

Arquitetura de um sistema de informação geográfica para o monitoramento de conflitos de terra

Fabricio O. Liborio¹, Rubens de S. Matos Junior¹, Sandra H. G. Costa¹

¹Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto. Lagarto, SE – Brasil

Abstract. *Due to the increasing number of reported land conflicts in Brazil, it is necessary to develop efficient tools to monitor and expose these events. This work aims to propose an architecture for a geographic information system that is capable of displaying data related to land conflicts in an easy and interactive manner. To this end, a literature review was carried out to understand which technologies could be applied, resulting in the use of GeoServer, PostGIS, OpenLayers, JAVA and React. The architecture was defined using use case diagrams, entity-relationship diagrams and class diagrams, as well as visual prototypes to showcase the usability and screen design.*

Resumo. *Devido ao crescente número de conflitos de terra reportados no Brasil, se faz necessário desenvolver ferramentas eficientes em monitorar e expor estes eventos. Este trabalho tem como objetivo propor uma arquitetura de um sistema de informação geográfica que seja capaz de exibir os dados referentes aos conflitos de terra de uma forma fácil e interativa. Para esse fim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para entender quais tecnologias poderão ser aplicadas, que resultou no uso do GeoServer, do PostGIS, do OpenLayers, do JAVA e do React. A arquitetura foi definida fazendo uso de diagramas de caso de uso, de entidade-relacionamento e o de classes, além do uso de protótipos visuais para expor a usabilidade e o design das telas.*

1. Introdução

Face ao contexto brasileiro de concentração fundiária, violência no campo e a exploração rentista que constituem marcas históricas da questão agrária no país, a cartografia digital apresenta-se como relevante ferramenta de informação, análise e tomada de decisões acerca do campo. No Brasil em 2022 foram registrados 2018 conflitos por terra envolvendo 900 mil pessoas [CPT 2023], significa que em média 5 conflitos ocorreram por dia. Além disso, cabe registrar que esses conflitos fundiários e ambientais resultaram no trágico assassinato de 47 pessoas que lutam em defesa da terra e dos bens naturais.

Segundo [Reydon 2011], quando o Brasil caminha fortemente na direção de se constituir uma das potências econômicas mundiais, vários aspectos da situação agrária ainda se encontram num estado bastante crítico. O mais chocante é que o país continua a aparecer nos noticiários internacionais com três anomalias: os maiores conflitos pela terra, inclusive com mortes, uma elevadíssima concentração da propriedade da terra e o desmatamento da floresta Amazônica. As três decorrentes da questão agrária brasileira que nasceu no processo de colonização e que até a presente data não foi enfrentada menos ainda resolvida. Todos estes problemas se associam ao fato do país ter um conjunto de regras vinculados à propriedade da terra, que não permitem a sua adequada regulação,

decorrentes da: ausência de um cadastro; a possibilidade de se apossar e regularizar terras; a ausência de tributo sobre a terra e que finalizam na a possibilidade de se especular continuamente com terras.

De acordo com [Castro 2019], terra e agenda política no Brasil do século XXI estão sob uma normalidade/continuidade em que predominam governos autoritários e medidas políticas antidemocráticas. Nesse contexto, as lutas por terra representam, no plano mais geral das lutas sociais, a tradução de uma luta por democracia, haja vista que terra continua sendo sinônimo de poder, inclusive de poder político.

A Amazônia tem servido como objeto de tentativas governamentais e não governamentais de mapeamento. Como uma última fronteira cartográfica, por conter grandes áreas formalmente "desconhecidas", diferentes iniciativas têm procurado registrar informações geográficas, segundo diversas e muitas vezes conflitantes perspectivas, o "território nacional", as "áreas de fronteira", as "reservas de recursos naturais", as "áreas de concentração de biodiversidade" e, também, de grupos com identidades culturais, étnicas, raciais ou sociais e seus territórios. [Acselrad 2018]

O avanço da concentração das terras em grandes áreas no país, incluindo Sergipe foi apontado por [Oliveira 2020] e [dos Santos Silva et al. 2016]. Na região nordeste, tem ocorrido uma enorme concentração de terras em áreas improdutivas. Sergipe possui uma área de 2.191.034 hectares de terras (ha), os estabelecimentos agropecuários ocupam 1.460.860 (ha) dessa área, o estado de devolutividade, grilagem e o costume da posse das terras em Sergipe necessita de estudos mais aprofundados.

O propósito deste trabalho é produzir a arquitetura para um sistema de informação geográfica que será responsável por armazenar os dados de conflitos de terra registrados no Brasil, e utilizando essas informações, disponibilizar a visualização destes dados através de mapas interativos que poderão ser acessados pela internet.

O trabalho está estruturado da seguinte forma. Na seção 2, é exposta a fundamentação teórica. Já na seção 3 são apresentados os trabalhos relacionados. A seção 4 se refere a definição dos materiais e métodos utilizados. Na seção 5 é apresentada a arquitetura proposta, contendo os diagramas e protótipos visuais do sistema. Por fim, na seção 6 são apresentadas as considerações finais e discussões;

2. Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica apresenta uma breve introdução dos conceitos e tecnologias abordados neste trabalho, são elas:

2.1. Sistema Fundiário Brasileiro e Conflitos de Terra

De acordo com [Oliveira 2020] o Brasil apresentou uma estrutura fundiária que faz inveja ao mais brilhante dos países do mundo. Sua concentração apresentou o dado de uma área média de 6.606 hectares para os maiores estabelecimentos, aqueles que ocuparam a área de 2.500 hectares ou mais. O que vale dizer que o país apresentou a concentração absurda de apenas 15.305 estabelecimentos agropecuários concentrar um total de 101.307.014 hectares de terras. Enquanto que os estabelecimentos voltados para a agricultura (familiar) apresentaram o número de 15,89 hectares de área média. O que se entende por uma conta faraônica de 70.692.755 de hectares sendo divididos entre 4.448.751 estabelecimentos.

De acordo com [Martins 2018], a Lei de Terras que instituía um novo regime de propriedade em que a condição de proprietário não dependia apenas da condição de homem livre, mas também de pecúlio para a compra da terra, ainda que ao próprio Estado. O país selecionaria a dedo, por meio de seus agentes na Europa, o imigrante pobre, desprovido de meios, que chegasse ao Brasil sem outra alternativa senão a de trabalhar em latifúndio alheio para um dia, eventualmente, tornar-se senhor de sua própria terra.

Outro problema central na questão fundiária brasileira é a grilagem de terras, praticada em todo o país, a partir de distintas estratégias de apropriação privada ilegal, dentre elas a grilagem judicial. Segundo [COSTA 2020] a grilagem judicial se trata de uma prática que engloba a regulação das terras, o estudo das formas, dos ritos jurídicos, das práticas e condutas profissionais, e a análise das legislações federais e estaduais que sucessivamente regulamentaram as terras no Brasil que serviram de base para que fossem tomadas decisões processuais que transformaram terras devolutas, camponesas, quilombolas, indígenas de uso comum, em terras particulares ou objeto de rentismo.

No Brasil, coexistem atualmente um Registro Geral de Imóveis (1) e os seguintes cadastros públicos de imóveis rurais: (2) SNCR/Incrá (Sistema Nacional de Cadastro Rural); (3) SIGEF/INCRA (Sistema de Gestão Fundiária); (4) CAFIR-SRF (Cadastro de Imóveis Rurais da Receita Federal), (5) ADA/IBAMA (Ato Declaratório Ambiental); (6) CAR/SFB (Cadastro Ambiental Rural). Além disso existem os dados da (7) SPU (Secretaria de Patrimônio da União), que misturam imóveis urbanos e rurais. [Spinelli 2022]

Segundo [Spinelli 2022], esses cadastros referem-se ao mesmo objeto (a terra), todavia com diferentes objetivos, as bases de dados não são integradas, causando entraves à “atualização eficaz de informações sobre a dominialidade das terras e a fiscalização de possíveis fraudes particulares praticadas contra o patrimônio público federal e estadual”.

2.2. Sistemas de Informações Geográficas

O termo Sistemas de Informações Geográficas (SIG) pode ser considerado como um poderoso conjunto de ferramentas para capturar, armazenar, recuperar, transformar e apresentar dados espaciais do mundo real. Um SIG pode ser conceitualizado por três componentes importantes: O hardware, as aplicações de software e os usuários conectados através de banco de dados e infraestrutura de rede. [Burrough et al. 2015]

Já [Fitz 2018] define SIG como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados especialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Para [Lisboa Filho 2001], uma das principais características de um SIG é sua capacidade de manipular dados gráficos (cartográficos) e não-gráficos (descritivos) de forma integrada, provendo uma forma consistente para análise e consulta. É possível, desta forma, ter acesso às informações descritivas de um fenômeno geográfico a partir de sua localização e vice-versa. Além disso, pode-se fazer conexões entre diferentes fenômenos com base em relacionamentos espaciais.

Segundo [Máximo et al. 2004] as soluções que aplicam um SIG são componentes importantes na busca de soluções para os problemas globais onde os objetivos de obter um planeta com espaços urbanos planejados, agricultura racionalizada, meio ambiente

protegido, projetos de engenharia inteligentes, desenvolvimento sustentado, planejamento da segurança pública para prevenir ações criminais, programas de saúde e saneamento eficientes só podem ser alcançados com o domínio sobre a componente geográfica.

2.3. Geoprocessamento

[Rosa and BRITO 2013] define geoprocessamento como sendo o conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação. Em linhas gerais o termo geoprocessamento pode ser aplicado a profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica. Embora estas atividades sejam diferentes elas estão intimamente inter-relacionadas, usando na maioria das vezes as mesmas características de hardware, porém software distinto, conforme demonstrado na Figura 1

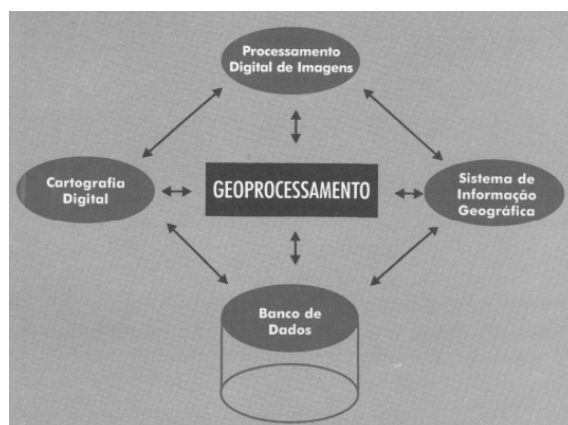


Figura 1. Principais atividades envolvidas em Geoprocessamento. Fonte: [Rosa and BRITO 2013]

O geoprocessamento pode ser considerado como um ramo de atividades e pode ser definido como o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados e ou informações espaciais ou georreferenciadas. É importante observar que informações georreferenciadas têm como característica principal o atributo de localização, ou seja, estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas.[Carrara et al. 2018]

Segundo [Máximo et al. 2004], informações georreferenciadas têm como característica principal a localização, ou seja, estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas. Vários sistemas fazem parte do Geoprocessamento, dentre os quais o SIG é o sistema que reúne maior capacidade de processamento e análise de dados espaciais. A utilização destes sistemas produz informações que permitem tomar decisões para colocar em prática ações. Estes sistemas se aplicam a qualquer tema que manipule dados ou informações vinculadas a um determinado lugar no espaço, e que seus elementos possam ser representados em um mapa, como casas, escolas ou hospitais.

3. Trabalhos Relacionados

Com o propósito de contribuir com a transparência de informações nos sistemas de gestão de recursos hídrico nos Brasil, o trabalho de [BORGES et al. 2021] descreve o desenvolvimento de um aplicativo de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a disponibilização de dados de programas ambientais executados na bacia do rio Piranga.

Para atingir este objetivo, foram solicitados os dados captados e desenvolvidos pela iniciativa Rio Vivo, que foi executada a partir de 2017. As informações trabalhadas, neste estudo, são as de diagnósticos ambientais aplicados em cerca de 884 unidades rurais em oito municípios da bacia do rio Piranga. Para criar a plataforma, foi escolhido o sistema *WebApp Builder*, do *ArcGis Online*. [BORGES et al. 2021]

O trabalho produzido por [Miranda 2022] teve como objetivo de criar uma aplicação SIG *Web* para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de Pedras de Fogo - PB, servindo como ferramenta de auxílio para as tomadas de decisões da Vigilância Sanitária e Epidemiológica da localidade. A fim de se obter uma melhor visão acerca da dispersão do fenômeno na cidade, facilitando assim, a aplicação de medidas profiláticas mais eficientes para o combate desse problema de saúde pública.

Neste trabalho, as principais tecnologias utilizadas foram o *GeoServer* e o *Map-Bender*, onde os dados foram disponibilizados pela Secretaria da Saúde do município de Pedras de Fogo - PB, que foram previamente tratados usando um editor de planilhas e o QGIS. O autor destaca que este serviu como uma aplicação base desenvolvida com ferramentas gratuitas e de fácil manuseio, apesar das dificuldades no caminho, o produto final saiu muito perto do desejável. [Miranda 2022]

4. Materiais e Métodos

Para a produção da arquitetura proposta, foi utilizado um método científico de abordagem quantitativa, de natureza aplicada, com o objetivo exploratório.

O primeiro passo deste trabalho é entender as necessidades do sistema a ser proposto, através de reuniões com os membros da equipe do projeto “Conflitos por Terra, Grilagem e a Formação da Propriedade Privada no Brasil”. Com o resultado coletado dessa etapa, foi produzido os documentos de caso de uso e diagrama de caso de uso.

A próxima etapa se dedica em entender quais tecnologias poderão ser usadas para atender as necessidades do sistema em questão, onde foi realizada uma pesquisa bibliográfica para fazer uma avaliação das tecnologias disponíveis, priorizando soluções que sejam disponibilizadas sob licenças de código aberto.

Para lidar com o servidor de mapas, foi escolhido o *GeoServer*, aplicação de código aberto baseado em *JAVA*, onde foi escolhido devido à sua facilidade de integração com vários outros sistemas, além da possibilidade de instalar extensões que implementa funcionalidades adicionais ao *GeoServer*. Para realizar a comunicação entre o servidor de mapas e parte visual do sistema, foi utilizada a linguagem de programação *JAVA*, que conta com uma grande comunidade de desenvolvedores e como o *GeoServer* é baseado nesse língua, a integração seria muito mais simples.

Para armazenar os mapas, foi utilizado o *PostGIS*, uma extensão do *Postgres* que dá suporte para objetos geográficos, que permite armazenar os polígonos necessários para

a geração dos mapas diretamente no banco de dados, além de que o *GeoServer* já suporta de forma nativa a integração com o *PostGIS*.

Para lidar com a parte visual do sistema, será utilizado o *React* para a construção das telas, tecnologia que é muito usada devido à sua facilidade de manutenção e a grande quantidade de conteúdo produzido pela comunidade. Para lidar com a visualização dos mapas gerados pelo servidor de mapas, será utilizada a biblioteca *OpenLayers*, que é capaz de exibir mapas interativos em qualquer página da *Web*, usada por recomendação da própria documentação do *GeoServer*.

Tendo as tecnologias definidas, foi desenvolvida a arquitetura proposta, produzindo os principais diagramas relacionados a componentes importantes do sistema como o diagrama de classe e o diagrama de entidade-relacionamento.

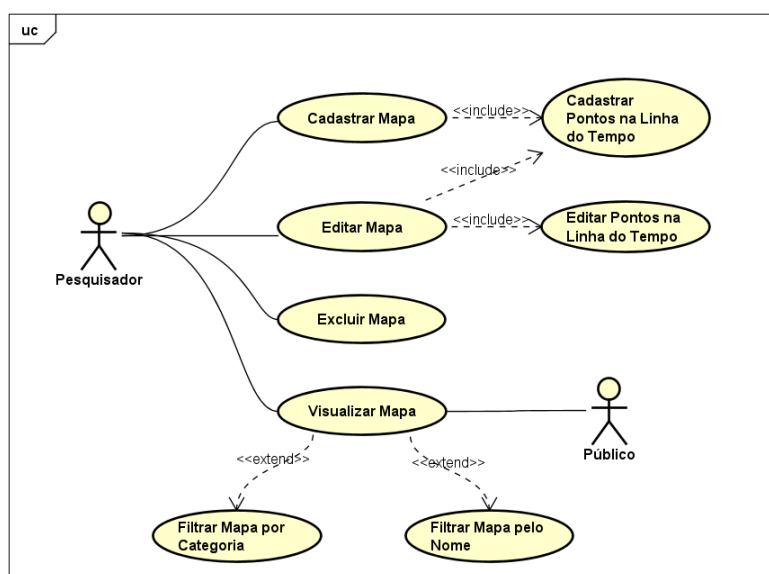


Figura 2. Diagrama de Caso de Uso. Fonte: Autor

Além disso, foi produzido através de protótipos visuais o design da interface do usuário utilizando o padrão baseado no *Material Design*, padrão desenvolvido pela *Google* em código aberto. Foi escolhido esse padrão por ser amplamente utilizada em aplicações *Android*, tornando um padrão bastante familiar para o usuário.

5. Arquitetura Proposta

Neste capítulo será apresentada a arquitetura do sistema proposto, onde serão expostos os artefatos resultantes deste trabalho, que são:

5.1. Caso de Uso

A Figura 2 representa o diagrama de caso de uso proposto. Nele podemos destacar dois atores: O pesquisador, que é o ator responsável em manter o sistema publicando o mapas e sua respectiva linha do tempo, e o público, que poderá visualizar todos os mapas que foram disponibilizados pelo pesquisador. O sistema pode ser representado pelos seguintes casos de usos:

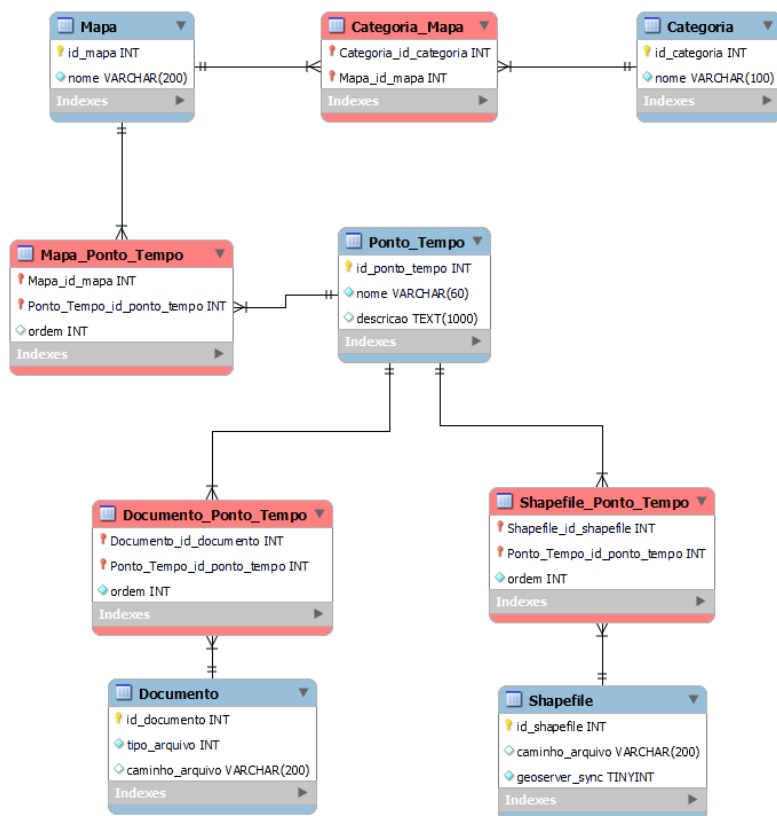


Figura 3. Diagrama de Entidade-Relacionamento. Fonte: Autor

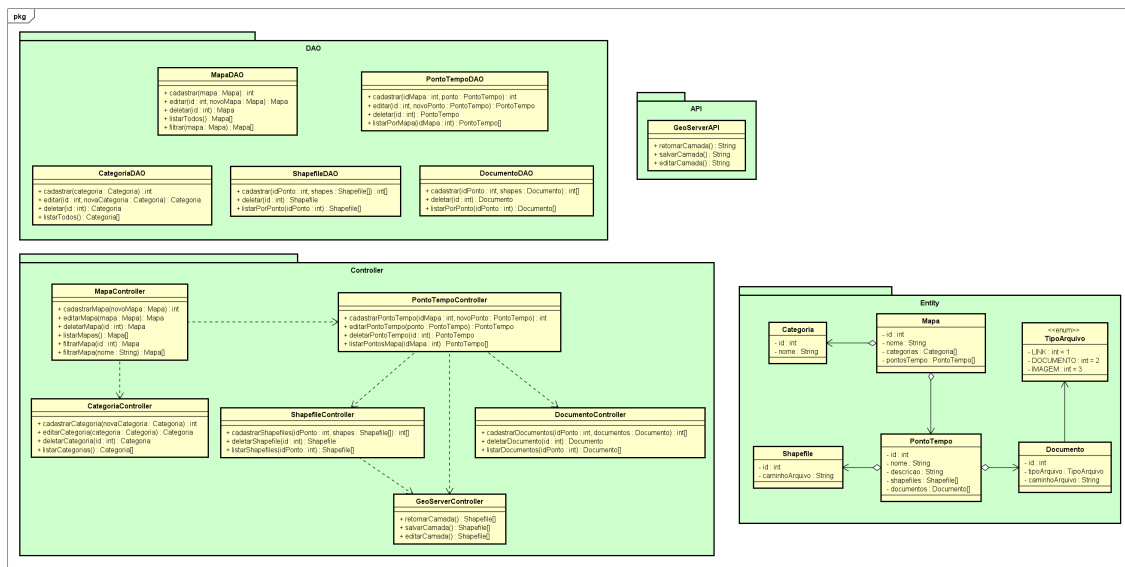


Figura 4. Diagrama de Classe do Backend. Fonte: Autor

5.2. Diagrama de Entidade-Relacionamento

A Figura 3 demonstra o diagrama de entidade-relacionamento do sistema proposto. Nele podemos destacar duas tabelas principais, a primeira delas é a tabela Mapa, que centraliza

todas as informações que será exibida na tela, ele pode ser definida em várias categorias que serão armazenadas pela tabela Categoria. A segunda tabela que pode ser destacada é a Ponto_Tempo, que representa a progressão cronológica de cada assunto que o mapa está tratando, a cada ponto na linha do tempo, ele poderá ter uma descrição, vários documentos que podem ser anexados na linha do tempo, e seus respectivos *shapefiles*, que é a entidade responsável em gerar visualmente os mapas na tela.

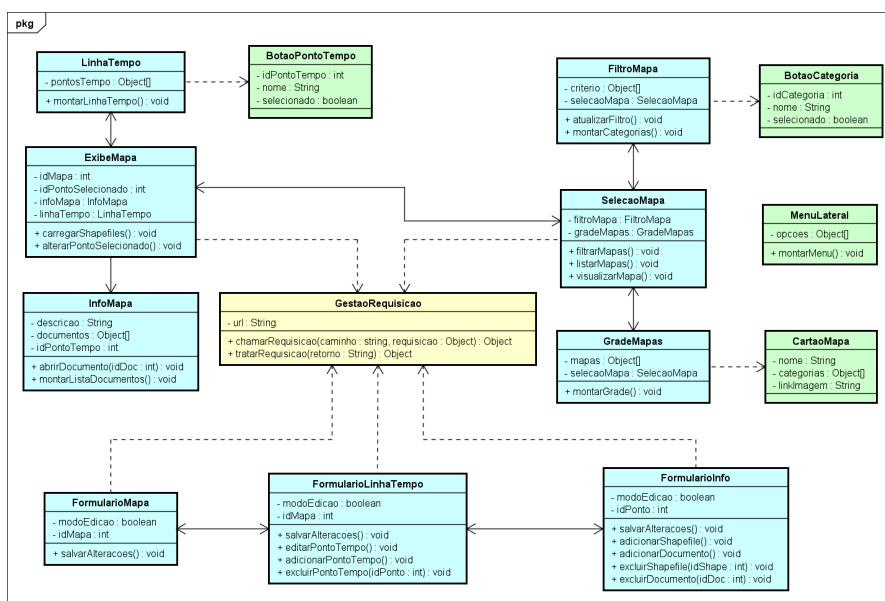


Figura 5. Diagrama de Classe do Frontend. Fonte: Autor

5.3. Diagrama de classe

As Figuras 4 e 5 representam os diagramas de classe do sistema proposto, que demonstram, respectivamente, a camada do *backend*, e a camada do *frontend*.

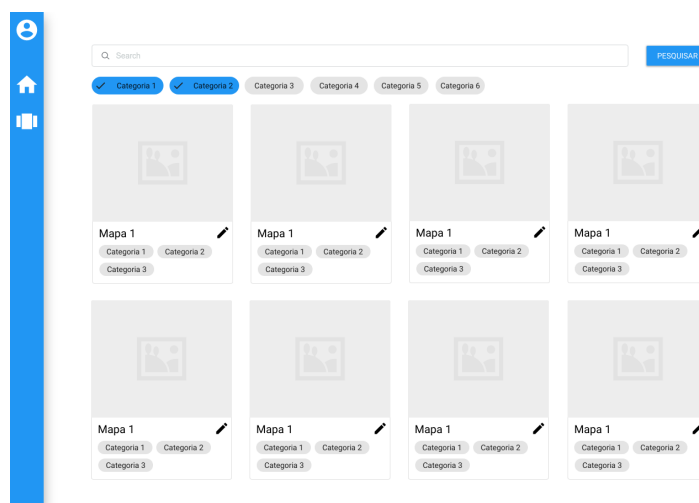


Figura 6. Protótipo da Tela de Seleção de um Mapa. Fonte: Autor

5.4. Protótipo Visual

As figuras abaixo representam os protótipos visuais das principais telas do sistema, a figura 6 demonstra a tela inicial do sistema, que permite a visualização dos mapas cadastrados. Na parte superior dessa tela, é possível filtrar os mapas pelo nome ou pelas categorias previamente cadastradas. Já na parte esquerda da tela representa o menu de navegação para cada uma das outras visualizações do sistema.

A Figura 7 representa a visualização de um mapa, onde a parte superior da tela representa a progressão cronológica do assunto em questão, onde cada tópico representa um ponto na linha do tempo que foi cadastrado previamente. Já na parte esquerda, representa uma descrição do assunto tratado pelo mapa em questão e um detalhamento sobre cada linha do tempo selecionada, aqui também poderá visualizar ou baixar vários documentos que podem ser publicados, por último, uma opção para voltar para a tela inicial.

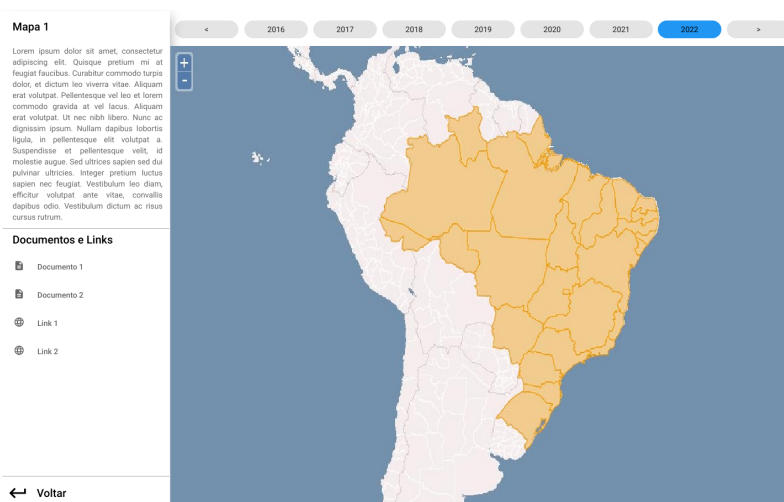


Figura 7. Protótipo da Tela de Visualização de um Mapa. Fonte: Autor

6. Considerações Finais e Discussões

O presente trabalho teve como intuito propor uma arquitetura capaz de registrar e visualizar diversos mapas contendo dados a respeito dos conflitos de terra que ocorrem no Brasil, priorizando tecnologias de código aberto e de licença livre disponíveis no mercado, considerando também as melhores práticas para garantir a sua segurança, qualidade e escalabilidade.

Foi confeccionado o diagrama de caso de uso, o diagrama de entidade-relacionamento e os diagramas de classes, essenciais para uma visão geral do comportamento do sistema. Também foi produzido os protótipos visuais das telas propostas, artefatos essenciais para demonstrar de forma mais clara a usabilidade final do sistema.

O *GeoServer* demonstrou ser um componente extremamente eficiente em suportar os mais diversos tipos de formato de apresentação de um mapa, assim como demonstrou ser eficiente em integrar com várias tecnologias e ser facilmente escalável.

Com a arquitetura proposta neste documento, será possível em trabalhos futuros a implementação do sistema utilizando as tecnologias citadas e, com a sua produção concluída, ela poderá ser devidamente validada e testada se a solução proposta se mostrou

eficiente em demonstrar cronologicamente o processo de apropriação privada ilegal das terras sobrepondo-os às áreas de conflitos de terra no Brasil.

Referências

- Achselrad, H. (2018). Cartografias sociais e território.
- BORGES, F. R. F. et al. (2021). Elaboração do aplicativo sig-web para disponibilização de dados da iniciativa rio vivo no cbh-piranga.
- Burrough, P. A., McDonnell, R. A., and Lloyd, C. D. (2015). *Principles of geographical information systems*. Oxford university press.
- Carrara, Â. A., Zaidan, R. T., and Paula, L. P. d. (2018). Geoprocessamento aplicado à história agrária: o vínculo da jaguara. *Revista de História (São Paulo)*.
- Castro, L. F. P. d. (2019). Conflitos por terra no brasil e na colômbia: mecanismos de apropriação privada e os camponeses como sujeitos coletivos de direito.
- COSTA, S. H. G. (2020). A grilagem judicial e o avanço da propriedade privada sobre as terras de uso comum nos gerais. In OLIVEIRA, A. U. d. et al., editors, *A grilagem de terras na formação territorial brasileira*, chapter 7. São Paulo: FFLCH.
- CPT (2023). *Conflitos no campo Brasil 2022*. Centro de documentação Dom Tomás Balduino. Goiânia: CPT Nacional.
- dos Santos Silva, I. K., Alves, J. S. P., and de Andrade Sá, R. (2016). Um olhar sobre a estrutura fundiária na atualidade: a concentração fundiária em sergipe. *Cerrados*, 14(2):202–229.
- Fitz, P. R. (2018). *Geoprocessamento sem complicação*. Oficina de textos.
- Lisboa Filho, J. (2001). Projeto de banco de dados para sistemas de informação geográfica. *SBC-Revista Eletrônica de Iniciação Científica*, 16.
- Martins, J. d. S. (2018). O cativo da terra.
- Máximo, A. A. et al. (2004). A importância do mapeamento da criminalidade utilizando-se tecnologia de sistema de informação geográfica para auxiliar a segurança pública no combate à violência.
- Miranda, V. G. d. S. (2022). Dengue gis: construção de uma aplicação sig web com ferramentas de software livre para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de pedras de fogo–pb.
- Oliveira, A. U. (2020). Camponeses, quilombolas, indígenas e grileiros em conflitos no campo brasileiro. In Oliveira, A. U. d. et al., editors, *A grilagem de terras na formação territorial brasileira*, chapter 1. São Paulo: FFLCH.
- Reydon, B. P. (2011). A questão agrária brasileira requer solução no século xxi. *As questões agrária e da infraestrutura de transporte para o agronegócio*, pages 3–48.
- Rosa, R. and BRITO, J. L. S. (2013). Introdução ao geoprocessamento. *UFU: Apostila. Uberlândia*.
- Spinelli, L. G. (2022). *No rastro das terras devolutas no litoral sul da Paraíba : um estudo sobre a formação da propriedade privada da terra*. Doutorado, UFPB/CCEN.