços já digitalizaram ao menos uma parte dos mapas. O gráfico 9 demonstra a situação.

Gráfico 9 - Acervo de mapas em papel



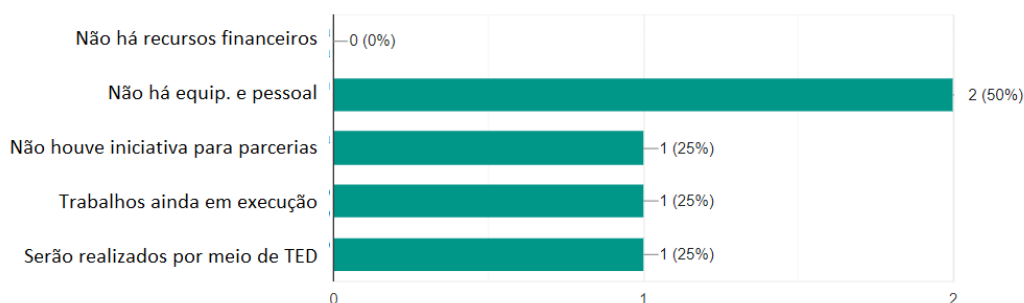
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quanto à existência, todas as SRs participantes responderam afirmativamente, sendo quatro com acervo parcialmente digitalizado e duas ainda em meio analógico. Os estados que já possuem parte dos mapas digitalizados são Mato Grosso do Sul, Pará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Paraná e Rondônia permanecem com mapas em papel, com a ressalva de que o estado do Paraná respondeu que o acervo de mapas também será digitalizado durante a vigência do TED com a UFPR.

A situação dos estados nesse quesito era de certa forma esperada, pela característica distinta dos mapas em papel, geralmente muito antigos e em grande formato, o que dificulta o processo de digitalização, primeiramente pela ausência de equipamentos e, nos últimos anos, pela falta de recursos financeiros para a contratação desse trabalho.

Assim como no quesito a respeito do acervo de livros fundiários, o motivo da não digitalização integral do acervo de mapas apresentou resultado bastante variado, com destaque para a ausência de equipamento e pessoal para executar a tarefa, como ilustrado no gráfico 10.

Gráfico 10 - Motivos para a não digitalização dos mapas em papel

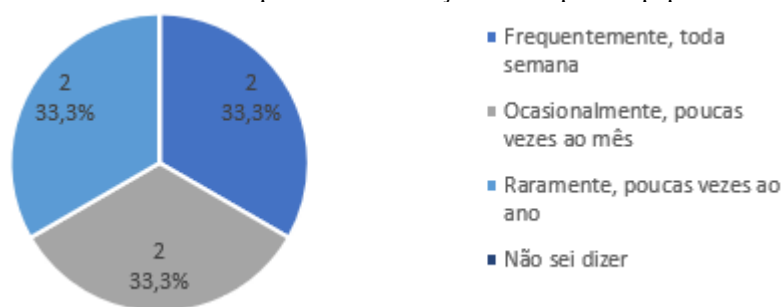


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A falta de equipamentos e pessoal corrobora com o apresentado no item anterior, quanto à dificuldade para a digitalização. O item a se destacar é novamente o TED da SR do Paraná, que também prevê a digitalização do acervo de mapas.

Na última questão a respeito dos mapas, que trata da frequência de utilização, novamente um resultado bem disperso entre as SRs participantes, conforme o gráfico 11. Os estados do Pará e Paraná responderam que utilizam os mapas frequentemente, enquanto Rondônia e Santa Catarina responderam que utilizam ocasionalmente e Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul apontaram que raramente possuem demandas que utilizem tal acervo.

Gráfico 11 - Frequência de utilização dos mapas em papel



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Mesmo com baixa frequência de uso, os estados do Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul já possuem parte de seu acervo de mapas digitalizado, o que pode indicar um interesse em modernização de procedimentos e uso de ferramentas tecnológicas.

4.1.4 Dinâmica de Trabalho

A última seção do questionário abordou sobre a dinâmica de trabalho. O intuito foi conhecer as dificuldades pertinentes à execução das atividades, assim como a forma como cada SR armazena e consulta os dados relativos à regularização fundiária.

A tabela 6 mostra as respostas das SRs à questão: “Classifique as atividades com maior demanda no seu estado”.

Tabela 6 - Maiores demandas dos estados

Principais demandas					
	SR	Sede	Própria SR	Órgãos de Controle	Poder Judiciário
Pontuação (0 a 5)	MS	0	1	1	0
	PA	3	4	5	5
	RS	2	4	2	3
	SC	3	4	2	5
	RO	2	5	2	3
	PR	3	5	5	3
Estat.	Total	13	23	15	21
	Média	2,17	3,83	2,5	3,5
	D. Padrão	1,17	1,47	1,38	1,97

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Nos resultados referentes aos tipos de demandas de cada SR, naturalmente as demandas próprias aparecem com maior frequência, tendo em vista que os processos de regularização fundiária possuem um rito complexo, que depende de várias etapas, mas o item que chama a atenção é a alta pontuação das demandas de órgãos do Poder Judiciário, o que demonstra que

as SRs estão utilizando boa parte de seus recursos para responder ações judiciais como usucapião, por exemplo.

A exceção que pode ser apontada é o alto valor do desvio padrão das demandas do Poder Judiciário, que reflete que a média não sintetiza corretamente o conjunto de valores observados, muito por conta do estado do Mato Grosso do Sul, que apresentou valor zero para essa demanda.

Uma situação importante a ser elencada é quanto à pontuação auferida pelo estado do Mato Grosso do Sul aos itens desse quesito, destoando das demais SRs, o que pode indicar o não entendimento do respondente quanto ao que está sendo perguntado.

Visando uma análise mais acurada sobre o assunto, desconsiderando as respostas do Mato Grosso do Sul, os resultados de média e desvio padrão representam melhor o fenômeno, conforme pode ser observado na tabela 7.

Tabela 7 - Comparativo de resultados com e sem os dados do MS

Com MS	Total	13	23	15	21
	Média	2,17	3,83	2,50	3,50
	D. Padrão	1,17	1,47	1,38	1,97
Sem MS	Total	13	22	14	21
	Média	2,60	4,40	2,80	4,20
	D. Padrão	0,55	0,55	1,30	1,10

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Seguindo para o próximo item, a tabela 8 ilustra as respostas dos participantes à questão: “Classifique as principais dificuldades estruturais para a execução dos trabalhos”.

Tabela 8 - Dificuldades estruturais para execução dos trabalhos

Dificuldades estruturais para execução do trabalho					
	SR	Força de Trabalho	Infraestrutura	Ferramentas tecnológicas	Normativos
Pontuação (0 a 5)	MS	5	2	4	4
	PA	5	3	3	3
	RS	2	4	2	1
	SC	3	3	4	4
	RO	5	1	3	0
	PR	5	4	4	3
Estatística	Total	25	17	20	15
	Média	4,17	2,83	3,33	2,50
	D. Padrão	1,33	1,17	0,82	1,64

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A falta de pessoal se apresenta como o principal desafio. Um fato importante a ser ressaltado é a falta de ferramentas tecnológica aparecer como segunda maior dificuldade, o que aponta obviamente para uma necessidade, mas também para um possível amadurecimento dos servidores quanto ao uso de tecnologias. Tal situação é digna de nota, tendo em vista se tratar de um órgão que ainda possui servidores que têm resistência ao uso computadores, por exemplo.

A questão seguinte, “Classifique as principais dificuldades operacionais para o atendimento das demandas” tem seus dados apresentados na tabela 9.

Tabela 9 - Dificuldades operacionais para o atendimento das demandas

Dificuldades operacionais para busca de dados						
	SR	Localização	Organização	Quantificação	Qualificação	Personificação
Pontuação (0 a 5)	MS	4	4	5	5	4
	PA	5	5	5	5	3
	RS	2	4	4	5	1
	SC	4	3	4	3	4
	RO	4	4	3	5	5
	PR	5	5	4	5	5
Estatís	Total	24	25	25	28	22
	Média	4	4,17	4,17	4,67	3,67
	D.Padrão	1,1	0,75	0,75	0,82	1,51

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Analisando-se o quesito de dificuldades operacionais para a busca de dados é possível afirmar que se trata do item mais coeso, ou seja, o que apresenta uma maior aderência entre as SRs. Os valores das médias das observações ficaram muito parecidos com a pontuação auferida pelos participantes e, principalmente, os valores baixos de desvio padrão, conferem uma correta representação do fenômeno.

A exceção ficou por conta do estado do Rio Grande do Sul, com nota bem abaixo das demais no item de personificação, no qual os dados são responsabilidade de apenas uma pessoa. Diferente do item anteriormente tratado, essa baixa pontuação é um sintoma positivo, pois ilustra que a SR lança mão de ferramentas compartilhadas de guarda de dados.

O aspecto negativo é a alta pontuação das outras cinco SRs, onde a menor ficou em 3 para o estado do Pará. Isso é um indício de que, no geral, as SRs ainda dependem pessoalmente de alguns servidores para o atendimento de demandas, o que deveria ser evitado devido aos períodos de férias e, principalmente, pelo crescente número de aposentadorias, que podem acarretar perda de conhecimento.

A última questão do formulário, intitulada “Classifique a metodologia de busca de dados para atendimento das demandas”, tem seu conjunto de respostas apresentado na tabela 10.

Tabela 10 - Metodologia de busca de dados

Metodologia de busca de dados							
	SR	Papel em armários	Planilhas desktop	Planilhas na rede	Sistemas internos	SIG	Softwares
Pontuação (0 a 5)	MS	0	2	0	1	2	5
	PA	3	3	3	3	3	3
	RS	5	4	0	1	1	0
	SC	2	3	4	1	5	5
	RO	4	1	1	4	1	2
	PR	5	4	4	1	3	4
Estatística	Total	19	17	9	13	16	17
	Média	3,17	2,83	1,5	2,17	2,67	2,83
	D. Padrão	1,94	1,17	1,64	1,33	1,63	1,94

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quanto ao quesito de metodologia de busca de dados, as respostas ilustram o uso de papel arquivado em armários como sendo a principal forma de busca por dados. Fato que chama atenção, tendo em vista que todos os outros itens se referem a ferramentas tecnológicas. Mesmo com valores altos de desvio padrão, devido a algumas notas zero atribuídas a busca em papel e planilhas na rede interna, aparentemente nesse caso a retirada de respostas não deve ser aplicada, pois aparentam ser respostas fornecidas seguindo a realidade da SR participante.

4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa entre as SRs demonstrou situações importantes a serem analisadas para a busca pela modernização dos procedimentos. Pode-se elencar como principais itens:

- O baixo número de servidores se mostrou uma característica, apesar de algumas exceções;
- Os livros fundiários, em sua maioria, não se encontram digitalizados;
- O acervo de mapas encontra-se parcialmente digitalizado;
- A falta de ferramentas tecnológicas é a segunda maior dificuldade para a execução dos trabalhos, perdendo apenas para a falta de pessoal;
- A busca de informações em papéis arquivados em armários é o principal método utilizado, mas planilhas, *softwares* e SIG tiveram pontuação bem próxima.

De acordo com os dados obtidos, percebe-se que o uso de ferramentas computacionais pode ser recebido com bons olhos pelos servidores, assim como ajudar a preservar e utilizar o

acervo tanto de livros fundiários quanto de mapas, mesmo quando não há demanda de utilização.

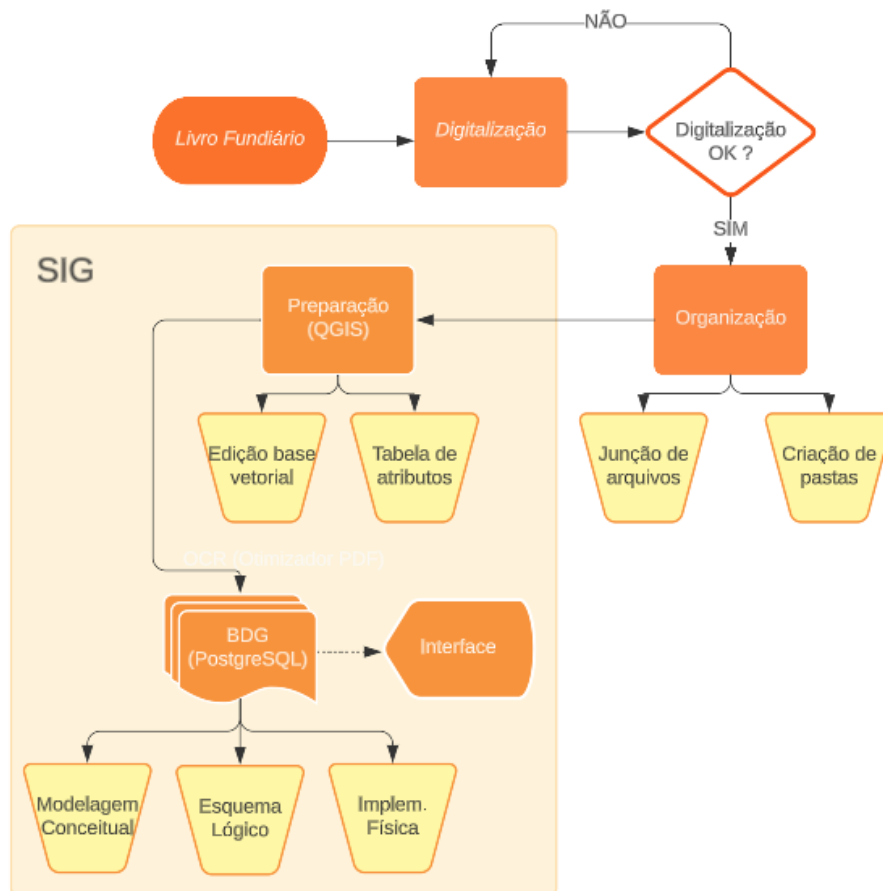
Apesar da pesquisa ter demonstrado situações preocupantes como baixo número de servidores e acervos em papel, percebe-se espaço e interesse para a modernização dos processos, tendo em vista o uso (mesmo que tímido) de *softwares* SIG em algumas superintendências e a digitalização (mesmo que parcial) dos livros fundiários e acervo de mapas, o que pode contribuir para modernização.

5. INFORMATIZAÇÃO DO ACERVO FUNDIÁRIO

Para uma efetiva mudança no procedimento de busca e disseminação de informações no acervo, é necessário trazer a estrutura documental para o meio digital. Com os dados digitalizados, é possível reestruturar o procedimento por meio de ferramentas informatizadas, que auxiliarão no alcance dos objetivos do trabalho.

O mapeamento do processo de atendimento evidenciou a necessidade de informatização do acervo fundiário como requisito. Diante dessa situação foi elaborado um fluxograma mostrando as etapas para a execução dos trabalhos de informatização, como pode ser observado na figura 11. O fluxograma possui 5 etapas: digitalização, organização, preparação da representação espacial, desenvolvimento do BDG e a interface web, sendo que as três últimas compõem a estruturação da solução SIG pretendida. Nas próximas seções serão detalhadas essas etapas.

Figura 11 - Fluxograma de trabalho



Elaborado pelo autor (2022)

5.1 DIGITALIZAÇÃO

Foram selecionados os livros fundiários que contemplam o Imóvel Guairacá, que abrange os atuais municípios de Itaipulândia, Missal, Ramilândia, Céu Azul, Matelândia e Medianeira. Para a execução do projeto piloto, foram selecionadas as glebas 04, 05, 06 e 07.

Nessa etapa os documentos foram digitalizados e conferidos. Os que ficaram legíveis passaram para a etapa seguinte, de organização dos PDFs e os que não ficaram bons retornaram para nova digitalização, seguindo o fluxo de trabalho da figura 11.

O desafio se iniciou antes da etapa de digitalização, pois devido ao tempo de guarda os livros fundiários tiveram que ser limpos e separados da pasta com cuidado, para evitar extravio.

Para a execução da digitalização dos livros fundiários seguiu-se a Portaria/INCRA/Nº 565/2017 (INCRA, 2017), que além de trazer a resolução necessária para a digitalização, estabelece a gestão dos processos administrativos no SEI (Sistema Eletrônico de Informações), implantado no INCRA no ano de 2018. O SEI é parte integrante do PEN e foi desenvolvido pelo Tribunal Regional Federal da 4ª Região (TRF4), sendo uma ferramenta de gestão de documentos e processos eletrônicos, com o objetivo de promover a eficiência administrativa. (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2023).

Também foi utilizada como referência a Resolução do CONARQ nº 39, de 29 de abril de 2014, do Ministério da Justiça (2014), alterada pela Resolução nº 43, de 04 de setembro de 2015, que estabelece diretrizes para a implementação de repositórios digitais confiáveis para a transferência e recolhimento de documentos arquivísticos digitais dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Arquivos (SINAR).

Para a digitalização desse acervo em particular é necessário um scanner de alto rendimento, que possa fazer a digitalização de várias páginas automaticamente e que permita a configuração de diferentes tamanhos de folha.

A digitalização ocorreu utilizando-se equipamento da UNIOESTE, situado no PTI (Parque Tecnológico da Itaipu), pois o scanner do escritório de Cascavel não reúne as características necessárias para a execução dos trabalhos.

Foi utilizada a resolução de 300 dpi, frente e verso no modo documento para todas as páginas, e o scanner foi configurado para salvar cada página digitalizada em um arquivo distinto. Essa configuração de salvamento permitiu descartar os versos das plantas, que ficavam em branco e não faziam parte da estrutura de documentos.

Nessa etapa foram verificados os arquivos gerados após a digitalização, de maneira a observar falhas no processo. Foram identificados problemas de nitidez, folhas tortas e ainda

folhas que não foram digitalizadas, por terem ficado grudadas com a folha subsequente. Os arquivos com problema foram separados para nova digitalização.

5.2 ORGANIZAÇÃO

Essa etapa foi executada para estruturar os arquivos gerados após a digitalização. Como visto na seção anterior cada página foi salva em um arquivo diferente em benefício da produtividade, pela velocidade de digitalização do scanner. Como os arquivos digitais gerados durante a digitalização não possuíam a estrutura requerida, foi necessário realizar uma edição no sistema PDFSam, para rotacionar e agrupar os arquivos de forma a tornar possível sua organização.

Dessa forma o conjunto de documentos ficou organizado da seguinte maneira: primeiro o título do lote, em seguida a planta e, por último, o memorial descritivo, formando um arquivo PDF único, que variou de tamanho conforme a quantidade de páginas de cada documento.

Para atender ao normativo do SEI que determina que todos os arquivos PDF que possam vir a fazer parte de algum processo administrativo tenha seu conteúdo pesquisável, os arquivos PDF foram convertidos ao formato OCR, por meio do *software* Otimizador PDF. Atualmente muitos equipamentos já possuem essa configuração de fábrica, digitalizando já em modo pesquisável, mas o equipamento disponibilizado não continha essa função. É possível observar a aparência do sistema utilizado abaixo, na figura 12.

Figura 12 - Tela inicial Otimizador PDF



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.3 PREPARAÇÃO

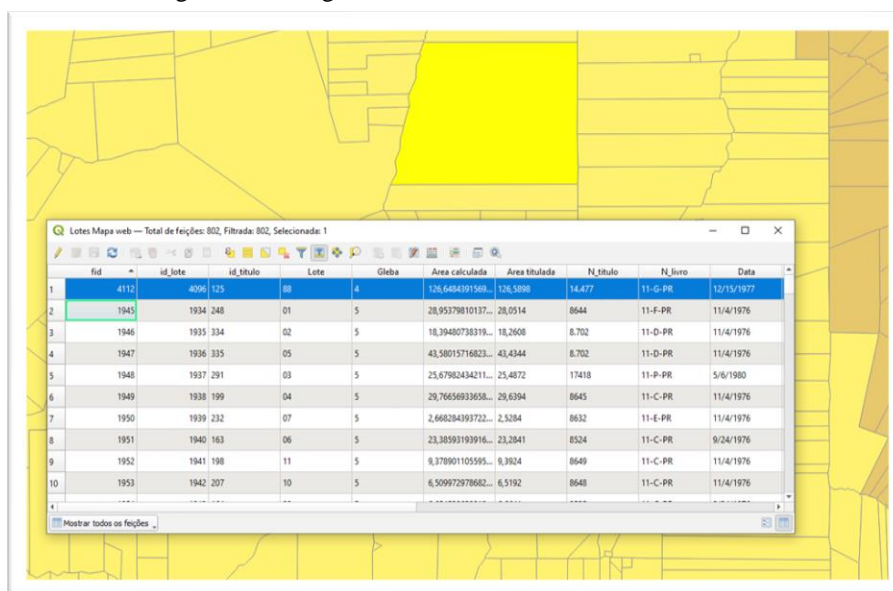
Concluídas as etapas de digitalização e preparação dos arquivos PDFs gerados, passou-se à execução das tarefas relacionadas à representação espacial, que irão compor a solução SIG.

Esta etapa foi executada no sistema QGIS 3.22, conferindo e fazendo adequações nos limites representados pelos *shapefiles*¹⁶ existentes da área, gerados a partir das plantas originais do imóvel, datadas de 1976.

A preparação dos documentos é importante para evitar erros topológicos como sobreposições, vazios entre polígonos, lotes com polígonos abertos, entre outros, que prejudicam a localização, cálculo de área e demais tarefas de geoprocessamento. O processo é chamado de edição vetorial e foi executado diretamente no QGIS.

Cada *shapefile* possui uma tabela de atributos e após a definição das camadas que fazem parte do Mapa Web, a camada dos lotes, chamada de “Lotes Mapa Web” teve sua tabela de atributos organizada e preenchida com os dados presentes nos livros fundiários, como por exemplo: nome do detentor, CPF, área do lote, número do título, e assim por diante. A Figura 13 ilustra o processo de edição e tabela de atributos de um lote rural.

Figura 13 - Polígonos de lotes rurais e tabela de atributos



fid	id_lote	id_titulo	Lote	Gleba	Area calculada	Area titulada	N. titulo	N. livro	Data
1	4112	4096_125	08	4	126,6464391568	126,5808	14.477	11-G-PR	12/15/1977
2	1945	1934_248	01	5	28,95379810137...	28,0514	8644	11-F-PR	11/4/1976
3	1946	1935_334	02	5	18,39480788319...	18,2608	8.702	11-D-PR	11/4/1976
4	1947	1936_325	05	5	43,58015716823...	43,4344	8.702	11-D-PR	11/4/1976
5	1948	1937_291	03	5	25,67982434211...	25,4872	17418	11-P-PR	5/6/1980
6	1949	1938_199	04	5	29,76656933658...	29,6394	8645	11-C-PR	11/4/1976
7	1950	1939_232	07	5	2,66828493722...	2,5284	8632	11-E-PR	11/4/1976
8	1951	1940_163	06	5	23,38593193916...	23,2841	8324	11-C-PR	9/24/1976
9	1952	1941_198	11	5	9,378901105595...	9,3924	8649	11-C-PR	11/4/1976
10	1953	1942_207	10	5	6,509972978682...	6,5192	8648	11-C-PR	11/4/1976

Fonte: elaborado pelos autores.

¹⁶ Formato de arquivo utilizado para armazenar a posição, a forma e os atributos de feições geográficas representando-as com pontos, linhas e polígonos. Apesar de ser desenvolvido pela empresa ESRI é considerado um formato aberto e foi, durante muitos anos o formato padrão de arquivos em ambientes SIG. Na realidade um arquivo shapefile é composto por um conjunto de arquivos nos formatos .shp, .shx, .dbf e .prj em que cada extensão possui sua função. Disponível em <https://enterprise.arcgis.com/pt-br/portal/latest/use/shapefiles.htm>.

5.4 DESENVOLVIMENTO DO SIG

Como o SIG constitui um conjunto de etapas previstas no fluxograma de informatização do acervo decidiu-se por utilizar essa seção para apresentar os conceitos envolvidos para o seu desenvolvimento, assim como os modelos e sistemas definidos para a aplicação piloto para a Unidade Avançada Iguaçú.

5.4.1 SIG (Sistemas de Informações Geográficas)

SIG são sistemas concebidos e implementados com base em um conjunto de técnicas trazidas de diversas disciplinas da computação, tais como computação gráfica, processamento digital de imagens e bancos de dados, existindo ainda bastante esforço nas áreas de algoritmos, estruturas de dados, engenharia de *software* e otimização. Além disso, os SIG utilizam conceitos e técnicas de outras áreas do conhecimento, em particular da área de geociências (cartografia, geografia, topografia, geodésia) (DAVIS, 2000).

De forma geral, um SIG é tratado como um conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar à vontade, transformar e exibir dados espaciais do mundo real para um conjunto específico de propósitos.

Seguindo esse conceito, temos que:

Os dados geográficos (ou espaciais) representam fenômenos do mundo real em termos de (a) a posição deles em relação a um sistema de coordenadas conhecido, (b) dos atributos que não são relativos à posição (como cor, custo, pH, incidência de doenças etc.), e (c) as suas inter-relações espaciais uns com os outros que descrevem como estão ligados entre si (isto é conhecido como topologia). (BURROUGH & MCDONNELL, 1998, p. 11).

Da mesma forma que os SIG podem servir para variadas finalidades, seus conceitos também são definidos conforme seu uso. Ainda segundo Burrough & McDonnell (1998), as definições de SIG podem tratar, além de uma “caixa de ferramentas”, de aspectos como o banco de dados ou de aspectos organizacionais, como pode ser observado no quadro 4.

Quadro 4 - Diferentes definições de SIG

Definições de SIG			
Definições baseadas em Caixa de Ferramentas	"um poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar à vontade, transformar e exibir dados espaciais do mundo real." (Burrrough, 1986)	"um sistema para captura, armazenamento, verificação, manipulação, análise e exibição de dados que são espacialmente referenciados à Terra" (DoE, 1987)	"uma tecnologia da informação que armazena, analisa e exibe dados espaciais e não espaciais." (Parker, 1988)
Definições baseadas em Banco de dados	"um sistema de banco de dados no qual a maioria dos dados são indexados espacialmente, e sobre o qual um conjunto de procedimentos opera a fim de responder a consultas sobre entidades espaciais no banco de dados." (Smith et al. 1987)	"qualquer conjunto de procedimentos manuais ou computacionais usados para armazenar e manipular dados referenciados geograficamente." (Aronoff, 1989)	
Definições baseadas em Organização	"um conjunto automatizado de funções que oferece aos profissionais capacidades avançadas para o armazenamento, recuperação, manipulação e exibição de dados geograficamente localizados". (Ozemov, Smith e Sicherman, 1981)	"uma entidade institucional, refletindo uma estrutura organizacional que integra a tecnologia com um banco de dados, expertise e apoio financeiro contínuo ao longo do tempo." (Carter, 1989)	"um sistema de apoio à decisão envolvendo a integração de dados referenciados espacialmente em um ambiente de solução de problemas." (Cowen, 1988)

Fonte: Burrough e McDonnell (1998)

As definições quanto ao banco de dados dão ênfase às diferenças necessárias na organização para manipular os dados espaciais e sua localização, atributos, topologia e outros tipos de informação que só têm a ver com as entidades e atributos.

Já as definições organizacionais enfatizam o papel dos institutos e das pessoas no manuseio de informações espaciais, ao invés das ferramentas de que necessitam.

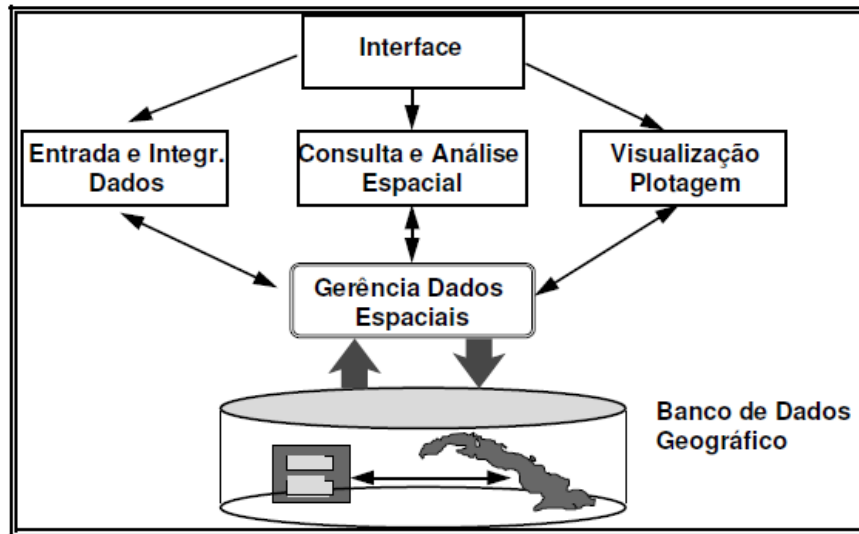
Os sistemas de informação geográfica eram originalmente concebidos como algo separado do mundo que eles representavam – um tipo especial de sistema de informação, muitas vezes localizado na mesa do usuário, dedicado para realizar tipos especiais de operações relacionadas ao local. Mas hoje tais informações permeiam a internet, podem ser acessadas por dispositivos móveis e são fundamentais para os serviços prestados por governos, empresas e até mesmo indivíduos (LONGLEY *et al.*, 2015).

Desde o primeiro sistema totalmente operacional, chamado de *Canada Geographic Information System (CGIS)*, desenvolvido na década de 60 por meio de uma parceria entre a IBM e o Departamento de Florestas e Desenvolvimento Rural do Canadá¹⁷, os SIGs vem se tornando mais robustos e sendo utilizados em diversos setores.

Independentemente de sua definição ou seu uso, os SIG possuem uma estrutura definida, com cada componente tendo sua importância, como pode ser observado na figura 14.

¹⁷ DeMers, M. N. *Fundamentals of Geographical Information Systems*, 4^o ed, Wiley, 2009.

Figura 14 - Arquitetura de um SIG



Fonte: Câmara et al. (2000)

Essa arquitetura é composta por recursos de BDG (Banco de Dados Geográfico), SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados), passando pela gestão dos dados, entrada e integração, consulta e análise espacial, com visualização e plotagem, até a interface com o usuário.

Um BDG é parte fundamental de um SIG. Ele pertence à categoria dos bancos de dados não-convencionais e caracteriza-se não somente pelo armazenamento de dados, como também pelo relacionamento deles com suas respectivas posições geográficas (CASTRO, et. al. 2003).

Um “banco de dados” é uma coleção de dados relacionados. Por “dados”, entende-se fatos conhecidos que podem ser registrados e que tenham um significado implícito (ELMASRI; NAVATHE, 2016).

Um Banco de Dados Geográfico pode também ser chamado de Banco de Dados Espacial, pois pode se referir a dados em qualquer posição em um espaço definido, não somente à superfície terrestre. Inclusive, na literatura em língua inglesa, ele é tratado por *Spatial Database*, que significaria justamente Banco de Dados Espacial em tradução livre.

De acordo com Câmara (2005), um banco de dados geográfico trabalha com duas grandes estruturas de dados, divididas em estruturas vetoriais e estruturas matriciais.

As estruturas vetoriais representam as feições geográficas utilizando três formas básicas: pontos, linhas e polígonos, definidas por suas coordenadas. O ponto é um par ordenado de coordenadas espaciais (x,y) e pode ser utilizado para representar o local de um crime, ou uma árvore, por exemplo. A linha é um conjunto de pontos conectados, e pode representar rios,

estradas, ou redes de água e esgoto. Já o polígono é formado pelo conjunto de linhas em que o ponto final de uma linha seja idêntico ao ponto inicial da próxima, formando um objeto fechado, uma região. É utilizado para representar lagos, quadras urbanas, ou ainda regiões ou o perímetro de cidades.

Nas estruturas matriciais o espaço é representado como uma matriz $P(m, n)$ composto de m colunas e n linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e cada célula é individualmente acessada pelas suas coordenadas (CÂMARA, 2005). Pode ser exemplificada como uma fotografia, ou uma imagem de satélite, em que o conjunto de pixels formam uma imagem.

As operações envolvidas para o armazenamento correto desses dados são efetuadas por um *software* específico, conhecido como SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados), que será definido adiante.

Desta forma, pode-se dizer que os bancos de dados geográficos são coleções de dados espaciais georreferenciados, armazenados pelo SGBD e manipulados pelo SIG (LISBOA FILHO e IOCHPE, 2017).

Um SGBD é um sistema que permite criar e manter um banco de dados. É um *software* de uso geral que facilita os processos de definição, construção, manipulação e compartilhamento de bancos de dados entre vários usuários e aplicações. A definição ou informação descritiva do banco de dados também é armazenado pelo SGBD na forma de um catálogo ou dicionário de banco de dados, chamado de Metadados (ELMASRI; NAVATHE, 2016).

A construção de um banco de dados é um processo de armazenamento de dados em algum lugar, e esse lugar é controlado pelo SGBD. Um banco de dados possui funções como consulta, recuperação de dados, atualização de dados e geração de relatórios e a proteção do sistema contra mau funcionamento e segurança contra acessos não autorizados ou maliciosos também é executada pelo SGBD e, para tanto, deve possuir alguns requisitos, como mostra a tabela 11.

Tabela 11 - Principais requisitos de um SGBDE

<i>Requisito</i>	<i>Definição</i>
<i>Facilidade de uso</i>	a modelagem do banco de dados deve refletir a realidade das aplicações, e o acesso aos dados deve ser feito de forma simples
<i>Correção</i>	os dados armazenados no banco de dados devem refletir um estado correto da realidade modelada
<i>Facilidade de manutenção</i>	alterações na forma de armazenamento dos dados devem afetar as aplicações o mínimo possível
<i>Confiabilidade</i>	atualizações não devem ser perdidas e não devem interferir umas com as outras
<i>Segurança</i>	o acesso aos dados deve ser controlado de acordo com os direitos definidos para cada aplicação ou usuário
<i>Desempenho</i>	o tempo de acesso aos dados deve ser compatível com a complexidade da consulta

Fonte: Câmara et al. (2005)

Quando o SGBD é voltado para gerenciamento de um banco de dados espaciais, é chamado de SGBDE (Sistema Gerenciador de Banco de Dados Espaciais).

Para este trabalho foi utilizado o SGBD PostgreSQL, que é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional open-source, que utiliza e amplia a linguagem SQL combinada com recursos que armazenam e dimensionam as cargas de trabalho de dados mais complicadas. (POSTGRESQL, 2022), em conjunto com o PostGIS, que é a extensão espacial para PostgreSQL que adiciona suporte para objetos geográficos permitindo que as consultas de localização sejam executadas em SQL. (POSTGIS, 2022).

No processamento de banco de dados, o usuário usa o SQL (*Structured Query Language*) para interagir com o computador. O SQL é uma linguagem de programação considerada não procedural porque não tem instruções `if` para testar condições, nem contém instruções `while`, `for`, `go to` e `case` para estruturação de programas e controle de fluxo (YEUNG e HALL, 2007). Ela é caracterizada como uma sub-linguagem de banco de dados usada especificamente para criar instruções para consulta e gerenciamento de banco de dados. Ainda de acordo com Yeung e Hall (2007) as instruções SQL se assemelham a frases em inglês e incluem palavras de "ruído" que não acrescentam significado às declarações, mas as tornam mais naturais. O quadro 5 traz um resumo de comandos SQL.

Quadro 5 - Funções SQL

Função SQL	Exemplo
Recuperação de dados	<pre>SELECT parcel_id, area FROM lu_2002 WHERE lu_code = 'agr'</pre>
Definição de dados	<pre>CREATE TABLE lu_2002 (parcel_id VARCHAR2(8) PRIMARY KEY, lu_code VARCHAR2(3) NOT NULL, area NUM(8,2) NOT NULL, survey_date DATE DEFAULT SYSDATE);</pre>
Manipulação de dados	<pre>INSERT INTO lu_code VALUES ('12322', 'res', 4500.00, '06-may-2002');</pre>
Conexão e controle de acesso	<pre>CONNECT system/passwordxxx CREATE ROLE db_maintenance GRANT INSERT, UPDATE ON lu_2002 TO db_maintenance GRANT db_maintenance TO john.young</pre>
Compartilhamento de dados	<pre>CREATE TRIGGER copy_data AFTER INSERT ON lu_2002 FOR EACH ROW BEGIN INSERT INTO lu_2002_copy@fes.uwaterloo.ca VALUES (:new.parcel_id, :new.lu_code, :new.area, :new.survey_date);</pre>
Integridade de dados	<pre>CREATE TABLE lu_2002 (parcel_id VARCHAR2(8) PRIMARY KEY, lu_code VARCHAR2(3) NOT NULL, area NUM(8,2) NOT NULL, survey_date DATE DEFAULT SYSDATE, CONSTRAINT UNIQUE (parcel_id), CONSTRAINT area_chk CHECK (area > 0.00));</pre>

Fonte: Adaptado de Yeung e Hall (2007)

5.4.2 Modelagem de Dados Geográficos

A abstração de conceitos sobre objetos existentes no mundo real é uma parte importante da criação de sistemas de informação. Isso é especialmente verdade em um SIG, onde o processo de modelagem de dados precisa considerar não apenas o conjunto de dados descritivos de um objeto e seu relacionamento com os demais, mas também exige escolher uma representação para cada um deles (DAVIS, 2000).

Para serem armazenados os dados do mundo real (sejam eles feições, fenômenos ou eventos) precisam ser simplificados para compor o ambiente gráfico, ou seja, é necessário criar um modelo desse mundo, por meio de uma estrutura apropriada (RIGAUX, 2003). Esse modelo deve seguir alguns princípios para uma correta representação de objetos espaciais.

Segundo Goodchild (1992) a realidade geográfica pode ser observada por duas visões: a visão de *campos* e a visão de *objetos*. Na visão de campos (ou modelo de *campos*) os fenômenos são observados como camadas contínuas que variam conforme sua intensidade e

uma distribuição, como temperatura e tipo de solo, por exemplo. Na visão de objetos (ou modelo de *objetos*) o mundo real é visto como uma superfície ocupada por diversas entidades, cada uma com as coordenadas (x,y) de sua posição, como árvores, rios e lagos.

Ao longo dos anos diversos modelos foram propostos e largamente utilizados para a modelagem de bancos de dados geográficos, tais como o ER (*Entity-Relationship*) (CHEN, 1976), IFO (ABITEBOUL e HULL, 1987), OMT (*Object-Modeling Technique*) (RUMBAUGH et al., 1991) e UML (*Unified Modeling Language*) (*Rational Software Corporation*, 1997). Embora estes modelos sejam altamente expressivos, eles apresentam limitações para a modelagem adequada desse tipo de aplicação, uma vez que não incluem primitivas geográficas que permitiriam uma representação satisfatória dos dados espaciais (BORGES, 1997).

O modelo OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Application*), foi proposto por Borges (1997) e veio para suprir carências existentes nos modelos convencionais.

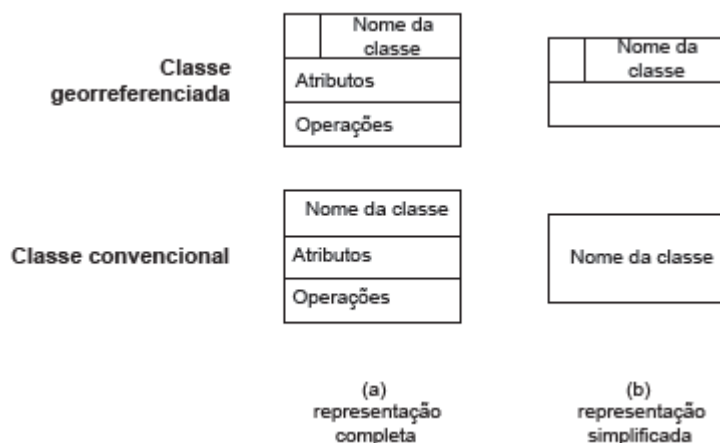
O modelo OMT-G pode ser entendido como uma ampliação do modelo OMT convencional, com parte das primitivas definidas para o diagrama de classes UML, visando uma melhor modelagem de dados geográficos. Ele oferece premissas que fornecem meios para modelar a geometria e a topologia de dados geográficos, facilitando a modelagem de aplicações geográficas (BORGES et al., 2001).

Usando as palavras de Borges (1997), o modelo OMT-G:

“...fornece primitivas para modelar a geometria e a topologia dos dados geográficos, suportando estruturas topológicas “todo-parte”, estruturas de rede, múltiplas visões dos objetos e relacionamentos espaciais. Além disso, o modelo permite a diferenciação entre atributos gráficos e alfanuméricos, e a especificação de métodos associados às classes. Destacam-se no modelo a sua expressividade gráfica e a sua capacidade de representação, já que considerações textuais são substituídas por relacionamentos explícitos, representando a dinâmica de interação entre os vários objetos de natureza espacial ou não.” (BORGES, 1997).

O OMT-G é baseado em três conceitos principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais (CÂMARA, 2005). As classes podem ser convencionais ou georreferenciadas. As georreferenciadas, como o nome já diz, representam o conjunto de objetos que possuem representação espacial e estão associados a posições na superfície do terreno, seguindo a visão de campo e de objeto de Goodchild (1992). Já as convencionais representam um conjunto de objetos com propriedades e relacionamentos semelhantes, possuindo relação com os objetos espaciais, mas sem possuir propriedades geométricas. As Figuras 15 (a) e 15 (b) apresentam a notação gráfica para as classes no modelo.

Figura 15 - Notação gráfica para as classes do modelo OMT-G



Fonte: Câmara et al. (2005)

Segundo Câmara (2005) o OMT-G propõe o uso de três diferentes diagramas no processo de desenvolvimento de uma aplicação geográfica. O Diagrama de Classes, o Diagrama de Transformação e o Diagrama de Apresentação. Detalhes a respeito de cada um desses diagramas podem ser observados em Davis Jr e Laender, (1999).

As restrições de integridade espaciais presentes no modelo OMT-G podem ser divididas em: restrições de integridade topológica, relacionamentos espaciais, relacionamentos em rede e para agregação espacial. Detalhes a respeito das restrições de integridade podem ser observados em Borges et al., (1999), Davis Jr. et al., (2001, 2005) e Câmara, (2005).

O modelo OMT-G foi amplamente difundido, sendo o modelo escolhido para ser utilizado pela CONCAR na especificação técnica para estruturação de dados geoespaciais vetoriais da INDE a partir de 2007.

A partir da apresentação dos conceitos envolvidos é possível passar à próxima seção, que demonstrará os procedimentos de desenvolvimento do BDG.

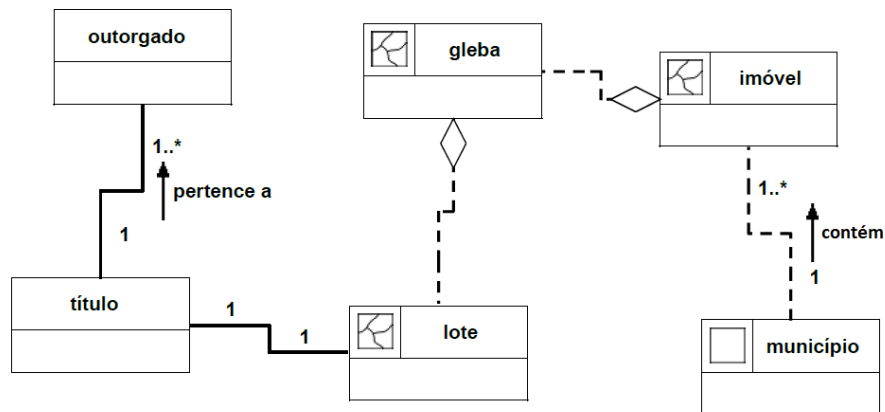
5.4.3 Desenvolvimento do BDG

O desenvolvimento de um BDG é composto de etapas sequenciais em que o projeto vai evoluindo de acordo com as escolhas definidas no item anterior. Nesse trabalho seguiu-se o proposto por Elmasri e Navathe (2015) que divide o processo de desenvolvimento em projeto conceitual (ou modelagem conceitual), projeto (ou esquema) lógico e projeto físico (também chamado de implementação física) de um banco de dados geográfico.

A etapa de modelagem conceitual se inicia com a definição das classes e, para representá-las são elaborados diagramas. Baseando-se nos princípios do modelo OMT-G foi

elaborado o diagrama de classes, que apresenta a associação e o relacionamento entre as classes convencionais e georreferenciadas, assim como a cardinalidade e forma de agregação entre elas. A Figura 16 ilustra o diagrama de classes elaborado no sistema OMT-G *Designer*¹⁸.

Figura 16 - Diagrama de classes, modelo OMT-G

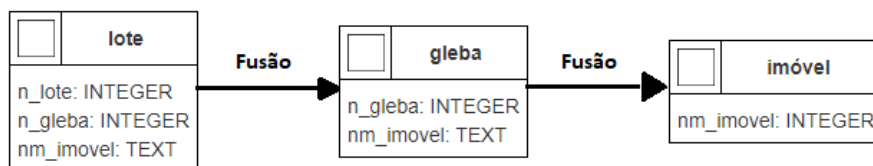


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A Figura 17 apresenta o diagrama de transformação proposto. Nesse diagrama as classes lote, gleba e imóvel são representadas como sendo oriundas de uma subdivisão planar, ou seja, a classe imóvel é formada pelo conjunto de glebas, que é formada pelo conjunto de lotes.

Conforme Câmara (2005), quando o diagrama de classes especifica múltiplas representações ou a derivação de uma classe a partir de outra, é necessário desenvolver um diagrama de transformação.

Figura 17 - Diagrama de transformação

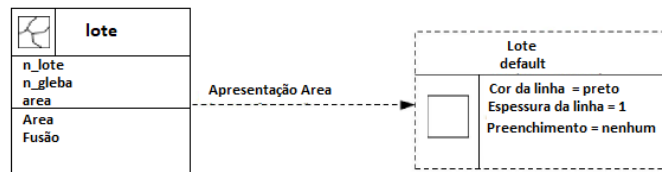


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Na figura 18 é mostrado o diagrama de apresentação, que consiste em definir como será a representação das feições das classes georreferenciadas. Como os diagramas das três classes georreferenciadas será basicamente o mesmo, foi apresentado somente o diagrama da classe lote.

¹⁸ Disponível em: <http://www.aqui.io/omtg/>. Acessado em 20/04/2023.

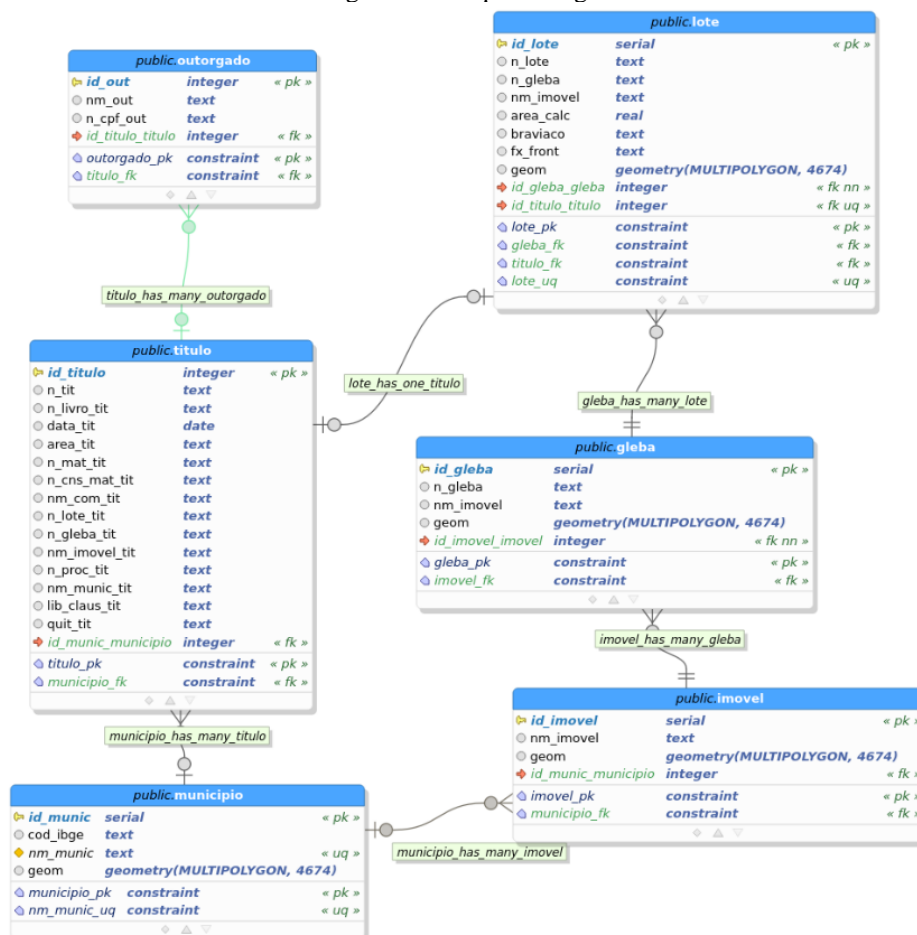
Figura 18 - Diagrama de apresentação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com a estrutura do banco de dados modelada, passou-se à elaboração do esquema lógico, que consiste no mapeamento das entidades e domínios, com a determinação de chaves primárias e estrangeiras, estruturação das tabelas para generalizações e elaboração do diagrama. A Figura 19 ilustra o esquema gerado.

Figura 19 - Esquema lógico



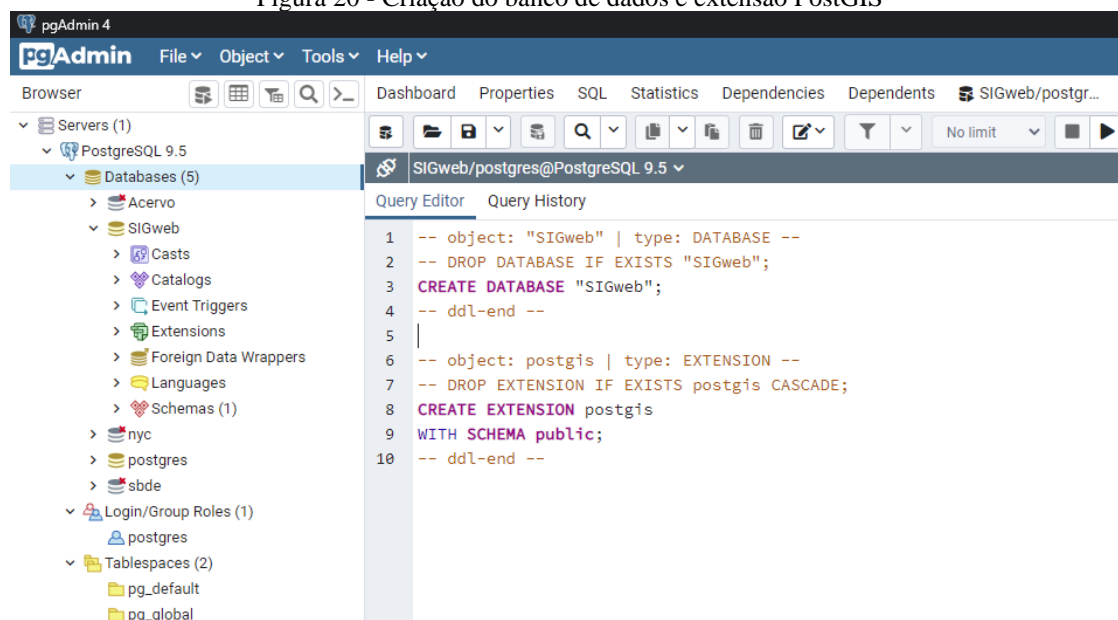
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Essa etapa foi realizada no sistema *PG Modeler*¹⁹, que permite a exportação do esquema para ser importado diretamente para o SGBD escolhido, via arquivo SQL ou modelo DBM.

A última etapa consiste na implementação física, que cria o banco de dados geográfico com os elementos definidos a partir da modelagem conceitual. Como foram utilizados os sistemas *OMT-G Designer* e *PG Modeler*, as primeiras etapas foram otimizadas ao longo das seções anteriores, como o diagrama de classes, agregação espacial, relacionamento e cardinalidade entre as classes, diagrama de transformação e esquema lógico.

Nesta etapa o banco de dados geográfico foi criado, utilizando-se o sistema PostgreSQL 9.5.12 com sua extensão PostGIS 2.5.1, por meio do ambiente pgAdmin 4²⁰, que é a interface para visualização e manipulação do banco no PostgreSQL, conforme ilustrado a Figura 20.

Figura 20 - Criação do banco de dados e extensão PostGIS



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com o banco de dados criado as próximas etapas consistiram na criação das tabelas das classes convencionais (não georreferenciadas) - tabela outorgado e tabela título, mostrado nas Figura 21 (a) e 21 (b).

¹⁹ Disponível em: <https://github.com/pgmodeler/pgmodeler>. Acessado em 20/04/2023.

²⁰ Disponível em: <https://www.pgadmin.org/>. Acessado em 20/04/2023.

Figura 21 - Criação das tabelas “outorgado” (a); e “título” (b), não georreferenciadas

The image shows two screenshots of a PostgreSQL Query Editor interface. The left screenshot (a) shows the creation of the 'outorgado' table with columns: id_out (integer, NOT NULL, primary key), nm_out (text), n_cpf_out (text), and id_titulo_titulo (integer). The right screenshot (b) shows the creation of the 'titulo' table with columns: id_titulo (integer, NOT NULL, primary key), n_tit (text), n_livro_tit (text), data_tit (date), area_tit (text), n_mat_tit (text), n_cns_mat_tit (text), nm_com_tit (text), n_lote_tit (text), n_gleba_tit (text), nm_imovel_tit (text), n_proc_tit (text), nm_munic_tit (text), lib_claus_tit (text), quit_tit (text), and id_munic_municipio (integer).

```

1  -- object: public.outorgado | type: TABLE --
2  -- DROP TABLE IF EXISTS public.outorgado CASCADE;
3  CREATE TABLE public.outorgado (
4      id_out integer NOT NULL,
5      nm_out text,
6      n_cpf_out text,
7      id_titulo_titulo integer,
8      CONSTRAINT outorgado_pk PRIMARY KEY (id_out)
9  );
10 -- ddl-end --
11 ALTER TABLE public.outorgado OWNER TO postgres;
12 -- ddl-end --
13 |

```

```

1  -- object: public.titulo | type: TABLE --
2  -- DROP TABLE IF EXISTS public.titulo CASCADE;
3  CREATE TABLE public.titulo (
4      id_titulo integer NOT NULL,
5      n_tit text,
6      n_livro_tit text,
7      data_tit date,
8      area_tit text,
9      n_mat_tit text,
10     n_cns_mat_tit text,
11     nm_com_tit text,
12     n_lote_tit text,
13     n_gleba_tit text,
14     nm_imovel_tit text,
15     n_proc_tit text,
16     nm_munic_tit text,
17     lib_claus_tit text,
18     quit_tit text,
19     id_munic_municipio integer,
20     CONSTRAINT titulo_pk PRIMARY KEY (id_titulo)
21 );
22 -- ddl-end --
23 ALTER TABLE public.titulo OWNER TO postgres;
24 -- ddl-end --

```

(a)

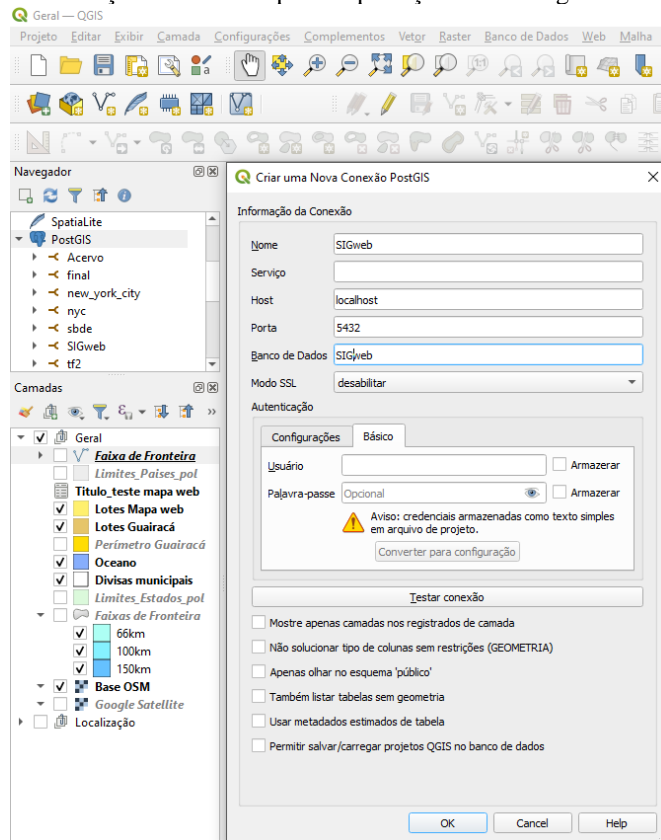
(b)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Após a criação das tabelas convencionais a classe georreferenciada lote foi importada. A importação da classe se dá pelo carregamento do *shapefile* correspondente diretamente do *software* QGIS, via conexão com o banco de dados geográfico. Foi necessário primeiramente configurar a conexão, informando dados como o *host* (no caso, *localhost*), o número da porta (5432) e o nome do banco de dados (SIGweb), conforme pode ser observado na Figura 22.

Com a conexão estabelecida basta selecionar o *shapefile* correspondente à classe georreferenciada e arrastá-lo para o ícone do banco de dados, visível na lateral esquerda da tela. O arquivo foi carregado no banco e passa a ser tratado como uma tabela, com os atributos que foram criados e inseridos no QGIS, seguindo o esquema lógico.

Figura 22 - Criação da conexão para importação de dados georreferenciados



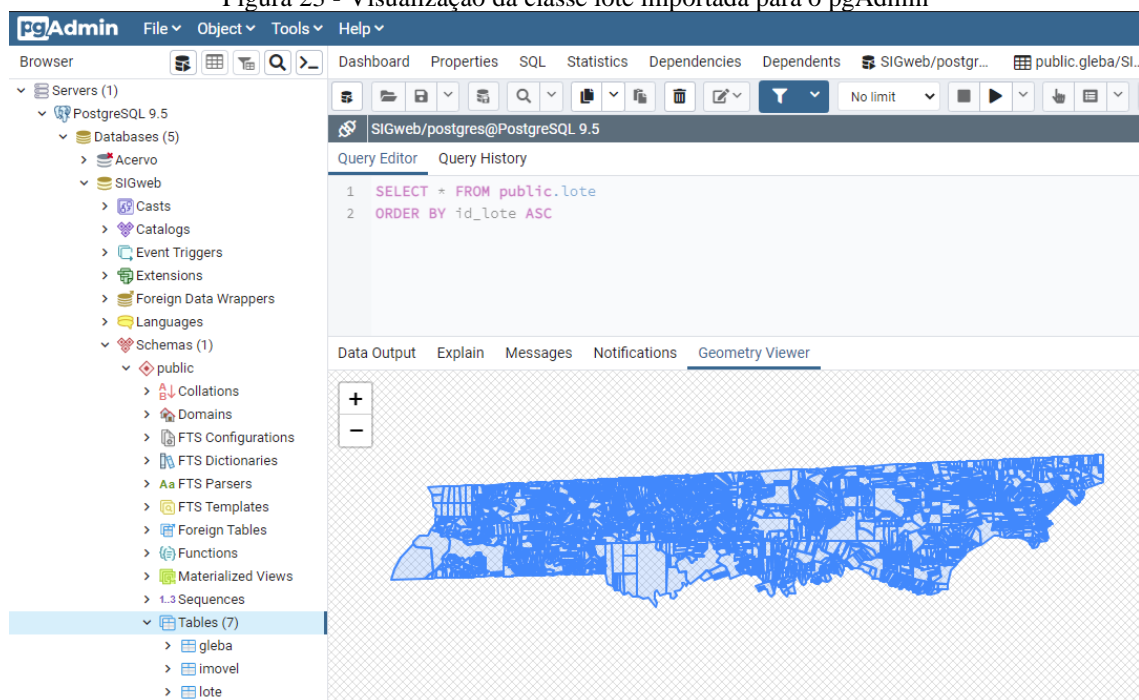
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Uma característica interessante do pgAdmin4 em relação à sua versão anterior é a possibilidade de visualização das classes georreferenciadas, por meio da aba *geometry viewer*.

Essa função possui grande utilidade para verificação de problemas na importação de dados geográficos, como também a visualização dos resultados de operações que envolvem análise espacial ou transformações entre classes.

A figura 23 ilustra a classe lote importada e sua visualização espacial no pgAdmin4. Para essa etapa foram importados todos os lotes do imóvel Guairacá, digitalizados anteriormente.

Figura 23 - Visualização da classe lote importada para o pgAdmin



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com as tabelas criadas e o *shapefile* de lotes importado, passou-se para a fase de preenchimento das tabelas com os dados dos livros fundiários. Essa etapa foi efetuada manualmente a partir dos arquivos PDF gerados na seção 5.1. As tabelas foram preenchidas com dados de alguns lotes das glebas 04, 05, 06 e 07, escolhidas para fazer parte do piloto, conforme descrito também na seção 5.1.

Desta forma foi estruturado o BDG da unidade que, ao entrar em produção, servirá de base para consultas e análises espaciais referentes aos imóveis constantes no acervo fundiário. A partir do BDG é possível efetuar operações diretamente no banco de dados, via PgAdmin e por meio do QGIS e seus complementos. Além dessas possibilidades a estrutura da solução SIG desenvolvida permite o desenvolvimento de outros produtos como, por exemplo mapas temáticos (via QGIS) e, inclusive, Mapas Web, como será apresentado no próximo capítulo.

6. DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB

Com uma solução SIG estruturada a partir de um banco de dados geográfico as operações relativas aos dados geoespaciais podem ser efetuadas diretamente no SGBDE, por meio de *softwares* SIG como o QGIS ou ainda por meio de aplicações desenvolvidas para situações específicas. Desta forma, as etapas apresentadas até o presente momento constituíram a modernização proposta para a Unidade Avançada Iguaçu que, a partir dessa nova estrutura pode desenvolver alguns produtos, conforme a sua necessidade.

Esse capítulo descreve, por exemplo, o processo de desenvolvimento de um Mapa Web voltado à disponibilização dos documentos presentes nos livros fundiários da Unidade Avançada Iguaçu. Para essa atividade foi utilizada parte da base vetorial que compõe o banco de dados geográfico desenvolvido e apresentado na seção 5.4.3 e o *plugin* qgis2web, um complemento do QGIS indicado para a criação de Mapas Web.

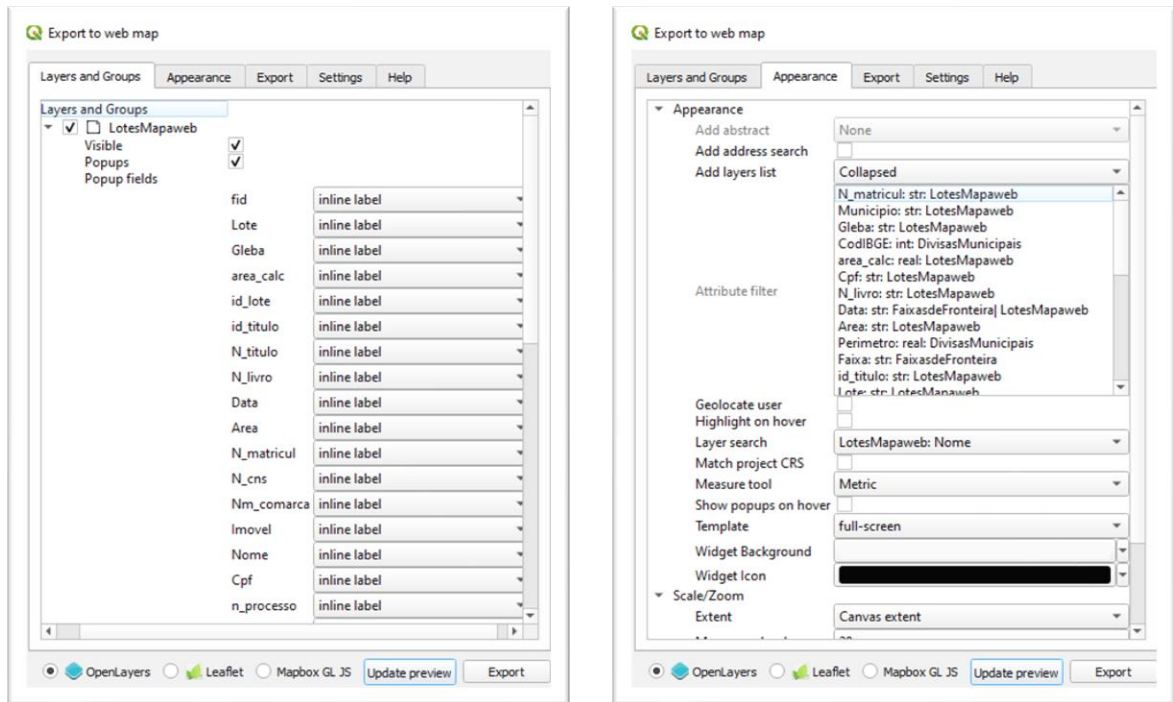
De acordo com Duarte (2021), o qgis2web utiliza as bibliotecas *Leaflet*, *MapBox* e *OpenLayers* para arquivar os produtos gerados. Para essa aplicação foi utilizado o *OpenLayers*, uma biblioteca Javascript gratuita e de código aberto para exibição de dados cartográficos, como mapas dinâmicos e mosaicos, em browsers de internet. Ele permite a produção de mapas online similares ao Google Maps e Bing Maps, por exemplo.

6.1 CONFIGURAÇÃO DO QGIS2WEB

A tela inicial do qgis2web apresenta quatro abas de configurações, conforme observa-se na Figura 24(a). A primeira aba *Layers and Groups* é para a escolha das camadas que ficarão visíveis e para indicar se serão apresentadas *pop-ups* ao serem selecionadas ou não. Nesta primeira aba também são definidos como os atributos serão mostrados no *pop-up*.

Na aba *Appearance* são definidas as configurações de visualização do Mapa Web, como se será apresentada legenda ou não, ferramenta de busca e qual camada será pesquisável; se o mapa será apresentado *full screen* ou somente no tamanho do projeto do QGIS, entre outras opções, como pode ser observado na figura 24(b).

Figura 24 - Abas *layers and groups*(a); e *appearance*(b)



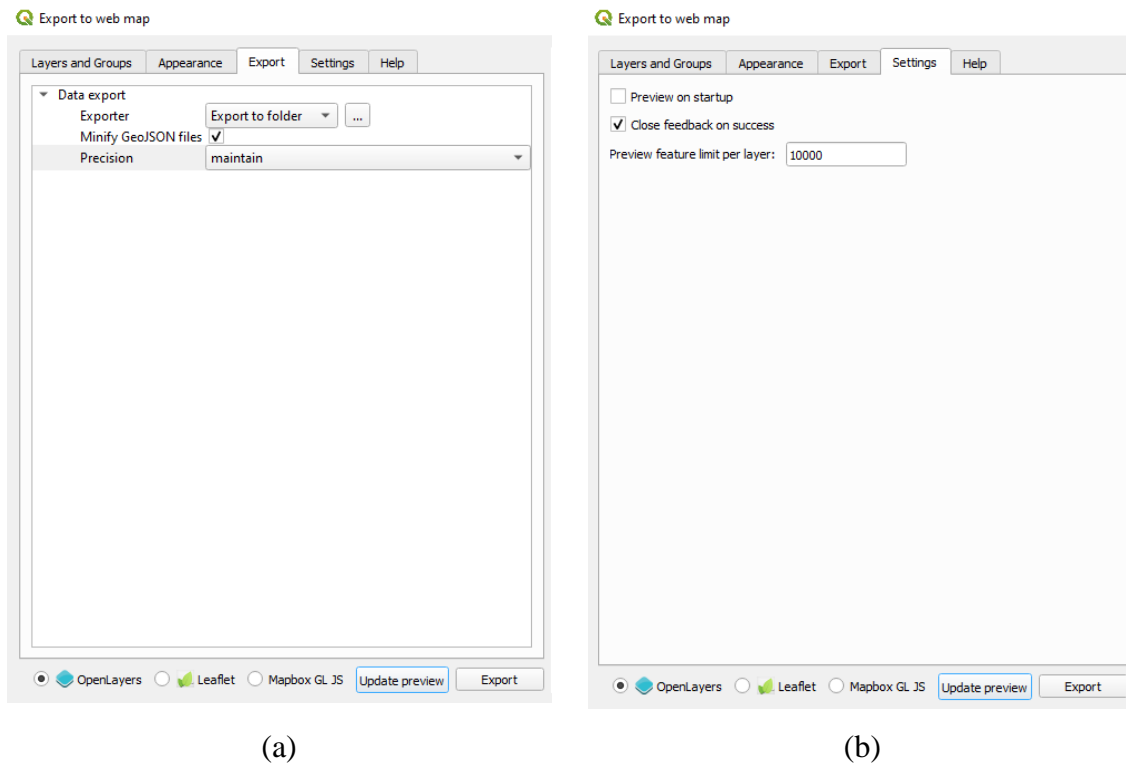
(a)

(b)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A aba *Export* (figura 25(a)) traz as opções de salvar o mapa gerado em uma pasta ou exportar para um website FTP, e na aba *Settings* (figura 25(b)) é possível escolher entre mostrar ou não a prévia do mapa ao iniciá-lo, assim como escolher se a página de status que aparece ao final da geração do mapa será fechada automaticamente. A aba *Help* traz opções de ajuda para a execução das tarefas presentes no plugin.

Figura 25 - Abas *export* (a); e *settings*(b)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

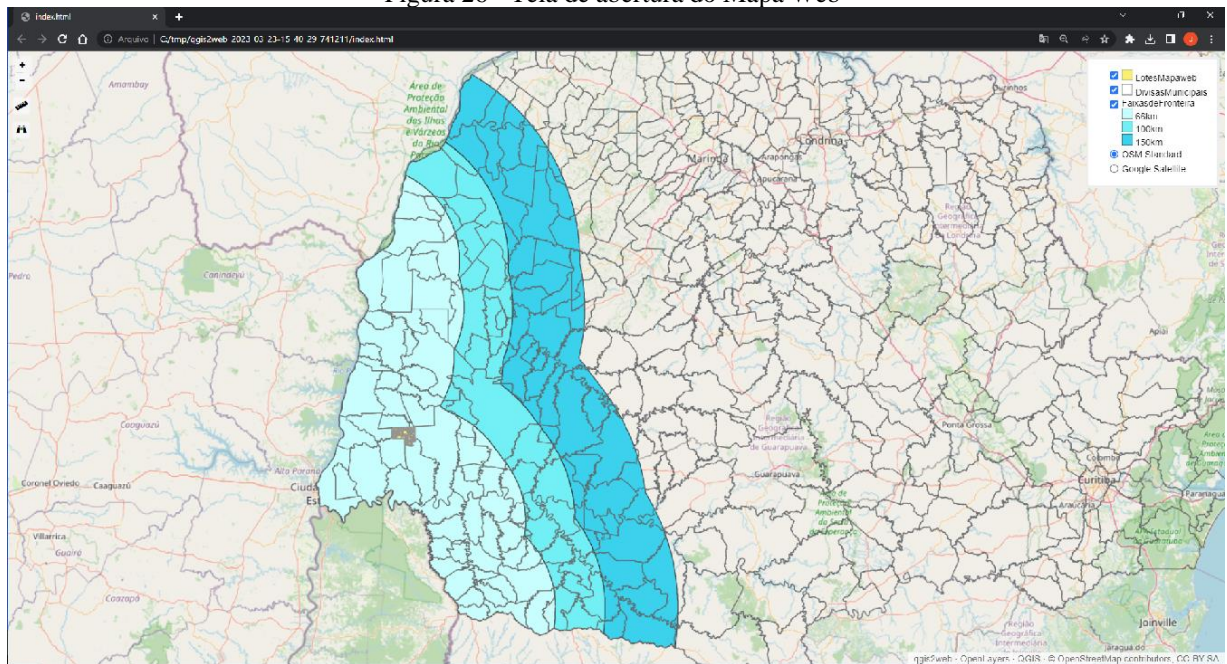
Clicando-se no botão *Export* o Mapa Web é gerado e aberto no browser padrão do computador. Dessa forma tem-se o Mapa Web contendo todos os itens do projeto no QGIS.

6.2 APLICAÇÃO PILOTO

Nesta seção a aplicação piloto é apresentada. Na figura 26 é possível observar a página inicial do Mapa Web em funcionamento no navegador Google Chrome.

Os lotes do Imóvel Guairacá praticamente não ficam visíveis na tela inicial por conta da escala do mapa, tornando-se aparentes utilizando-se as ferramentas de aproximação via mouse ou botões presentes na tela, conforme será mostrado nas figuras 27(a) e 27(b).

Figura 26 - Tela de abertura do Mapa Web

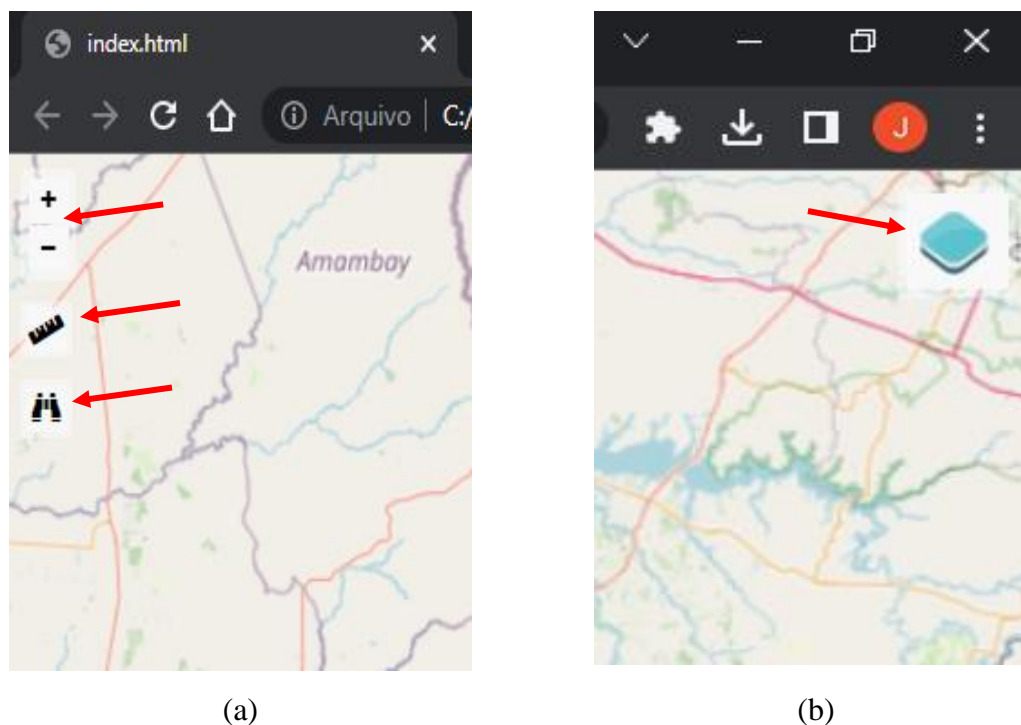


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No canto superior esquerdo visualiza-se os botões de aproximação e afastamento, de medida linear e de busca. Devido a uma limitação do *plugin*, não foi possível ajustar a configuração do tamanho dos botões conforme a escala do mapa ou de acordo com a opção de visualização *full screen*. As figuras 27(a) e 27(b) apresentam em detalhes esses botões, já que na figura 26 estão presentes no canto superior, no entanto de maneira muito discreta.

O botão de medida linear serve para se conhecer as distâncias e tamanho de feições no mapa, e o botão de pesquisa realiza buscas textuais diretamente na camada definida nas abas de configuração do *qgis2web*. No canto superior direito fica a legenda, que é representada por um ícone e se expande quando o mouse está posicionado sobre ele.

Figura 27 - Botões de navegação e pesquisa (a) e apresentação de camadas (b)



(a)

(b)

Fonte: Elaborado pelo autor.

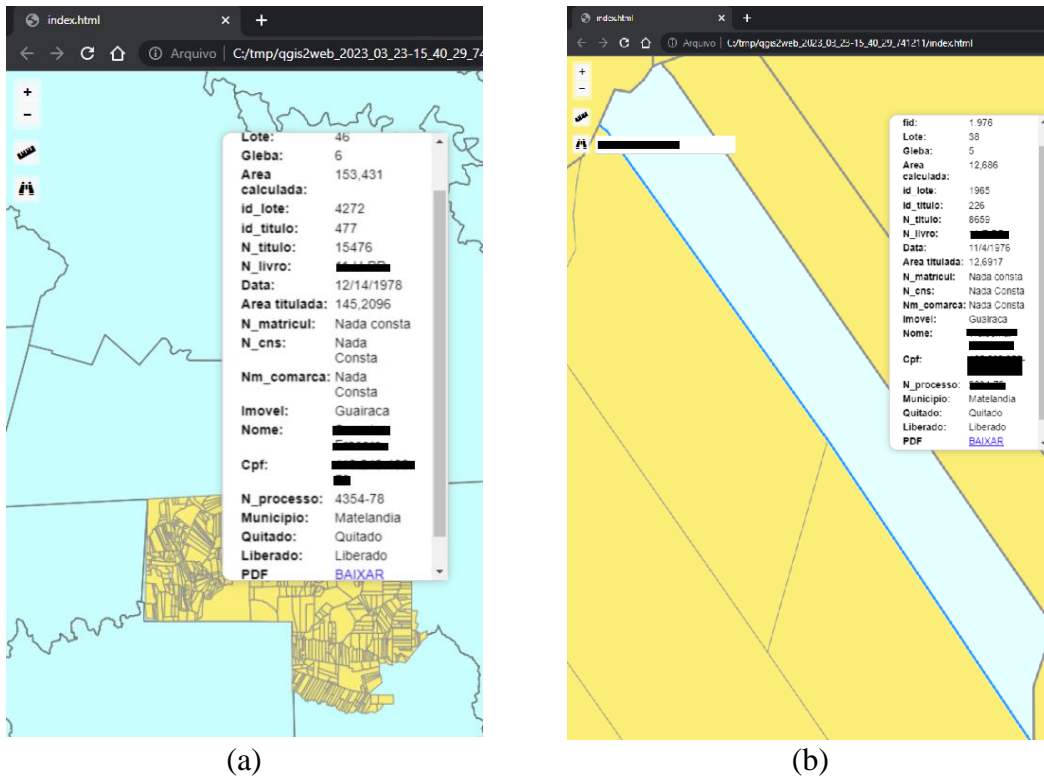
Para a aplicação piloto foram escolhidas duas formas de mapa base, que são apresentados como camadas que podem ser “ligadas” e “desligadas”. A opção *OpenStreetMaps*, mostrado na figura 26 e a opção *Google Satellite*, que permite a visualização utilizando-se a composição de imagens de satélite, como utilizado na ferramenta GoogleEarth.

Para as atividades do INCRA é sempre importante saber a posição da área objeto de estudo com relação às faixas de fronteira. Desta forma o fundo azul claro que aparece quando se observa os lotes do Imóvel Guairacá em destaque na Figura 28 demonstram que essa área se encontra integralmente na faixa fronteira de 66km.

Nas figuras 28(a) e 28(b) é possível observar o *pop-up* de um lote selecionado com o *click* do mouse, contendo os atributos criados e populados no QGIS (Figura 27 (a)) e o resultado de uma busca de lote pelo nome do outorgado (figura 27 (b))²¹.

²¹ As informações foram borradas por tratarem de dados reais.

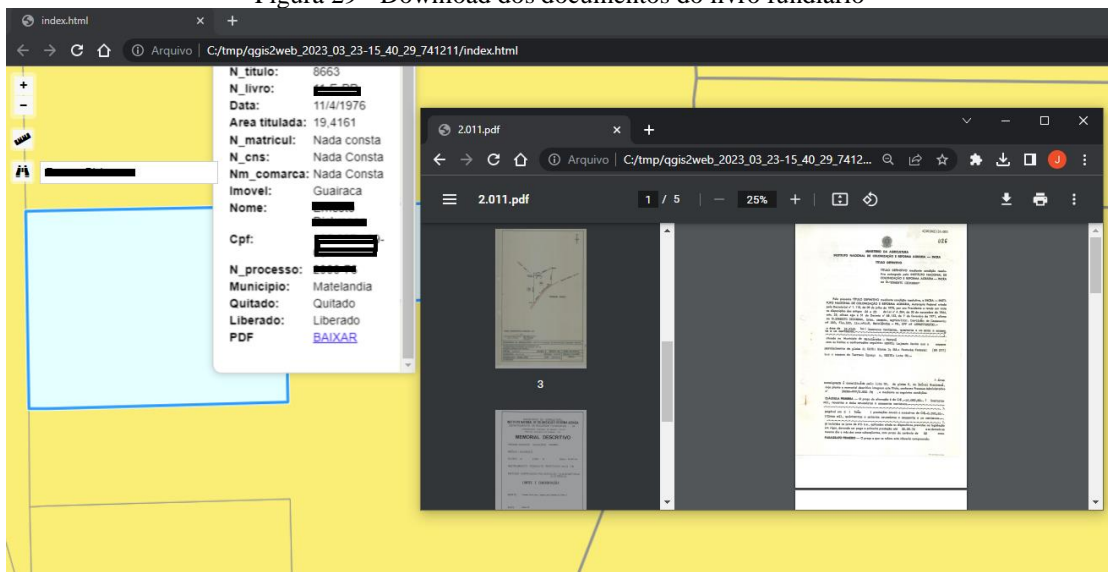
Figura 28 - Pop-up lote selecionado (a); e pesquisa por nome (b)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O sistema permite, além das funções já descritas, a impressão ou o *download* do arquivo PDF contendo os documentos digitalizados do livro fundiário, que são o título, a planta e o memorial descritivo do lote, seja para fornecimento via *e-mail* ou para atendimento presencial. A figura 29 ilustra essa situação.

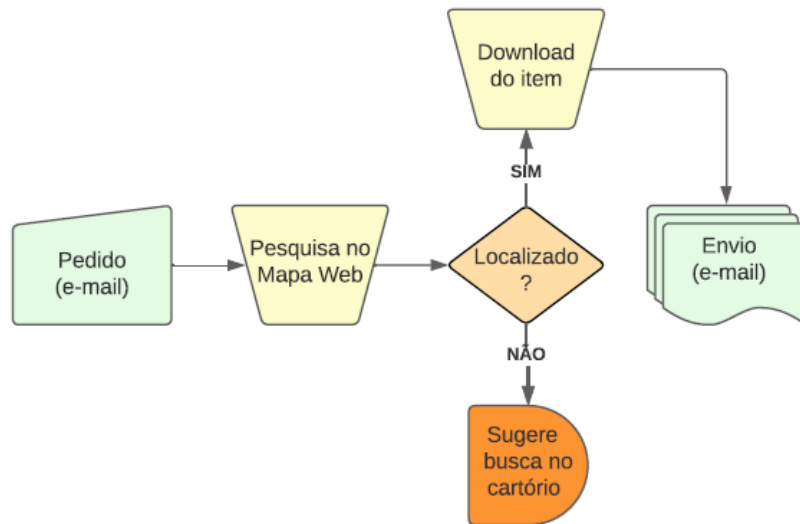
Figura 29 - Download dos documentos do livro fundiário



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Diante do uso do Mapa Web em sua versão final foi possível identificar que o procedimento de localização de lotes e a busca dos documentos relativos a essas áreas no acervo fundiário teve uma diminuição substancial de etapas. A Figura 30 ilustra o fluxo de atendimento realizado via Mapa Web.

Figura 30 - Fluxograma de atendimento via Mapa Web



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

6.3 VALIDAÇÃO DO SISTEMA

Após a operacionalização da aplicação piloto foi necessário submetê-la a testes para verificar a percepção dos usuários quanto ao produto desenvolvido. Para esta atividade foi executado o teste de usabilidade SUS, lançando-se mão do protocolo *Think-aloud* para verificar a percepção dos participantes durante as tarefas propostas.

De acordo com Krug (2009) e Barnum (2020), testes de usabilidade são aplicados para avaliar sistemas, produtos ou procedimentos em processo de desenvolvimento ou que já tenham sido concluídos. A avaliação de um sistema consiste em disponibilizá-lo aos usuários finais para execução das tarefas a fim de verificar se o sistema é usável, ou seja, se ele atende as necessidades do usuário tornando a atividade ou tarefa mais fácil de ser realizada.

O teste foi realizado nas dependências do escritório da Unidade Avançada Iguçu, situado no município de Cascavel-PR e ocorreu em etapas, sendo que na primeira os participantes preencheram um questionário pré-teste, elaborado para identificar um perfil de usuário. O questionário consiste em perguntas simples referentes à idade, gênero, familiaridade com o uso de internet e com a atividade de pesquisa no acervo fundiário.

Terminado o preenchimento do questionário os participantes receberam um roteiro contendo instruções básicas a respeito das tarefas a serem executadas no sistema. No roteiro o participante é incentivado a compartilhar suas impressões com o pesquisador em voz alta, de acordo com o protocolo *Think-aloud*.

O protocolo *Think-aloud* consiste em um procedimento de verbalização não estruturada durante a execução de uma tarefa, em que os participantes manifestam em voz alta os seus pensamentos, sem interpretá-los (DUARTE e KORELO, 2017). Segundo Ericsson e Moxley (2011) os primeiros estudos publicados utilizando o *Think-aloud* durante a resolução de problemas teriam sido feitos pelo psicólogo John Watson em 1920 e que teria sido introduzida nas pesquisas de decisão nos anos 70 por Svenson e Montgomery (MONTGOMERY e SVENSON, 1976).

Os participantes então foram convidados, um por vez, a iniciar a próxima etapa que consistiu em utilizar o Mapa Web desenvolvido. Utilizando o roteiro como guia, as pessoas foram incentivadas a navegar livremente pelo mapa, descrevendo em voz alta a sua experiência, de acordo com o protocolo *Think-aloud* e, quando se sentissem prontas, localizar um lote pelo botão de pesquisa e efetuar o download dos seus documentos.

Para a coleta de dados do teste de usabilidade optou-se pela utilização de um questionário padronizado, para fazer uso de um procedimento baseado em pesquisas e que já tenha sido colocado em prática em diversos testes. De acordo com Barnum (2020), um questionário padrão permite estabelecer relações de melhora/piora da usabilidade pelo fato de as perguntas serem sempre as mesmas.

O questionário escolhido foi o *System Usability Scale* (SUS), desenvolvido por Brooke (1996) e conhecido como a medida de usabilidade percebida mais amplamente utilizada, tendo respondido por 43% dos estudos de usabilidade industrial, conforme Sauro & Lewis (2009) e Lewis (2018).

O SUS é uma ferramenta eficaz para avaliar a usabilidade de um produto, incluindo sites da Web, telefones celulares, sistemas interativos de resposta de voz, aplicações de TV, entre outros (BANGOR, KORTUM e MILLER, 2009). Ainda de acordo com Bangor, Kortum e Miller (2009), é composto de dez declarações, sendo cinco afirmações positivas e cinco negativas que se alternam com uma escala de cinco pontos que varia de discordância total a total concordância.

A escala escolhida para classificar a experiência do usuário foi a Lickert, desenvolvida por Rensis Likert em 1932, que tem por objetivo mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais. Consiste em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações

relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância, variando de 1, discordo totalmente a 5, concordo totalmente (JÚNIOR & DA COSTA, 2014).

Conforme as pessoas foram concluindo as atividades no Mapa Web o questionário SUS foi entregue para que pudesse ser respondido, concluindo-se a última etapa da validação do sistema.

6.4 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

Terminada a validação do sistema junto aos participantes, com a compilação dos dados coletados via questionários pré-teste e SUS, é possível passarmos para a apresentação e discussão dos resultados.

Ao todo, cinco pessoas participaram do teste de usabilidade. Os questionários pré-teste apresentaram um perfil masculino, sendo quatro homens e uma mulher; sendo que quatro participantes tinham idade superior a 40 anos. O nível educacional foi heterogêneo, sendo duas pessoas com nível médio completo e três com nível superior completo. Dessas três pessoas com nível superior completo, duas possuem pós-graduação. Com relação à frequência de uso de internet, três pessoas utilizam com muita frequência e duas frequentemente, ou seja, todos os participantes apontaram familiaridade com a internet.

A totalidade dos participantes respondeu que já utilizou algum mapa online, como GoogleEarth ou GoogleMaps, e quatro dos cinco participantes responderam que atuam com a atividade de pesquisa de livros fundiários. Tais dados demonstram que o perfil de usuário não deveria ter problemas em utilizar um Mapa Web para a atividade de pesquisa.

Durante a aplicação do teste o protocolo *Think-aloud* proporcionou interação com os participantes, podendo-se extrair importantes contribuições, variando desde as formas de apresentação das camadas até questões mais específicas, de funcionamento do Mapa Web, como pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 12 - Observações durante o teste de usabilidade

Observações	
Pontos Fortes	Pontos Fracos
Layout do Mapa Web	Tamanho dos ícones
Mudança na metodologia de pesquisa	Cores da camada de lotes
Facilidade na navegação pelo mapa	Download de todos os documentos simultaneamente
Alternância entre imagem de satélite/mapa	Confusão entre o Mapa Web e <i>browser</i>
Agilidade da pesquisa	
Facilidade de download / impressão	

Fonte: Elaborado pelos autores

Primeiramente se deve ressaltar a receptividade dos participantes em fazer parte do teste, sendo um consenso entre eles a necessidade de mudanças nos procedimentos atuais.

Entre as observações dos participantes vale destacar a empolgação quanto à inovação na metodologia de pesquisa, ao navegar pelo Mapa Web e localizar o objeto procurado.

Os pontos fortes citados, como o layout do mapa, facilidade de navegação utilizando-se o *mouse*, a alternância entre os mapas base (mapa ou satélite) são características intrínsecas do produto gerado e comprovam sua utilidade para o tipo de atividade proposta.

A facilidade de navegação ficou bastante evidente, tendo em vista que as ações de aproximar e afastar, mover e arrastar o mapa foram executadas sem ajuda por parte do aplicador do teste, comprovando a familiaridade dos participantes identificada no questionário pré-teste.

Os pontos fracos percebidos em parte são oriundos de limitações do *plugin*, como o tamanho muito pequeno dos ícones em relação à tela do mapa, que dificultou sua localização dos mesmos pelos participantes.

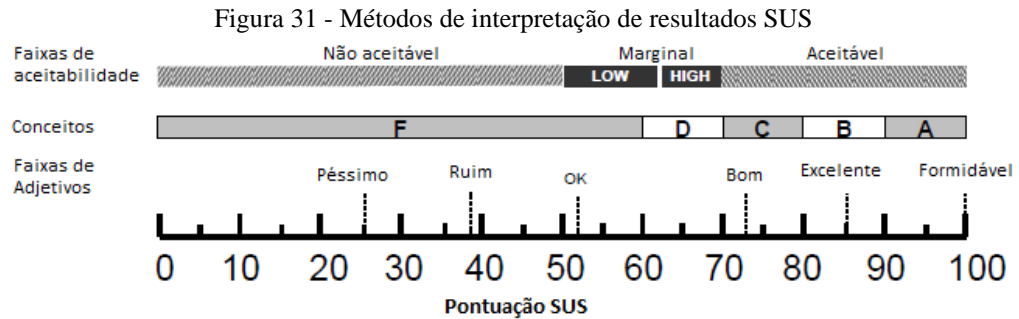
Outra situação a se destacar foi uma confusão de alguns participantes ao tentar efetuar a busca de lotes utilizando a tecla de atalho CTRL + F, disponível nas buscas do navegador.

A sugestão de mudança da cor da camada de lotes para que ficasse somente o contorno dos polígonos pode facilitar a identificação das feições quando o Mapa Web for utilizado no modo imagem de satélite. Na aplicação piloto foi escolhido o preenchimento com amarelo para destacar os lotes, mas em ambiente de produção a utilização de somente o contorno da feição pode facilitar o uso.

A sugestão de separar os documentos em *hyperlinks* diferentes foi bastante profícua, pois permite ao usuário efetuar o download somente do arquivo solicitado, em caso de demanda por um dos itens do livro fundiário, como a planta.

Quanto ao questionário aplicado após o teste, vale ressaltar que existem diversos procedimentos para se interpretar os resultados provenientes do SUS. Para essa pesquisa foi utilizado o método proposto por Bangor, Kortum & Miller (2009), que consiste em associar a

pontuação obtida com os adjetivos “Péssimo”, “Ruim”, “Razoável ou OK”, “Bom”, “Excelente” e “Formidável”, conforme pode ser observado na Figura 31.



Fonte: Bangor, Kortum & Miller (2009)

O resultado do questionário SUS apontou uma média de 86,0 que, de acordo com a escala escolhida é classificado como “Excelente”.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho foi motivado pela percepção de necessidade de modernização do acervo fundiário do escritório da Unidade Avançada Iguaçu, que é composto por livros físicos em papel que contém documentos imprescindíveis para o registro de uma área titulada pelo INCRA.

Para verificar o uso de soluções SIG no contexto do serviço público foi realizada uma RSL que diagnosticou uma baixa produção científica a respeito dessa tecnologia nas esferas de governo.

Considerando a produção científica encontrada, sete artigos apresentavam desenvolvimento de soluções SIG com potencial de aplicação no serviço público brasileiro nos últimos cinco anos ; e cinco relataram o uso dessas soluções por algum órgão público.

O reduzido número de trabalhos sobre o tema valoriza a presente pesquisa no sentido de trazer dados pouco conhecidos a respeito do uso de SIG nas esferas públicas, contribuindo para o meio acadêmico e para o setor público.

Mesmo que em pequeno número, foram encontradas soluções nos artigos identificados na RSL que poderiam ser adequadas para uso em órgãos públicos utilizando-se ferramentas livres e gratuitas, como é o caso da presente pesquisa.

A pesquisa junto às SRs do INCRA a respeito das condições e metodologias de trabalho confere valor a essa dissertação pelo seu ineditismo, pois não se conhece na autarquia trabalho que tenha trazido abordagem semelhante para ilustrar a necessidade de mudanças no que tange não somente à questão fundiária, mas em relação à própria estrutura de trabalho.

As dificuldades de comunicação encontradas durante a coleta de dados expuseram situações que podem se tornar pontos de inflexão para o órgão. Apenas uma parte das SRs respondeu a pesquisa, parte porque não havia internet para receber/responder o e-mail com o questionário, parte por não haver sequer um telefone fixo para os servidores serem informados de que havia um questionário disponibilizado para resposta. Entre as SRs que afirmaram não poder responder a justificativa foi de que não havia servidor responsável por aquele trabalho ou ainda porque a pessoa responsável estava em viagem para atender demandas de outros setores, o que demonstra a escassez de pessoal.

As dificuldades de comunicação e a falta de um procedimento padrão de execução do trabalho de regularização fundiária, mesmo que se trate de estados com características e estruturas diferentes, são complicadores para a execução dessa política pública.

Uma possibilidade para mitigar os problemas acima seria a criação de um fórum de regularização fundiária em que participassem todas as 11 SRs. Ao se criar um ambiente

permanente de discussão e compartilhamento de experiências são formadas redes de informação que podem contribuir para o desempenho do órgão como um todo e, com as ferramentas tecnológicas disponíveis atualmente. A participação de forma online facilitaria a organização de eventos dessa natureza.

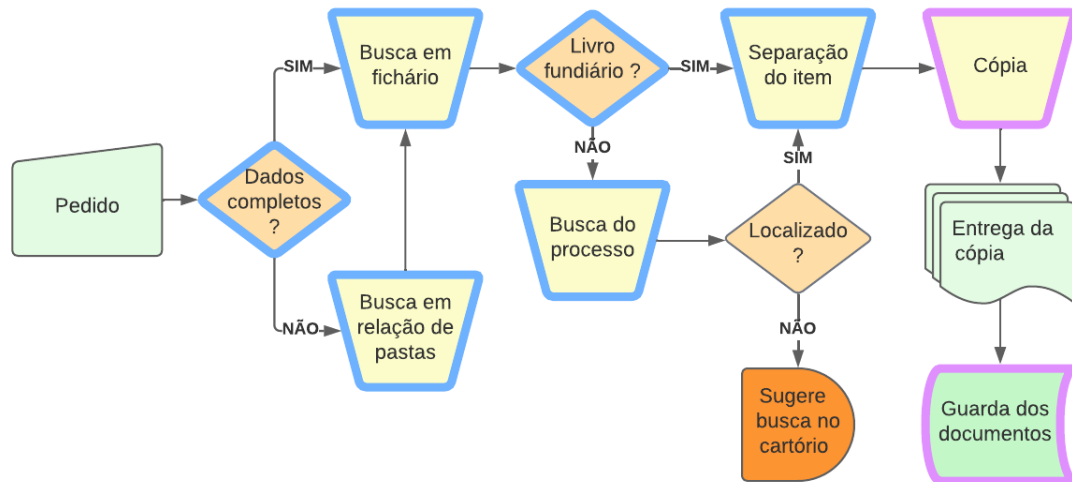
A coleta de dados ajudou a justificar a escolha por uma solução baseada em SIG para a modernização da gestão do acervo fundiário da autarquia, pois a maior parte dos livros fundiários das SRs ainda não se encontra digitalizada e foi identificado interesse entre os servidores na utilização de ferramentas tecnológicas e geoespaciais.

O desenvolvimento do SIG também apresentou desafios pelo volume conceitual a ser apresentado e pela dificuldade de instalação dos *webclients* Lizmap e QWC2, que haviam sido pesquisados para a disponibilização de um SIGweb. Como não foi possível a instalação desses *webclients* nem no Windows e nem no Linux, optou-se por estruturar o banco de dados geográfico e desenvolver um Mapa Web para disponibilização dos documentos presentes no acervo.

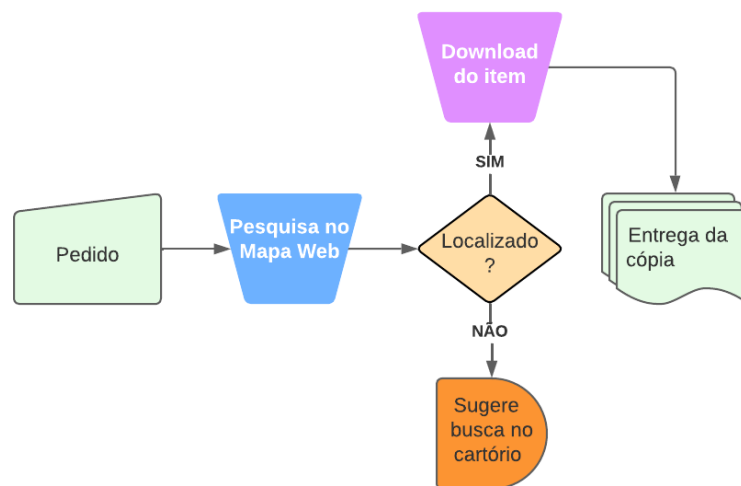
O Mapa Web se apresentou como uma ferramenta viável para a execução de tarefas relacionadas à gestão do acervo fundiário da Unidade Avançada Iguazu. O desenvolvimento do Mapa Web resultou num produto gratuito e que requer pouca estrutura tecnológica para funcionar.

Os testes demonstraram um avanço na execução das atividades relativas ao gerenciamento de informações presentes no acervo fundiário. A figura 32 traz o comparativo entre o procedimento de atendimento de demandas do acervo fundiário utilizando-se da abordagem atual (a) e o procedimento de atendimento de demandas do acervo fundiário utilizando-se da abordagem proposta (b).

Figura 32 - Comparativo entre atendimento atual (a) e via Mapa Web (b)



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Ao se comparar os fluxogramas de atendimento percebe-se uma diminuição substancial de etapas, assim como a migração do ambiente físico, com manuseio de documentos originais em vários ambientes, para o meio digital, onde os documentos já se encontram digitalizados e organizados em um repositório previamente estabelecido.

Na figura 32(a) é possível observar que apenas a etapa de pesquisa no Mapa Web substitui quatro ações manuais (contorno azul) e a etapa de download do item substitui duas etapas manuais (contorno roxo). A figura 32(b) ilustra que o processo todo, do pedido à entrega

(seja por e-mail ou de forma impressa), passa a ser constituído de apenas quatro etapas, o que confere celeridade e segurança ao atendimento.

O resultado do teste de usabilidade do Mapa Web apresentou resultado positivo, desde as observações dos participantes durante o teste até a pontuação final do questionário SUS, classificando o Mapa Web como “Excelente” e abrindo possibilidade de melhorias para as próximas versões.

O presente trabalho deixa lacunas que podem ser preenchidas por trabalhos futuros, como a pesquisa de SIG utilizando-se do conceito de PPGIS, observada com frequência na RSL mas sem implementação por órgãos públicos.

A pesquisa de outros *plugins* do QGIS e novas tentativas de desenvolvimento de SIGweb para a publicação de dados geoespaciais na internet também se apresentam como bons temas para trabalhos futuros, possibilitando identificar ferramentas com potencial para atender as demandas do INCRA e seus projetos.

REFERÊNCIAS

ABITEBOUL, S., HULL, R. *IFO: a formal semantic database model*. *ACM Transactions on Database Systems*, v.12, n.4, p.525-565, 1987.

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. *Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale*. *JUS – Journal of Usability Studies, Usability Professionals Association, Bloomington*, Vol. 4, Issue 3, May 2009, pp. 114-123.

BARNUM, C. *Usability Testing Essentials: Ready, Set...Test!* [S.l.: s.n.]. disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=L6_SDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=BARNUM,+C.+Usability+Testing+Essentials:+Ready,+Set...+Test!&ots=kAiFO2ycA9&sig=-pH7yDU7gChV_UKZHWJyfhFt0L4#v=onepage&q&f=false. Acessado em 31/03/23.

BRASIL, Lei nº 601, de 18 de setembro de 1850, Presidência da República, 1850. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/L0601-1850.HTM. Acessado em fevereiro de 2022.

BRASIL, Lei nº 6634, de 02 de maio de 1979, Presidência da República, 1979, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/L6634.HTM. Acessado em fevereiro de 2022.

BROOKE, J. *SUS: A quick and dirty usability scale*. *Usability Evaluation Industry*, v. 189, 11, 1986.

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A. *Principles of Geographical Information Systems* 2nd ed., 2018. Oxford University Press, USA.

CARTWRIGHT, W., CRAMPTON, J., GARTNER, G., MILLER, S., MITCHELL, K., SIEKIERSKA, E., and WOOD, J. *Geospatial Information Visualization User Interface Issues*. *Cartography and Geographic Information Science*, 28(1):45–60. 2001. Disponível em: <https://bit.ly/3XJA5QH>.

CARTWRIGHT, W., PETERSON, M. P., GARTNER, G. *Multimedia Cartography, 2nd Edition*, Springer, 2007.

CHEN, P. *The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data*. *ACM Transactions on Database Systems*, v.1, n., p.9-36, 1976.

CORDEIRO, D, F, G. *A Faixa de Fronteira*. A DEFESA NACIONAL, (N. 746), 1989, Biblioteca do Exército.

CUNHA, A. M.; FEITOZA, H. N.; FEITOZA, L. R.; OLIVEIRA, F. S.; LANI, J. L.; CARDOSO, J. K. F.; TRINDADE, F. S. *Update the legend of the reconnaissance soil map of Espírito Santo state and the implementation of Geobases interface for data usage in GIS*. *Geografares*, Nº 22, Volume II, 32-65, 2017. doi: 10.7147/GEO23.12356.

DE BRANCO, W. G.; HOLANDA, M. T. *Comune - An android application for applying surveys to and collecting reports from public service users. 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Lisbon, Portugal, 2017, pp. 1-6, 2017 doi: 10.23919/CISTI.2017.7975689.*

DA SILVA, M. R.; RAMOS, T. M.; HOLANDA, M. T. *Geographic Information System with Public Participation on IoS System. 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). IEEE Xplore, 2017 doi: 10.23919/CISTI.2017.7975792.*

DEMERS, M. N. *Fundamentals of geographic information systems* 4th ed., John Wiley, New Mexico State University, USA, 2005.

DENT, B. D.; TORGUSON, J. S.; HODLER, T. W. *Cartography: Thematic Map Design* 6th ed. McGraw-Hill, New York, USA, 2009.

DUARTE, L., QUEIRÓS, C., TEODORO, A.C. *Comparative Analysis of Four QGIS Plugins for Web Maps Creation. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* 34(2) 2021:8-25, 2021.

DUARTE, N. P. e KORELO, J. C. *A Utilização do Protocolo Verbal Think Aloud Para Rastreamento de Processos em Pesquisas Sobre a Tomada de Decisão do Consumidor. Revista Brasileira de Marketing*, vol. 16, núm. 3, julho-setembro, 2017, pp. 317-333 Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil.

ERICSON, K. A., & MOXLEY, J. H. *Thinking Aloud Protocols: Concurrent Verbalizations of Thinking during Performance on Tasks Involving Decision Making. A Handbook of Process Tracing Methods for Decision Research: A Critical Review and User's Guide. New York, 2011.*

FARGHER, M. *WebGIS for Geography Education: Towards a GeoCapabilities Approach. International Journal of Geo-Information*, 7, 111, 2018 doi: 10.3390/ijgi7030111.

FERREIRA, K. R. *Interface para operações espaciais em bancos de dados geográficos. Dissertação de mestrado em Computação Aplicada. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, Brasil, 2003.*

FLETCHER-LARTEY, S. M.; CAPRARELLI, G. *Application of GIS technology in public health: successes and challenges. Parasitology*, 143, 401–415, 2016 doi: 10.1017/S0031182015001869.

GAVLAK, B., *Market analysis of the relationship between Brazilian Federal Government and the geospatial industry. Geo-spatial Information Science, september 2022. doi: 10.1080/10095020.2022.2094288.*

HENRICO, S. *Qualitative insights into the acceptance of QGIS in South Africa. Transactions in GIS*; 26:3295–3314, 2022 doi: 10.1111/tgis.13003.

HOLANDA, M.; PASSOS, P.; MOTA, A.; CORDEIRO, B.; EGLER, P. *Tô de Olho: Geographic Information System with Public Participation for Mapping of Urban Disorders.*

14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 19 – 22 June 2019, Coimbra, Portugal doi: 10.23919/CISTI.2019.8760923.

INCRA. **O INCRA, Acesso à Informação Institucional**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/o-incra>. Acessado em: 20/04/2023.

INCRA. **Portaria nº 565/2017, de 27 de setembro de 2017**, publicada no DOU 187, seção 1, página 1, em 29 de setembro de 2017, Brasil, disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/portaria_565_2017.pdf. Acessado em: 20/04/2023.

ITO, M. H., FILHO, H. F., CONTI, L.A. **Uso do software livre QGIS (Quantum GIS) para ensino de Geoprocessamento em nível superior**. Revista Cartográfica 94. 2017:127-148, 2017.

JÚNIOR, S. D. S., DA COSTA, F. J. **Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e *Phrase Completion***, XVII SEMEAD – Seminários em administração, outubro de 2014.

JUNQUEIRA, A. M.; ANDRADE, M. R. M.; MENDES, T. S. G. **Landslide susceptibility mapping for transmission lines: dynamic monitoring, analysis and alerts for extreme natural events**. *Environ Earth Sci* 79, 46, 2020 <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8750-x>.

KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. EBSE *Technical Report, version 2.3*, EBSE-2007-01. Keele University and University of Durham, 2007.

KOZIEVITCH, N. P.; ALMEIDA, L. D. A.; SILVA, R. D.; MINETTO, R. A **Smarter Sidewalk-Based Route Planner for Wheelchair Users: An Approach with Open Data**. SMARTGREENS 2016 and VEHITS 2016, CCIS 738, pp. 192–206, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-63712-9 11.

KOŁODZIEJ, K. **OpenGIS® Web Map Server Cookbook**. Version 1.0.1. Open GIS Consortium Inc, 2013.

KRUG, S. **Rocket Surgery Made Easy: The Do-It-Yourself Guide to Finding and Fixing Usability Problems**. 1st. ed. USA: New Riders Publishing, 2009 Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=9Q3OQVyX-QC&oi=fnd&pg=PR4&dq=KRUG,+S.+Rocket+Surgery+Made+Easy:+The+Do-It-Yourself+Guide+to+Finding+and+Fixing+Usability+Problems&ots=6ISMaJe0JV&sig=tGbl4BTRJU_mBir2vM8ZLenaL8c#v=onepage&q=KRUG%2C%20S.%20Rocket%20Surgery%20Made%20Easy%3A%20The%20Do-It-Yourself%20Guide%20to%20Finding%20and%20Fixing%20Usability%20Problems&f=false. ACESSADO EM 31/03/23.

LEANDRO, A. S.; LOPES, R. D.; MARTINS, C. A.; RIVAS, A. V.; SILVA, I.; GALVÃO, S. R.; FREITAS, R. M. **The adoption of the One Health approach to improve surveillance of venomous animal injury, vector-borne and zoonotic diseases in Foz do Iguaçu, Brazil**. PLOS

Neglected Tropical Diseases, February 18, 2021 doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009109>.

LEWIS, J. R. *The System Usability Scale: Past, Present, and Future*, International Journal of Human-Computer Interaction, 2018. doi: 10.1080/10447318.2018.1455307.

LONGLEY, P. A. *Geographic Information Science & Systems* 4th ed., 2015, Wiley, USA.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. **Resolução CONARQ N° 39/2014**. Disponível em: <https://www.gov.br/conarq/pt-br/legislacao-arquivistica/resolucoes-do-conarq/resolucao-no-39-de-29-de-abril-de-2014>. Acessado em: 20/04/2023.

MONTGOMERY, H., SVENSON, O. *On decision rules and information processing strategies for choices among multiattribute alternatives*. *Scandinavian Journal of Psychology*, 17, 283- 291, 1976.

NIELSEN, J. **Why You Only Need to Test with 5 Users**. NNGroup, 2000. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. Acessado em 31/03/23.

OLIVEIRA, B. R.; SOUZA, N. M.; SILVA, R. C.; JÚNIOR, E. E. A. S. *Tridimensional geotechnical database modeling as a subsidy to the standardization of geospatial geotechnical data*. *Soils and Rocks* 44 (4), 2021 doi: <https://doi.org/10.28927/SR.2021.073321>.

PATEL et al. *Optical Character Recognition by Open source OCR Tool Tesseract: A Case Study*. *International Journal of Computer Applications* 55(10) 50-56, 2012.

PEREZ, L. P.; SANTOS, R. B.; ALMEIDA, G. M. J. A.; CARVALHO, G. C. *Spatial data in the Global South: A case study of alternative land management tools for cities of limited resources*. IEEE GLOBAL HUMANITARIAN TECHNOLOGY CONFERENCE (GHTC), SAN JOSE, CA, USA, 2017, PP. 1-10, DOI: 10.1109/GHTC.2017.8239224.

PORTO, M. F.; NUNES, N. T. R.; CARVALHO, I. R. V.; BARROS, P. H. G. *Environment for Analysis of Rural School Transportation: A Case Study in Espírito Santo/Brazil*. *Proceedings of the 8th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics (IMCIC 2017)*, <http://hdl.handle.net/1843/50941>.

QUANTUM GIS (2023) disponível em: https://www2.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html. Acesso em: 23 de março de 2023.

RUMBAUGH, J., BLAHA, M., PREMERLANI, W., EDDY, F., LORENSEN, W. *Object-Oriented Modeling and Design*. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

SANTOS, G. S.; GOMES, R. A.; SANTOS, E. A. *PPGIS as an urban planning tool around airports*. *Journal of Air Transport Management*, Volume 69, June 2018, Pages 269-278. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.07.005>.

SAURO, J.; LEWIS, J. R. *Correlations among prototypical usability metrics: Evidence for the construct of usability*, In *Proceedings of CHI 2009* (pp. 1609–1618). Boston, MA: Association for Computing Machinery.

SCHOLL, H. J.; SCHOLL, M. C. *Smart governance: A roadmap for research and practice*. IConference Proceedings, 2014 doi: 10.9776/14060.

SCHUCH, F. S.; LOCH, C. **Experiência no Treinamento de Servidores Públicos Municipais em Software de Geoprocessamento Gratuito no Brasil**. Revista Brasileira de Cartografia Nº 63 Edição Especial 40 anos, 2011. doi: 10.14393/rbcv63n0-43764.

TENIWUT, W. A. *Towards smart government for sustainable fisheries and marine development: An intelligent web-based support system approach in small islands*. *Marine Policy* 143, 2022 doi: 10.1016/j.marpol.2022.105158.

VASCONCELOS, P. A. F.; ALENCAR, W. S.; RIBEIRO, V. H. S.; RODRIGUES, N. F.; ANDRADE, F. G. **Enabling Spatial Queries in Open Government Data Portals**. *Electronic Government and the Information Systems Perspective*. EGOVIS 2017. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 10441. Springer, 2017 doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-64248-2_6.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SRs

“Realidade das superintendências do INCRA que atuam na faixa de fronteira”

Convidamos você a participar de uma pesquisa que busca identificar a realidade dos Serviços de Regularização Fundiária do INCRA que atuam na faixa de fronteira. O propósito é conhecer a estrutura organizacional, as demandas do Serviço e como ocorre a gestão do acervo fundiário. A pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade da UNIOESTE, campus de Foz do Iguaçu-PR, que estuda a modernização do processo de busca e disponibilização das informações produzidas e mantidas pelo INCRA. O tempo estimado para resposta varia entre 3 e 5 minutos. Obrigado por sua participação !

*Obrigatório

1. E-mail *

2. Favor inserir seu e-mail: *

Quanto à estrutura organizacional

3. Qual é a sua Superintendência Regional (SR)/ Estado ? *

Marcar apenas um oval.

- Acre - SR(AC)
- Amapá - SR(AP)
- Amazonas - SR(AM)
- Mato Grosso - SR(MT)
- Mato Grosso do Sul - SR(MS)
- Oeste do Pará - SR(PA/O)
- Paraná - SR(PR)
- Rio Grande do Sul - SR(RS)
- Rondônia - SR(RO)
- Roraima - SR(RR)
- Santa Catarina - SR(SC)
- Outro:

4. Em sua SR as ações pertinentes à regularização fundiária são responsabilidade do: *

Marcar apenas um oval.

- Chefe do Serviço de Regularização Fundiária
- Chefe da Divisão de Governança Fundiária
- Outro:

5. Quantas pessoas atuam no Serviço de Regularização Fundiária de sua SR ? *

Marcar apenas um oval.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- mais de 10 pessoas

6. Quais são os cargos / função dos servidores que atuam no Serviço de Regularização Fundiária de sua SR ? *

Marque todas que se aplicam.

- Técnico em Reforma e Desenvolvimento Agrário
- Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário
- Técnico Administrativo
- Analista Administrativo
- Fiscal de Cadastro
- Perito Federal Agrário
- Outro:

Quanto ao acervo de livros fundiários (Considerando livros fundiários como o conjunto de planta, memorial descritivo e título emitido pela SR para cada lote/parcela/imóvel regularizado)

7. Em sua SR existe acervo de livros fundiários ? *

Marcar apenas um oval.

- Existe acervo e os livros não estão digitalizados (Pular para a pergunta 8)
- Existe acervo e os livros estão parcialmente digitalizados (Pular para a pergunta 8)
- Existe acervo e os livros estão 100% digitalizados (Pular para a pergunta 9)
- Não existe acervo de livros fundiários (Pular para a pergunta 11)
- Outro: (Pular para a pergunta 11)

Quanto aos livros fundiários

8. Por qual motivo os livros fundiários não estão 100% digitalizados ? *

Marque todas que se aplicam.

- Não há recursos financeiros para contratação de empresa
- Não há equipamentos nem pessoal para a execução do trabalho na própria SR
- Não houve iniciativa para celebração de parcerias com universidades
- Os trabalhos de digitalização ainda estão em execução
- Outro:

Quanto à demanda pelos livros

9. Em sua SR, qual é a frequência de solicitações de cópias ou uso interno dos livros fundiários ? *

Marcar apenas um oval.

- Frequentemente, toda semana (Pular para a pergunta 11)
- Ocasionalmente, poucas vezes ao mês (Pular para a pergunta 11)
- Raramente, poucas vezes ao ano (Pular para a pergunta 11)
- Não sei dizer (Pular para a pergunta 10)

Quanto à frequência de demanda

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

Experiência no uso de um Mapa Web para acesso ao acervo fundiário

Este questionário pré-teste tem o objetivo de conhecer o perfil de possíveis usuários do Mapa Web

Qual seu sexo ?	
Masculino	
Feminino	
Outro	

Qual sua idade ?	
entre 20 e 30 anos	
entre 30 e 40 anos	
mais de 40 anos	

Qual seu nível educacional ?	
Ensino Fundamental Incompleto	
Ensino Fundamental Completo	
Ensino médio incompleto	
Ensino médio Completo	
Ensino superior incompleto	
Ensino superior Completo	
Pós-graduação (especialização, mestrado, doutorado) incompleto(s)	
Pós-graduação (especialização, mestrado, doutorado) completo(s)	

Com que frequência você usa a internet ?	
Com muita frequência	
Frequentemente	
Ocasionalmente	
Raramente	
Nunca	

Você alguma vez já utilizou mapas online, como Google Earth e Google Maps ?	
Sim	
Não	

No seu trabalho você realiza pesquisas de livros fundiários ?	
Sim	
Não	

APÊNDICE C – ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DO TESTE DE USABILIDADE

Roteiro para realização de teste de usabilidade

1. Pedimos que durante o teste você execute as tarefas indicadas compartilhando com o pesquisador as suas impressões. Esse procedimento ajudará a enriquecer a análise.
2. Abrir o arquivo "index.html" na pasta indicada;
3. Navegar pelo mapa aberto no seu browser de internet. Nessa etapa incentivamos você a utilizar as ferramentas de zoom, de arrastar o mapa, de ligar e desligar camadas e o botão de pesquisa, por exemplo;
4. Agora que você já conhece o mapa, pedimos que você execute uma busca pelo nome "Waldemar Wandroski";
5. O mapa vai aproximar o zoom no nível do lote da pessoa que o nome foi pesquisado. Agora pedimos que você clique no lote para abrir o pop-up dos atributos;
6. Como última tarefa, pedimos que você efetue o download dos documentos desse lote;
7. Caso você tenha alguma dificuldade em realizar alguma dessas tarefas, fique à vontade em perguntar;
8. Pronto. Teste finalizado. Obrigado!

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO SUS

Experiência no uso de um Mapa Web para acesso ao acervo fundiário

Este questionário tem o objetivo de avaliar sua experiência no uso do Mapa Web

System Usability Scale - SUS	Discordo Totalmente				Concordo Totalmente
1 Penso que eu gostaria de usar esse sistema frequentemente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
2 Achei o sistema desnecessariamente complexo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
3 Achei o sistema fácil de usar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
4 Penso que eu necessitaria da ajuda de um técnico para poder utilizar esse sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
5 Achei que as variadas funções desse sistema estavam bem integradas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
6 Achei que havia muita inconsistência nesse sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
7 Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema muito rapidamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
8 Eu achei o sistema muito incômodo de usar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
9 Me senti muito confiante usando o sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
10 Eu tive que aprender várias coisas antes de usar o sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5

Cascavel, abril de 2023